

czajlik.zoltan_222_24

CZAJLIK ZOLTÁN

JELEK A TÁJBAN. LÉGIRÉGÉSZETI KUTATÁSOK
MAGYARORSZÁGON

AKADÉMIAI DOKTORI ÉRTEKEZÉS

BUDAPEST
2024

czajlik.zoltan_222_24

czajlik.zoltan_222_24

CZAJLIK ZOLTÁN

JELEK A TÁJBAN. LÉGIRÉGÉSZETI KUTATÁSOK MAGYARORSZÁGON

1993-ban megkezdett légirégészeti kutatásaink támogatói:

ELTE BTK Régészettudományi Intézete (Szabó Miklós, Raczky Pál, Borhy László és Vida Tivadar intézetigazgatók)

Burgundiai Régió Tanácsa, Franciaország (René Goguey)

Alapítvány a Magyar Felsőoktatásért és Kutatásért

Kultúra 2000 program

Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (43762, 68824, 108667)

Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Hivatal (108756, 111058, 119520, 134522, 134635)

Iron-Age-Danube project (ERDF: 2169200, DTP1-1-248-2.2)

Interelektronik Kft (Budapest), SCH-PS Kft (Páty)

1. Bevezetés	9
2. Kutatástörténet	13
2.1. A régészeti célú légi fényképezés kezdetei	14
2.2. Az első légirégészeti expedíciók	17
2.3. A légirégészet kezdetei Németországban és Közép - Európában	19
2.4. A korai hazai kutatások	21
2.5. Szisztematikus légirégészeti kutatások Európában 1945-től 1990-ig	24
2.6. Az archív légi felvételek régészeti alkalmazásának lehetőségei	27
2.7. Légi fényképes kutatások Közép-Európában az 1980-as évektől	33
2.8. Az űrfelvételek használatának kezdetei a régészetben	36
2.8.1 A DISP-adatok felhasználása	37
2.8.2. A kereskedelmi műholdas adatok felhasználása	38
2.8.3. A Google Earth felvételek felhasználása	38
3. A távérzékeléses régészetet meghatározó természeti adottságok	41
3.1 Alapvető összefüggések	42
3.2. A földtani, a geomorfológiai és a talajviszonyok hatása	42
3.3. A felszínborítás és a parcellaméretetek hatása	44
3.4. A csapadék/talajnedvesség hatása	46
4. A régészeti jelenségekre utaló jelek típusai	49
4.1. Alapvető összefüggések	50
4.2. A domborzati eltérések észlelése	53
4.2.1. Az árnyékhatás	53
4.2.2. A hó-jelek	55
4.2.3. Az elöntéses jelek	55
4.3. A felszín alatti struktúrák észlelése	55
4.3.1. A talaj-jelek	58
4.3.2. A nedvesség-jelek	60
4.3.3. A fagy-jelek	60
4.3.4. A növény-jelek	62
4.3.4.1. Őszi búza/árpa (<i>Triticum aestivum</i> / <i>Hordeum vulgare</i>)	62
4.3.4.2. Tritikálé (<i>Triticale</i> /búzarozs)	63
4.3.4.3. Legelő/kaszálók	65
4.3.4.4. Kukorica (<i>Zea mays</i>)	65
4.3.4.5. Repce (<i>Brassica napus</i>)	65
4.3.4.6. Napraforgó (<i>Helianthus annuus</i>)	67
4.3.4.7. Borsó (<i>Pisum sativum</i>)	67
4.3.4.8. Cukorrépa (<i>Beta vulgaris</i>)	67
4.3.4.9. Facélia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	67
4.3.4.10. Burgonya (<i>Solanum tuberosum</i>)	67
4.3.4.11. Lucerna/lóhere (<i>Medicago sativa</i> / <i>Trifolium pratense</i>)	67
4.3.4.12. A gyomnövények	67
5. A kisépészeti célú légi fényképezés részletes módszertana	71
5.1. Bevezetés	72

5.2. Adatgyűjtés, felkészülés	72
5.2.1. Szempontok az előzetes adatgyűjtéshez	73
5.2.2. Az időablakok kiválasztása	74
5.3. Technikai adottságok	77
5.3.1. Repülőeszközök, logisztika	77
5.3.2. Fényképező eszközök	80
5.3.3. Helymeghatározó és navigációs eszközök	83
5.4. Kutatási és repülési stratégia	85
5.5. A légi felvételek és az adatok feldolgozása	87
5.5.1. Elsődleges feldolgozás, archiválás	88
5.5.2. Részletes feldolgozás	89
5.6. Rokon módszerek a távérzékeléses régészetben	95
5.6.1. Az űrfelvételek felhasználása	95
5.6.2. A térképészeti célú légi felvételek felhasználása	97
5.6.3. A drónos légi fényképezés	100
6. A légi fotó lelőhelyek morfológiai és régészeti értelmezése	103
6.1. Alapvető összefüggések	104
6.2. A morfológiai típusok és a régészeti értelmezés lehetőségei	106
6.3. Az európai példák alapján meghatározható régészeti jelenségek adaptációs kérdései	114
6.4. A morfológiai típusok alapján meghatározható hazai régészeti jelenségek és lelőhely típusok	115
6.5. Épület-nyomok, településjelenségek régészeti értelmezése	118
6.5.1. A római villagazdaságok kőépületeinek felismerése	120
6.5.2. A templomok	121
6.5.3. Az oszlopszerkezetes épületek	124
6.5.4. A borona/gerendavázaz épületek	125
6.5.4. Földbe mélyített épületek	127
6.5.6. A településekre utaló gödrök (kutak) észlelési és értelmezési lehetőségei	131
6.5.7. A településekhez tartozó vonalas jelenségek észlelési és értelmezési lehetőségei	133
6.5.8. A települések rendezettség, az orientáció és a beépítés intenzitásának kérdései	137
6.5.9. A települések kiterjedése és típusai a légi felvételek alapján	142
6.5.10. A városias települések légi fényképes kutatása	144
6.6. Temetkezések a légi fényképeken	153
6.6.1. Bevezetés	153
6.6.2. A halmos temetkezések	154
6.6.2.1. Korábbi kutatások	154
6.6.2.2. A Hernád-völgyének kutatása	157
6.6.2.3. A vaskúti halmok	161
6.6.2.4. Kora vaskori halmok a Dunántúlon	161
6.6.2.5. Római kori halmok a Dunántúlon	163
6.6.2.6. Új módszerek a halmok kutatásában	165
6.6.2.7. A halmok nondestruktív kutatásának tanulságai	168
6.6.3. Az árokkeretes és sík temetkezések	174
6.6.3.1. A temetkezések azonosítása Nyugat-Európában	174
6.6.3.2. A temetkezések azonosítása a Kárpát-medencében	177

6.6.3.2.1. Árokkeretes temetkezések	181
Árokkeretes temetkezések: négyzetes árkok	187
6.6.3.2.2. Sírgödrök azonosítása: a csontvázas temetkezések	188
6.6.3.2.3. Égetéses temetkezések	195
6.7. A nagyméretű vonalas jelenségek morfológiai vizsgálata	199
6.7.1. A római utak légi fényképes kutatásának tanulságai Nyugat-Európában	199
6.7.2. Az utak légi fényképes kutatása Magyarországon	201
6.7.2.1. Az utak kutatása ortofotók alapján	203
6.7.2.2. Az utak kutatása ferde tengelyű légi fényképek segítségével	205
6.7.2.3. Római útszakaszok távérzékeléses morfológiai elemzése Nyergesújfalu és Tokod között	208
6.7.2.4. Őskori, középkori és újkori fosszilis utak vizsgálati lehetőségei	211
6.7.2.5. A távérzékeléses módszerek lehetőségei az LCP-modellezésben a Dunántúlon	215
6.7.3. A lineáris erődítések vizsgálata	217
6.7.3.1. A Csörsz-árók	217
6.7.3.2. A Bácska-Kiskunság-Körösmente sáncrendszer	222
6.7.3.3. A bácskai római-sáncok	225
6.7.3.4. A régi csatornák vizsgálatának lehetőségei	228
6.8. Az egykori határhasználat nyomai	231
6.8.1. Zárt területek	234
6.8.1.1. Karámok	234
6.8.1.2. Nagyobb, zárt területek	235
6.8.2. A határ felosztásának nyomai	238
6.8.3. A római földbirtokrendszer nyomai	240
6.9. A magyarországi erődítések légi fényképes kutatása	244
6.9.1. Morfológiai és módszertani háttér	244
6.9.2. Az őskori erődítések légi fényképezése	249
6.9.2.1. Régészeti célú légi fényképezéssel megismert őskori erődítések	250
6.9.2.2. Ortofotókkal és űrfotókkal megismert őskori erődítések	250
6.9.2.3. Újonnan megismert védművek őskori erődített településeken	252
6.9.3. Az őskori erődítések morfológiai osztályozása	254
6.9.3.1. Lezárt U-alakú főtípus	257
6.9.3.1.1. Promontor altípus	257
6.9.3.1.2. Meander altípus	260
6.9.3.1.3. Szegmentált (szakaszolt) altípus	261
6.9.3.2. Természetes hosszanti akadályokat felhasználó főtípus	262
6.9.3.2.1. Platóperem altípus	262
6.9.3.2.2. Vízfolyás parti altípus	265
6.9.3.3. Kontúrvonal főtípus	265
6.9.3.3.1. Tereplépcsőt követő altípus	267
6.9.3.3.2. Magasságtartó altípus	271
6.9.3.3. Kör/ovális árok altípus	272
6.9.3.3.4. Kettős árok/sánc altípus	275
6.9.4. A római kori erődítések légi fényképezése	280
6.9.4.1. Erődítések a ripa Pannonica mentén	280

6.9.4.2. Az ún. belső erődök	288
6.9.4.3. Az időszakos táborok	288
6.9.5. A középkori erődítések légi fényképezése	292
6.9.5.1. A morfológiai osztályozás lehetőségei	294
6.9.6. Tanulságok, további kutatási lehetőségek	298
6.10. A rondellák légirégészeti kutatása	300
6.10.1. Módszertani háttér, sikeres térképezések	300
6.10.2. Elemzési lehetőségek	306
6.11 Tanulságok	310
7. A légirégészeti kutatások eredményessége	313
7.1. Az állandó tényezők	314
7.1.1. A logisztika szerepe	314
7.1.2. A felszínborítás szerepe	316
7.1.3. A geomorfológiai háttér szerepe	317
7.1.4. A csapadék, talajnedvesség és a hőmérséklet szerepe	318
7.2. A különféle jel-típusok	320
7.2.1. A hó- és fagy-jelek kutathatósága	320
7.2.2. A talaj- és nedvesség-jelek kutathatósága	321
7.2.3. A növény-jelek kutathatósága	321
7.3. Javaslat a morfológiai indikátorok használatára	323
8. Összefoglalás	327
9. Irodalomjegyzék	331

czajlik.zoltan_222_24

1. BEVEZETÉS

100 éve, 1923-ban tartotta a Királyi Földrajzi Társaságban O.G.S. Crawford azt a légi régészetről szóló előadást, amelynek záró mondata a következő volt: „A paper of this kind seems called for to inaugurate what will prove to be a new epoch in the history of British archaeology” (CRAWFORD 1923, 360). A mindenképpen merész, talán kissé önteltnek ható jóslat igaznak bizonyult. Ha lépésről lépésre is, de a légi perspektíva megváltoztatta és talán mind a mai napig alakítja azt, amit régészet és topográfia, régészet és táj viszonyáról gondolunk. A földrajzos végzettségű Crawford jól érzett rá, hogy a nagy topográfiai összefüggések megértéséhez szükség van arra a látványos, könnyen megérthető eredményekre képes módszerre, amit a régészeti jelenségek légi fényképezése biztosít. A szerencsés történelmű európai országokban, így mindenek előtt Nagy-Britanniában a módszer alkalmazása már az 1930-as években mérföldkönek bizonyult a régészeti topográfiai kutatások területén is.

Kezdetben Magyarország jóformán szinkronban volt Nagy-Britanniával, hiszen Neogrady Sándor 1924-ben készítette az első régészeti célú légi felvételeket (NEOGRÁDY 1948 – 1950, 289), a rendszeres kutatások azonban csak közel 70 évvel később, 1990-ben indulhattak meg. Éppúgy, mint Rómer Flórisnak, több fiatalabb kutatógeneráció számára csak a földi perspektíva adatott meg. Miközben a terepbejárás módszerek a Magyarország Régészeti Topográfiája program keretében folyamatosan fejlődtek, aközben Nyugat-Európa jelentős részén a légi fényképezéssel támogatott lelőhely-kutatás intézményes kereteit sikerült megeremteni. Csak 30 éve, 1993-ban jöhetett létre az ELTE BTK Régészettudományi Intézet Légitrégészeti Archívuma, majd egy évre rá a PTE Légitrégészeti Téka.

A szerző szerencséje, hogy az első tervezésetől résztvevője, alakítója az ELTE kutatásainak, a jelen munka tehát nagymértékben építhet a személyes tapasztalatokra. Ezeket egyfelől 1993 – 2000 között, a R. Goguey-val töltött 173 órnyi közös repülés, másfelől 1998 – 2022 között, Magyarországon, Romániában, Szerbiában és Szlovéniában 716 órnyi önálló légi kutatás és az ezekhez kapcsolódó labora-

toriumi munkák, publikációs tevékenység, stb. során sikerült megszerezni.

Célul tűztük ki a témakör hazai kutatástörténetének nemzetközi keretek között való feldolgozását, a légi régészetet meghatározó természeti tényezők szerepének és kölcsönhatásainak rövid összefoglalását. Saját és szakirodalmi adatgyűjtésen alapszik a régészeti jelenségek észlelését lehetővé tévő jelek részletes, rendszerezett bemutatása. Aprólékosan igyekeztünk feldolgozni a módszertani lehetőségeket és problémákat. Külön fejezetben tárgyaljuk a kutathatóság és az eredményesség kérdéseit. Munkánk súlyponti eleme volt egy modern, morfológiai alapú légifotó-lelőhely osztályozási rendszer kialakítása.

Három évtizedre visszanyúló légi fényképezéseink el sem kezdődhetek volna a Szabó Miklós által létrehozott magyar-francia kutatási együttműködés és a Raczy Pálnak köszönhető Térinformatikai Kutatólaboratórium nélkül. Ebben az időszakban Holl Balázs és Marton Ádám, később Bödőcs András segítették a légi fényképezések előkészítését és az eredmények feldolgozását. 2009-től mindmáig részese ennek a kutatásnak Rupnik László. Mindannyiuk munkáját köszönöm, csakúgy, mint azon egyetemi hallgatók és doktoranduszok (Winkler Móni, Szakos Éva, Kovács András és Đurković Éva) tevékenységét, akik kisebb-nagyobb mértékben ugyancsak bekapcsolódtak az első látásra izgalmas és szép, de aztán annál több türelmet kívánó témakör művelésébe.

A légitrégészeti kutatások szükségszerűen diakronikusak, így az elmúlt évtizedekben őskoros érdeklődésünk mellett igyekeztünk más korszakok hazai topográfiai ismeretanyagát is megfelelően elsajátítani. Az ennek ellenére felmerülő problémák tisztázásában és a kézirat gondozásában köszönjük kollégáink értő támogatását.

A disszertáció szövegének és illusztrációs anyagának összeillesztése nem jöhetett volna létre Timár Lőrinc munkája nélkül, a térképek elkészítéséért Marton Ádámnak tartozunk hálával.

Csajlik Zoltán 222.24

A régészeti célú légi fényképezés az én esetemben mindig két ember, a repülővezető és a régész-légifotós koncentrált helytállását követeli meg. Következzék tehát itt azok névsora, akik a fedélzeten váltak részeseivé az elért eredményeknek: Bakai Csaba, Bencze Zoltán, Simion Câmpeanu, Eugen Chincea, Cziráki Péter, Dávid Csaba, Emődi József, Franczer Attila, Fűri Viktor, Hernádi Tamás, Horváth Dániel, Michal Holcim, Jakab Tamás, Jankovich István, Kóré Vilmos, Aleksandar Lodinović, Máté Attila, Nagy Tamás, Papp Géza, Petrovszki Gábor, Szabó Levente, Szanyi Imre, Ürmös Péter, Talabos Gábor, Tóth Csaba, Tóth Géza, Urbán Gergő és Zsuppányi Zoltán.

Családom tudja, hogy életem fontos, néha talán túlzottan sok időt elvevő része a régészet. Mindig igyekeztem azonban a hétvégeket és az ünnepnapokat otthon tölteni. Egyetlen kivétel volt és van: ha megfelelő az időjárás és repülni kell, akkor elengednek a családi ebédről is. Kitartó türelmüket, különösen feleségem támogatását hálásan köszönöm.

czajlik.zoltan_222_24

czajlik.zoltan_222_24

2. KUTATÁSTÖRTÉNET

Az aviatika, a képrögzítés, a régészet és a földrajz összekapcsolódásával kialakult légi régészet kezdetektől az intézményesülés időszakáig tartó történetéről számos munka született. Nem felsorolva valamennyit, háromra szeretnénk a figyelmet felhívni. A 20. századiak közül az egyik legalaposabb, összefoglaló jellegű művet L. Deuel írta (DEUEL 1969), legutóbb pedig M. Gojda készítette el a téma részletes feldolgozását (GOJDA 2020. Magyarul pedig Szabó M. írta meg a régészeti célú légi fényképezés legfontosabb pillanatainak képekkel gazdagon illusztrált összefoglalását (SZABÓ 2018). A friss munkáknak köszönhetően nem lehetett célunk

a tudományág teljes történetének és minden egyes momentumának kiértékelése, továbbá Európa határait is csak néhány esetben léptük át. Ugyanakkor igyekeztünk a jelen fejezetben azokat az egyéniségeket és azokat a fordulópontokat bemutatni, amelyek egyfelől érthetővé teszik a szakmai elődeink lehetőségeit, módszereit és gondolkodását, másfelől – tapasztalataink alapján – máig meghatározó jelentőséggel bírnak e diszciplína művelői számára. A fejezet egyes részei megegyeznek korábbi munkánkban megjelent fejezetekkel (CZAJLIK 2022, 108-124; 139-143), azonban számos pontos bővítésre kerültek.

2.1. A régészeti célú légi fényképezés kezdetei

Fontos pillanat volt a légi fényképezés történetében, amikor 1858 októberében Nadar (eredeti nevén Gaspard Félix Tournachon) egy ballon kosarából Párizs házai fölé emelkedve felvételeket készített (1. ábra). Talán meglepő, de a 19. században már nem a repülés jelentette a fő problémát, hanem a képrögzítés. Az első igazolt pilótával történő meleg levegős ballon-repülés ugyanis a Montgolfier-fivéreknek köszönhetően már 1783-ban megtörtént Franciaországban, sőt Thomas Baldwin 1785-ös Chester-i repüléséről 1786-ban már metszetekkel illusztrált könyvet (Airopaidia) jelentetett meg (BALDWIN 1786; lásd: BARBER 2011, 11-13). Chillicothe (Ohio, USA) környékén J. Wise már 1852-ben megfigyelt egy régészeti lelőhelyet (NEWHALL 1969, 68), amelyről fotó még nem, csak rajz készült (GOJDA 2020, 53). Nadar volt az első, aki a két technológiát, a fényképezést és repülést össze tudta kapcsolni. Magyarországon emberrel történő léggömbfelszállás először 1811-ben volt. J. G. Menner, Pesten praktizáló orvos a Városligetből indulva a Gyöngyös melletti Gencspusztáig jutott el (SZABÓ 1991, II. 20; LOVAS 2021).

Az új technológia már a 18. század végén felkeltette a hadseregek érdeklődését és 1859. június 24-én, a Solferinoi csatában elkészült az első harcászati célú légi felvétel. Ettől kezdve a légi fotózás a polgári kísérletek (pl. a Bostonról 1860. október 13-án készült felvétel, GOJDA 2020, 38) mellett jelentős mértékben a katonai



1. ábra. G. F. Tournachon (művésznéven Nadar, 1820-1910) ballonos légi fényképezése Párizs felett (1862)

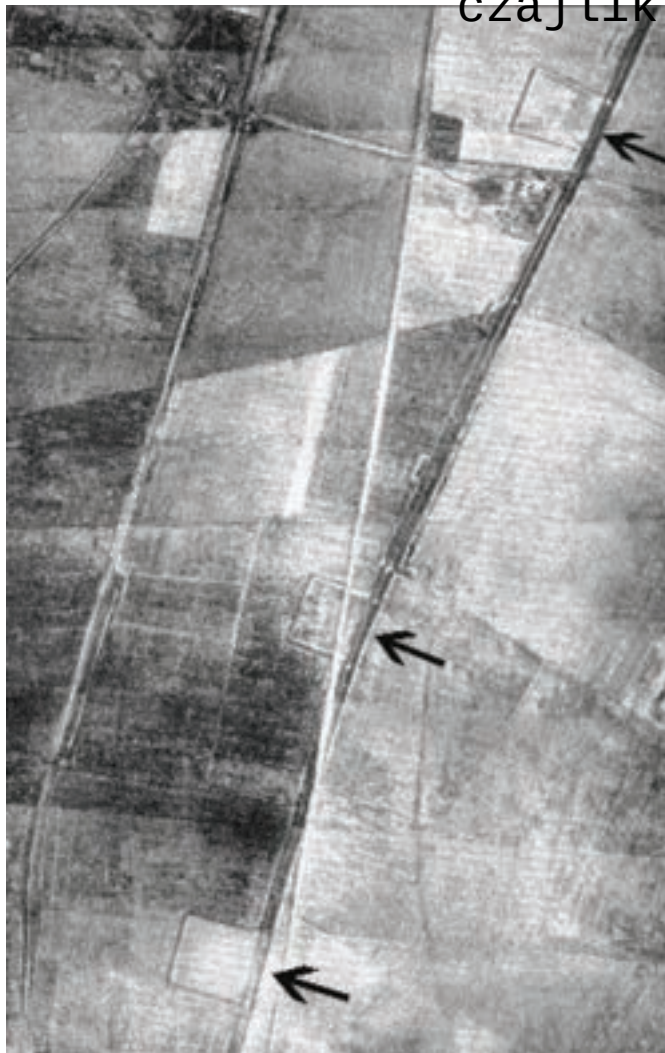
alkalmazásoknak köszönhetően fejlődött. A korai ballon-fotók általában életlenek voltak, hiszen az akkori technika hosszú expozíciós időt kívánt, amely alatt a repülőeszköz elmozdulhatott. A 19. század találmánya volt a pilóta nélküli fényképező eszköz, vagyis a kit megalkotása is. A. Batut könyvében már a régészet is szerepelt a potenciális felhasználók között (GOJDA 2020, 40).



2. ábra. Katonai ballonrepülés során készített légi fénykép (P. H. Sharpe hadnagy felvétele, 1906, BARBER 2011, 20) a Stonehenge-i kőkörrel és a külső földművekről

A pillanatzáras ballonkamerák megjelenésével (1877) és a ferde tengelyű felvételek függőleges tengelyűvé alakításával már lehetővé vált a légi fényképezés térképészeti alkalmazása (SZABÓ 2018, 32-35). Továbbra is problémát jelentett azonban a repülőeszköz irányíthatósága, a ballonisták csak nyugodt időjárás esetén, kiszámítható szélviszonyok mellett tudtak dolgozni. A manőverezési problémákra utalhat, hogy P. H. Sharpe hadnagy Stonehenge-ről készített – egyébként kitűnően exponált – ballonos fotójának témája nincs középen, a külső földmű az egyik oldalon épphogy belefért a képtérbe (2. ábra). A valószínűleg véletlenszerűen kiválasztott lelőhelyről (vö. BARBER 2011, 21) már egy évvel később megjelent egy ferde tengelyű fotó az *Archaeologia* c. folyóiratban (CAPPER 1907). Az 1906 száraz nyarán

készült, erőteljes növényzeti eltéréseket mutató felvételek M. Barber elemzése szerint kikötött, de a szél által kissé mozgatott ballonról készülhettek (BARBER 2011, 37; vö. GOJDA 2020, 55), ami magyarázhatja a fent említett – és részben a ferde tengelyű képen is megfigyelhető – kompozíciós nehézségeket. Egy nemrég felfedezett, valószínűleg ugyanebből a Stonehenge-i „repülésből” származó fotó komponálása viszont kifogástalan, ugyanakkor alulexponáltra sikerült, ami – a légi fényképezések során gyakran változó – fényviszonyokkal, a helyes megvilágítási idő kiválasztásával kapcsolatos problémákra hívja fel a figyelmet (BARBER 2011, 255). Az erős szín/megvilágítási kontrasztot mutató területek fotografálásának gondjai tükröződnek azon a két, 1893-ban készült ballon-fotón is, amelyeken a távolban



3. ábra. A Traianus-fal egy szakasza 1918. március 11-én. A Constanța-ban állomásozó német légierő hadnagyának, E. Lommatzschnak Friedrichshafen típusú hidroplánból készült felvétele, C. Schuchhardt (vagy Th. Wiegand?) szervezésében. A korábban közöletlen (mozaik) fotó Th. Wiegandon és G. Bersun keresztül jutott el O. G. S. Crawfordhoz, aki publikálta azt (CRAWFORD 1954, pl. 6, vö. MASON 2016)

régészeti lelőhelyek láthatók (BARBER 2011, 40). Vitathatatlan, hogy a Stonehenge-i felvételek gyors, régészeti folyóiratban történt közlése mérföldkő volt a légi régészet fejlődésében, ugyanakkor a 19-20. század fordulóján Európa-szerte népszerű ballon-repülések során más régészeti lelőhelyekről is készültek légi felvételek.

A *Forum Romanum*-ot és környékét az 1899-től indított ásatások alatt, rögzített ballonról fényképezték, 1912-ben pedig már Közép – Európában is készültek fotók: a Vilbeli (Hessen) római villa megörökítését K. Maynek köszönhetjük (BEWLEY 1997, 12-13). Példáink azt mutatják,

hogy a rögzített ballonos légi fényképezés a 20. század elején elérte azt a technológiai színvonalat, ami az ismert régészeti lelőhelyek kutatásában hasznosnak bizonyult, ráadásul látványos és jó minőségű felvételeket eredményezett.

Technikai szempontból azonban az előrelépéshez más módszerre volt szükség. Ennek egyik első példáját jelentette az ókori *Ostia*-i kikötő foto-térképezése 1911-ben (CERAUDO 2005), ahol repülőgépes légi fotók is készültek (GOJDA 2020, 53). A sokkal jobban irányítható, egészen másfajta manőverezést lehetővé tévő, sikló repülő eszközök használata döntőnek bizonyult. A repülőgépek gyors mozgásához azonban alkalmazkodni kellett a fotó-technikának is, a ballonos fotográfusok által használt készülékek legrövidebb, 1/100 másodperces zárideje (SZABÓ 2018, 35) alacsonyabb magasságban dolgozva túl hosszúnak bizonyult. A problémát – a képrögzítés fejlesztésével együtt – olyan Zeiss-kamerákkal lehetett orvosolni, amelyekkel akár 1/600-as záridővel is lehetett fotografálni (SZABÓ 2018, 47). Mind a repülőgépek, mind a fényképezés tekintetében a katonai felderítés igényei voltak az elsődlegesek, az új technológia az első világháború alatt terjedt el.

A háborúban harcoló, térképészeti/fényképészeti ismeretekkel rendelkező régészek közül többen is készítettek régészeti lelőhelyekről légi felvételeket a háború alatt is folyamatosan fejlődő technológia segítségével. A K. Leidorf által összegyűjtött példák (LEIDORF 1996, 33) közül említésre érdemes a francia L. Rey, aki 1916-ban Makedóniában antik településeket fényképeztetett, illetve a francia légierő által Trójáról készített légi fényképek. Th. Wiegandnak (1864-1936), az 1899-ben alapított isztambuli Német Régészeti Intézet igazgatójának kezdeményezésére a német légierő 1916-tól Kis-Ázsiában, a Sinai-félszigeten és a Negev-sivatagban, több „régészeti bevetést” teljesített, amelyek során kb. 300 felvétel készült régészeti lelőhelyekről (LEIDORF 1996, 33). Ugyancsak az első világháború alatt, 1918-ban készültek az első régészeti légi felvételek (3. ábra) C. Schuchhardt szervezésében Romániában, a Traianus-falról (SCHUCHHARDT 1918, vö. OBERLÄNDER-TÂRNOVEANU 2010, 389 és MASON 2016).



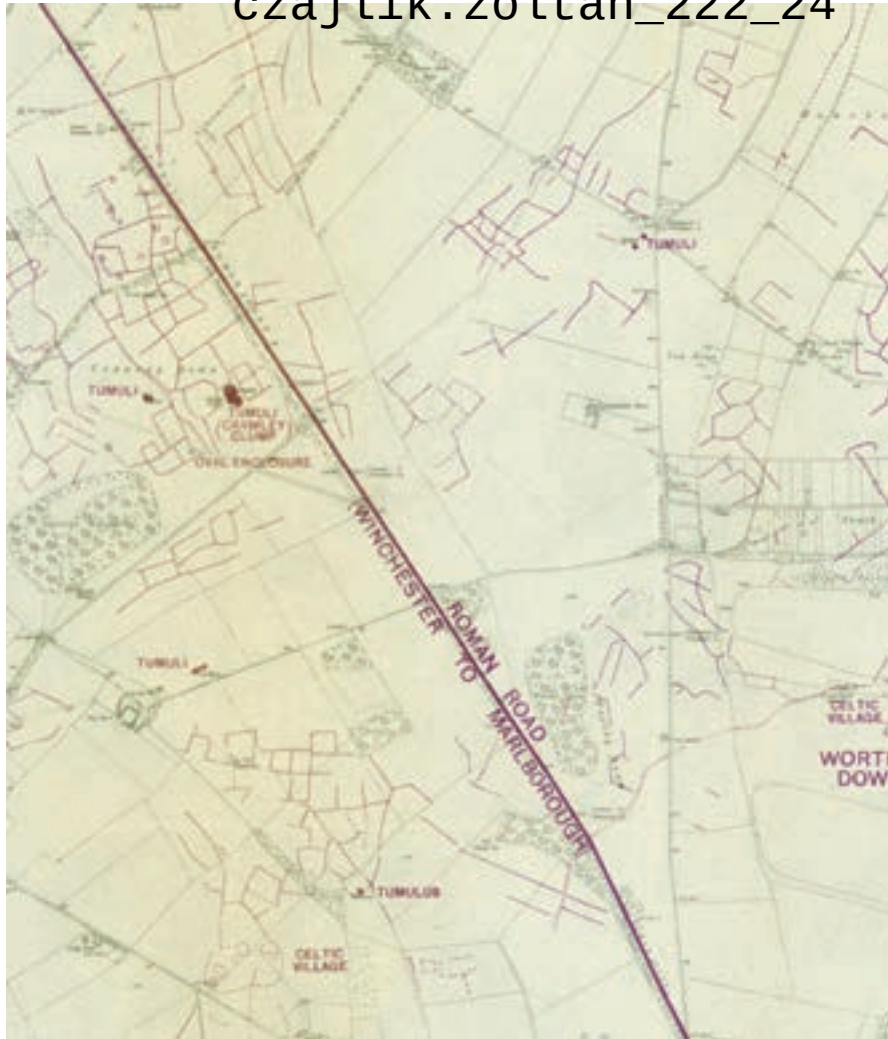
4. ábra. Samarra (Irak) mezopotámiai romvárosának fotómozaik-térképe (G. A. Beazeley és a Royal Air Force baqubai repülőszázadának légi fényképezései alapján, 1917-1918; BEAZELEY 1920)

„*Surveys of areas for archaeological research can in the future be greatly assisted by air photography, and I give a few interesting examples that I came across in connection with my survey work in ancient Mesopotamia.*” kezdte első beszámolóját G. A. Beazeley (1870-1961) alezredes, aki a Royal Air Force segítségével kutatott Bagdad környékén, a Tigris és az Eufrátész mentén, óriási romvárosokat, régi csatorna-rendszereket, stb. azonosítva (BEAZELEY 1919). Leírásából kiderül, hogy a légi fényképezések 1917-ben kezdődtek, segítve a Samarra környéki romvárosok térképezését, majd Beazeley – a Lewis géppuska használatára gyorsan kiképezve - 1918. márciusában a Baquba-i repülőszázaddal már az ellenséges vonalak mögé repült. „*On one day owing to clouds three separate flights had to be made to complete a trip, which meant 11 hours in the air that day, including 5 hours' actual work*” (BEAZELEY 1920, 113). Elképesztő elszántságról tanúskodnak ezek a sorok, hiszen a régészeti légi fényképezésben ma is 7 óra körül van a napi repülési idő racionális határa. A kutatások során ferde tengelyű és vertikális fotókat egyaránt készítettek, az utóbbiakból Beazeley lenyűgöző fotómozaik-

térképet állított össze Samarra környékéről (4. ábra).

2.2. Az első légirégészeti expedíciók

G. A. Beazeley 1919-es jóslatának valóra váltója O. G. Stanhope Crawford volt, aki az első világháborúban (MASON 2016, 333) Belgiumban és Észak-Franciaországban végzett légi fényképezéseket és nyilvánvalóvá vált számára a módszer jelentősége a régészeti kutatásokban. 1921 száraz nyarán készítette a RAF azokat a felvételeket Dél-Angliában, amelyeken Crawford azonosította és térképekre rajzolta (5. ábra) a felszínen nehezen értelmezhető „*Celtic fields*”-ek, vagyis az őskori parcellarendszerek talaj/növényzeti elszíneződés révén megmutatkozó nyomát (CRAWFORD 1923). Az eltemetett régészeti jelenségek és a gabona növekedése közötti összefüggés felismerése egyébként jóval korábbi, az ismert régiségbúvár, J. Leland *Calleva Atrebatum* római kori város 1540 körüli meglátogatásakor jegyezte fel a következőket: „*A curious phenomenon observed at Silchester is that in some parts of the land enclosed by the wall the corn appears to the eye to be a wonderful quality, but as it is about to reach maturity it rots*”



5. ábra. A Winchester – Marlborough közötti római út, halomsírok és a „kelta” (azaz őskori/régi) parcella-rendszer. O.G.S. Crawford RAF-felvételek alapján készített térképe (CRAWFORD 1923)

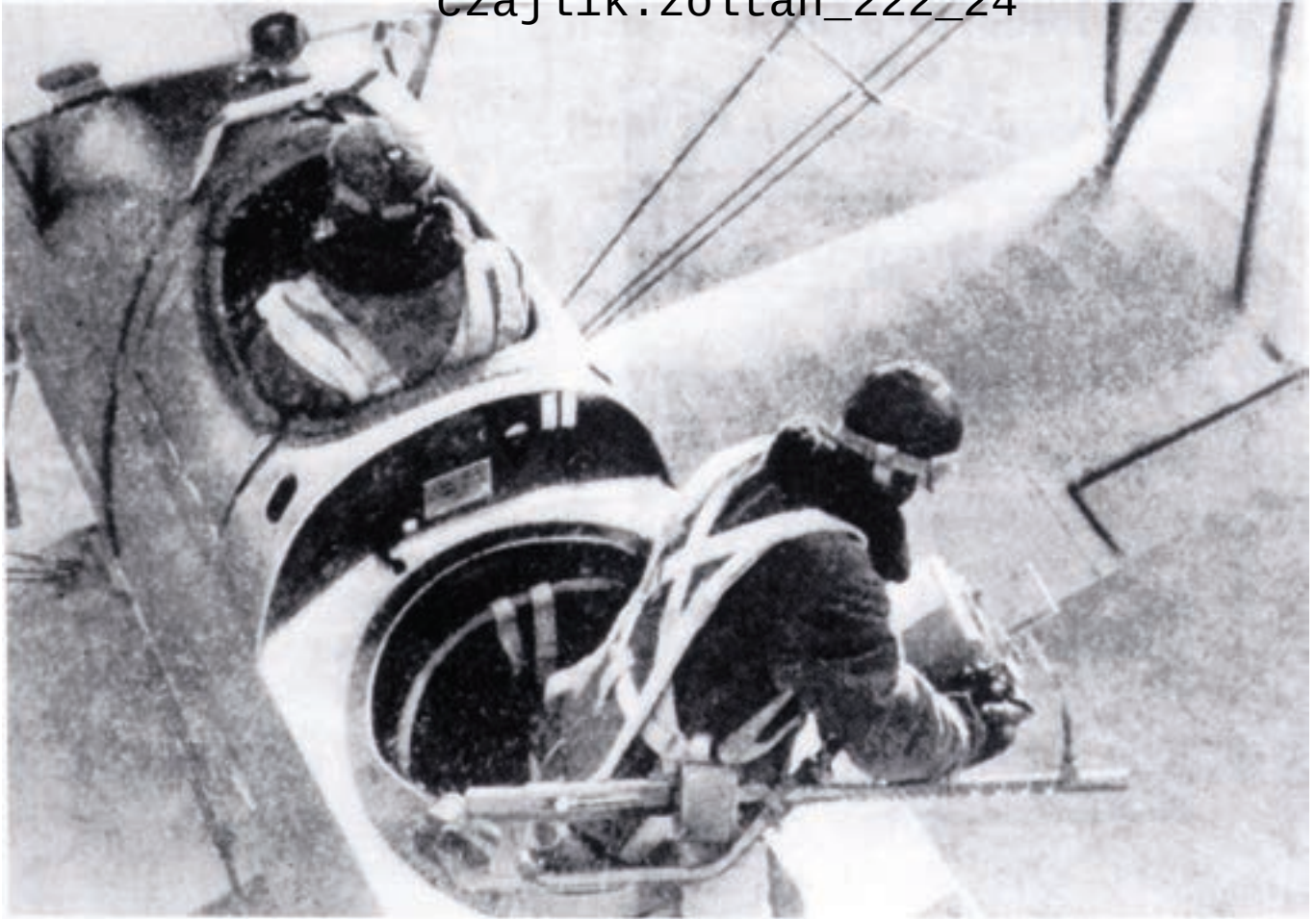
(BARBER 2011, 114, 2. lábjegyzet; vö: FAGAN 1959, 279; CHANDLER 1998, 211).

Crawford felfedezése tehát abban állt, hogy egy ismert jelenség (lásd még: FAGAN 1959, CRAWFORD – KEILLER 1928, 5) tanulmányozásához megtalálta a megfelelő eszközt a repülőgép és a fényképezőgép alkalmazásával (6. ábra). Ahogy előadása végén kijelentette: „A paper of this kind seems called for to inaugurate what will prove to be a new epoch in the history of British archaeology” (CRAWFORD 1923, 360). Crawford írásai-ban is hangsúlyozta, hogy már egy ideje ke-reste-kutatta a megfelelő módszert. Nemcsak Sharpe, Wiegand, Beazeley és mások munká-ját ismerte korábban, nemcsak a növényzeti jelekről rendelkezett – földi – tapasztalatok-kal, de tisztában volt az árnyékhatás jelen-tőségével is a földépítmények kutatásában (CRAWFORD – KEILLER 1928, 5). Az első

sikereken felbuzdulva, 1924 nyarának rossz időjárása ellenére A. Keillerrel rendszeres légi fényképezéseket végeztek Dél-Angliá-ban, ezek eredményeit jelentették meg 1928-ban, „Wessex from the Air” című könyvükben, ami az első eredményes légi régészeti felde-



6. ábra. O.G.S. Crawford (1886 - 1957). K. Hauser életrajzi kötetének címlapfotója (HAUSER 2008)



7. ábra. Légi fényképezés Németországban, az 1930-as években (GRUNWALD 2002, Abb. 9)

rítés-sorozatról szóló összefoglaló kötet lett (CRAWFORD – KEILLER 1928).

Miközben Crawford bizonyos mértékig hasznosította a háború során a sivatagos, félsivatagos zónákban szerzett tapasztalatokat, Wiegand és Beazeley kutatási lehetőségei megszűntek (SZABÓ 2018, 52-53). A Poidébard-nak köszönhetően azonban ezeken az egészen más megfigyelési lehetőségeket kínáló – és jóval veszélyesebb – területeken is komoly eredmények születtek az 1920-as, 1930-as években (POIDÉBARD 1934). Poidébard atlasza és egyéb légi régészeti munkái is főként a szíriai római kori emlékekkel (utakkal, táborokkal, feliratos emlékekkel, sőt minden valószínűség szerint ő fényképezett először levégőből vízalatti régészeti lelőhelyet, GOJDA 2020, 77) foglalkoztak, a klasszika archaeológia és Mezopotámia ókora után újabb aspektusát mutatva meg a módszer alkalmazásának. Itt kell megemlítenünk J. L. Baradez Észak-Afrikában végzett fényképezéseit (BARADEZ 1949) és hasonlóan fontosak voltak a római limes megismerése szempontjából Stein A. (Sir Aurel Stein,

1862 - 1943) magyar származású keletkutató Irakban és Transzjordániában végzett – sokáig közöletlen – légi régészeti kutatásai (GREGORY – KENNEDY 1985). Érdekes adalék, hogy az 1930-as években amerikai légi régészeti expedíció dolgozott Iránban, egyebek között Persepolis dokumentálását készítették el (GOJDA 2020, 79-80).

2.3. A légi régészet kezdetei Németországban és Közép - Európában

Németországban az első világháborút követő repülési tilalom 1926-os feloldása után (GRUNWALD 2008, 70) készültek először légi felvételek régészeti lelőhelyekről. A Luftverkehr Strähle cég (Schorndorf, Württemberg) a Bopfingen melletti lpf vaskori erődített településéről és a Federsee melletti buchai ásatásokról készített felvételeket (BRAASCH 1997, 29). 1928-ban kezdődött a Hansa Luftbild cég régészekkel való együttműködése, elsőik között Haithabu (Hedeby) 8-11. századi településének fényképezésével (BRAASCH 1997, 29). A Hamburg kör-

nyékén 1929-től végzett repülések felkutatása pedig már az volt, hogy a nagyváros környékén tervezett területfejlesztéshez térképezni lehessen a különféle föld- és kőépítményeket („feste Denkmäler”). Úgy gondolták, hogy a függőleges kameratengellyel, 2000 m-es magasságból készült légi felvételek alapján – a terepi felmérésnél jóval olcsóbban – lehet majd az 1:5000-es méretarányú térképeket előállítani (HANSEN 1932a, 1932b, 145; vö. BRAASCH 1997, 29, GRUNWALD 2002, 223). Az eredmények annyira meggyőzők voltak, hogy azokat W. Hansen 1930. szeptemberében Zürichben, a Nemzetközi Fotogrammetriai Kiállításon (GRUNWALD 2002, 224), majd 1932 augusztusában Londonban, egy nemzetközi konferencián mutathatta be (HANSEN 1934).

Hamburg környékén a különféle repülőiskolák segítségével is számos – ferde tengelyű – légi felvétel készült (7. ábra; GRUNWALD 2002, 224-227), majd 1937-től a légierő fényképész kiképzésre használta a területet. Ennek során sikerült H. Schrollernek a werlai ásatásokról olyan fotósorozatokot készíteni, amelyek 60%-os átfedésük miatt sztereoszkópos (azaz 3D) feldolgozásra is alkalmasak voltak, segítségükkel ma is jól használható dokumentációt állítottak elő (GRUNWALD 2002, 228-230). Az intenzív fényképezéseknek köszönhetően, 1938. márciusában talaj/növényzeti elszíneződés révén megmutatkozó lelőhelyeket is azonosítottak: halomsírmézők nyoma it Hibben – Sehnsennél (GRUNWALD 2002, Abb. 11) és Deblinghausennél (GRUNWALD 2002, Abb. 12). Megjegyzendő, hogy az akkor alkalmazott nitrófilmek rendkívül tűzveszélyesek voltak, így a kiképzés során készült negatívokat rendszeresen elégették (GRUNWALD 2002, 231-232). Feltehetően csak a pozitív (papír) másolatok egy része maradt meg.

1937-től több régészeti intézmény, így a Römisch-Germanischen Kommission (Frankfurt) részvételével, G. Schroller vezetésével, repülésben jártas régészek bevonásával egész Németországra kiterjedő légi fényképezési program indult (GRUNWALD 2004, 83). Ennek keretében alkalmazták 1937. augusztus 15. – november 15. között J. Wernert, az RGK akkor fiatal kutatóját, a légierő tartalékos tisztjét a Hansa Luftbild által végzett



8. ábra. Iža – Leányvár (Szlovákia) vertikális légifotója 1936-ból (A 3. Pozsonyban állomásozó csehszlovák repülőezred felvétele, MENCL 1937, I. tábla)

munkában. A fő cél a jól látható régészeti lelőhelyek/ásatások fényképezése volt, felderítésre alig került sor (BRAASCH 1997, 29-30). O. Braasch szerint J. Werner esetében az utóbbi összefügghetett a növényzeti jelek szempontjából szerencsétlenül kiválasztott őszi időponttal (BRAASCH 1997, 31).

1938 márciusában volt Berlinben a Lilienthal Társaság szervezésében az a tudományos ülés, ahol nemcsak W. Hansen és H. Schroller, hanem O. G. S. Crawford – akkor a Prehistoric Society elnöke – is előadást tartottak. A tanácskozáshoz légi fénykép kiállítás kapcsolódott és – a Hansa Luftbild támogatásával – régészeti légi felvételekkel gazdagon illusztrált könyv jelent meg (BUTTLER et al. 1938).

Ausztriában az első régészeti légi fényképezések 1924-ben voltak, J. Czech von Czechenherznek köszönhetően. F. Hautmann,



9. ábra. Légi fényképészek az új Fokker XI. repülőgép előtt: (balról jobbra) Gersi István, Kruttschnitt Aurél, Lendvay (?), Neogrády Sándor és a repülővezető (BALLA – HRENKÓ 1991, 39, vö. BAKÓ 2013a)

a kismartoni Múzeum alapítója már az 1930-as években légi fotózott. Az első fennmaradt légi fotókat E. Nischer Falkenhofnak köszönhetjük, aki a Hainburg melletti Braunsberg kelta oppidumáról készített térképészeti célú felvételeket 1931-ben. Az újjáalakuló osztrák légierő pedig *Carnuntum*ot fényképezte 1935-ben (DONEUS et al. 2013b, 16-17; GOJDA 2020, 71).

Mindeközben Közép-Európából még a ballonos fényképezés, pontosabban annak rögzített változata sem tűnt el teljesen. Nem az egyetlen, de talán a legismertebb példa erre a lengyelországi Biskupin erődítésének kutatása. Az először szláv településnek gondolt, később a Lausitzi kultúra híres lelőhelyévé vált területet kiemelt érdeklődés övezte, az ott folyó ásatásokat már 1935-től – akár 150 m magasságra felemelkedő! – ballonról dokumentálták (RĄCZKOWSKI 2005, 154). Lengyelországban egyébként már korábban, 1929-ben fényképezett a légierő, Rzućewo neolitikus ásatását (RĄCZKOWSKI 2005, 154). Az ismert régészeti lelőhelyek légi fényképezése az egykori Csehszlovákiában 1929-ben kezdődött meg (ČIŽMAŘ – KNECHTOVÁ 2021, 30). Más lelőhelyek mellett Staré Hradisko vaskori oppidumáról 1935-ben készült felvétel (PLATICHOVÁ 2010, 306, ČIŽMAŘ – KNECHTOVÁ 2021, 30). A hazai kutatók számára az egyik legérdekesebb fotó Izsa (Iža)

– Leányvár római katonai táborát ábrázolja 1936-ból (8. ábra, MENCL 1937, I. tábla; vö. HANZELYOVÁ et al. 1996, 194 és BEWLEY 1997, 10). Ebben az időszakban készült légi fotó a stomfai (Stupava) római katonai tábor ásatásáról (ONDROUCH 1941, Tab. I) és számos felvidéki középkori városról (Pozsony/Bratislava, Trenčín/Trenčín, Selmecbánya/Banská Štiavnica, Nagytapolcsány/Topolčany, Kiszucaújhely/Kisucké Nové Mesto, MENCL 1937).

Ezek a légi fényképezések legfeljebb egy-egy kiemelt jelentőségű régészeti lelőhely esetében voltak rendszeresek és jóformán kizárólag ismert, többnyire kömlékek megörökítését jelentették. Ebbe a trendbe illeszkedik, hogy Romániában – a Traianus-fal korábban említett 1918-as légi fényképezésén kívül – 1928 – 1943 között rendszeres fotózás folyt az ókori *Histria* zónájában (STEFAN 2019, 10-12).

2.4. A korai hazai kutatások

A hazai régészeti légi fényképezés úttörője Neogrády Sándor (1894-1966) volt. Felderítő fényképészként vett részt az I. világháborúban, az olasz fronton. Legkorábbi harctéri légi felvételeit 1917-ből tartjuk nyilván. A háborút követően a Honvéd Térképészeti Intézetben



10. ábra. Nagyberki – Szalacska (Somogy megye), a kora vaskori halomsírmező északi halomcsoportja. Neogrády S. archív felvétele, 1929. július. A törött üvegnegatívot Suba J. azonosította az MN Hadtörténeti Intézet gyűjteményében, digitális restaurálását és EOTR 1:10.000-es térképbe való beillesztését Holl B. készítette el 2005-ben

megindított légifotó-alapú térképezések egyik vezetője lett. A régészettel való kapcsolatba kerüléséről így írt 1950-ben megjelent, megmaradt fényképeit bemutató munkájában:

„Kora tavasztól késő őszig, néha decemberig, amíg az első hó le nem hullott, az ország különböző részeiben dolgoztam és igen sok alkalmam nyílt repüléseim alatt érdekes megfigyeléseket tenni. A szántóföldeken, mezőkön, különös formájú, emberkéz alkotta nyomokat fedeztem fel, amelyeket meg is örökítettem, mert ösztönszerűleg sejtettem, hogy ezek a nyomok a régészeti kutatásokkal valamilyen kapcsolatba hozhatók” (NEOGRÁDY 1948-1950, 285).

Neogrády 1920 nyaratól végzett térképészeti légi fényképezéseket, de a trianoni repülési tilalom miatt 1921-22-ben nem repülhetett (BAKÓ 2012). Légi megfigyelőként a fotótérképezést 1923 nyarán kezdte újra és 1934-ig folytatta (NEOGRÁDY 1948-1950, 289), régészeti légi fényképezéssel pedig 1924-től 1934-ig foglalkozott (NEOGRÁDY 1948-1950, 289). A vezető légi fényképész ezt követően Gersi I. őrnagy (a százhalombattai halomsírmezőről készített légi fényképeit lásd: HOLL – CZAJLIK 2013, 27), 1939-től pedig Buday L. százados volt (9. ábra). Neogrády a felvételeket a gép oldalára akasztott, majd a géptörzsbe beépített, üveglemezes fényképezőgépekkel készítette, utódai a harmincas évektől – a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően – már filmes készülékeket használtak (BAKÓ 2013b).

Az üveglemez az 1923-tól felváltó nagyfelbontású légi filmek jelentősen megkönnyítették a fotórepüléseket (SCHNEIDER 1974, 6).

Amíg Crawford képzett régész volt és Poidébard sem csak a levegőből kutatta és légi fotók alapján publikálta a római kori emlékeket, a fényképész-térképész Neográdynak régésztámogatóra lett volna szüksége felderítéseinek rendszeressé tételéhez és régészeti feldolgozásához. Szalay Ákossal dolgozott együtt, aki a dunabogdányi római *castellum* ásatásánál hazánkban először használt fel légi felvételeket, mégpedig minden bizonnyal Neogrády fotóit (SZALAY 1933, vö. ERDÉLYI-SÁGI 1984, 274). Szalay tragikus halálát követően Neogrády legfőbb mentora, Márton L., a Magyar Nemzeti Múzeum címzetes igazgatója volt. Feltehetően az utóbbi őskor iránti elkötelezettségének köszönhető, hogy a római kor mellett gyakran jelennek meg őskori lelőhelyek (pl. Nagyberki – Szalacska (10. ábra), Tihany – Óvár, Balatonboglár, Vál, Nagydém) Neogrády felvételein (NEOGRÁDY 1948-1950). 1934-ben azonban váratlanul Márton L. is meghalt, így Neogrády támogató nélkül maradt. Vállalkozása az „Aerofotó Neogrády” sem lett sikeres, legutolsó ismert felvétele 1940 júniusában készült a Sajónémeti földvárőről (NEOGRÁDY 1948-1950, 326).

Neogrády nem ismerte Crawford és Keiller 1928-as könyvét, csak Crawford (és társai) egy későbbi munkáját (BUTTLER et al. 1938), így azt hitte: „hogy a (régészeti) légikutatás vonalán a megindulásnál a külföldet bizonyos mértékig megelőztük” (NEOGRÁDY 1948-1950, 289). Az adatok összevetése alapján ez biztosan nem így volt, azt azonban kijelenthetjük, hogy a hazai munkálatok ugyanabban az évben, 1924-ben kezdődtek el, mint Angliában, mégha a legkorábbi – Neogrády tanulmányában fennmaradt fotók – csak 1928. júliusi keltezésűek is. Ez azt jelenti, hogy rendelkezésünkre álló információk alapján a közép-európai régióban minden valószínűség szerint C. Schuchhardt 1918-as repüléseit követően ő végzett újra légi régészeti kutatásokat (vö. VISY 2013, 166, SZABÓ 2018, 68-73). Más kérdés, hogy Neogrády közölt felvételei néhány kivétellel (pl. Sárkeresztúr, római út, NEOGRÁDY 1948-1950, 310-311) – régészekről (vö. CZAJLIK 2020, 31), és/vagy Marsigli(!) mappáiról (Dunapentele (ma Dunaújváros), Ko(s)zider asztal, NEOGRÁDY 1948-

1950, 289) származó információk alapján készülhettek, miközben Crawford, vagy Poidébard nagykiterjedésű, korábban ismeretlen lelőhelykomplexumokat fedezett fel és térképezett. Régészeti felkérésre készíthette el a Magyar Királyi Légierő a korábban említett százhalombattai felvételeket a vaskori halomsírmézőről, illetve Hódmezővásárhely – Nagytatársánc légi fényképezését. Az utóbbi kezdeményezője Banner J. volt, aki terepi kutatásaival kiegészítve 1940-ben fotótérképként publikálta az eredményeket (BANNER 1939). 1940-ben a Légierő Parancsnokság irányítása alatt megalakult a Légi Fényképező és Kiértékelő Csoport (BAKÓ 2016), amely az elsők között készítette el a Dunamente légi felvételeit. Ezek alapján – Marsigli térképeivel összevetve – sikerült Radnai Lorándnak a római út és az őrtornyok, valamint a Nagy Fehér Szék nevű, akkor még szántatlan területen egy nagyobb település meghatározása



11. ábra. J. K. S. St Joseph angol régész, geológus és RAF-veterán (1912 - 1994), a Cambridge-i Egyetem régészeti légi fotó gyűjteményének (CUCAP) létrehozója. Az Upper Tisza Project keretében az 1990-es évek elején Magyarországon is készített légi fényképeket



12. ábra. Sântana (Arad megye, Románia, 1965. augusztus 18). Kora vaskori erődítés-rendszer (STEFAN 1999, 264)

Dunapentelénél (RADNAI 1940). Hasonlóképpen az 1940-es években készült térképészeti célú katonai légi fényképek segítségével vált lehetségessé a daciai limes Meszes-hegységi szakaszának meghatározása (RADNÓTI 1944-1945).

Érdekes adalék a térség légi régészeti kutatásához, hogy O. G. S. Crawford legalább kétszer, 1931-ben és 1932-ben járt Romániában, amelynek során feltehetően a Csörsz-árok rendszeréhez tartozó jelenségekről szerzett tudomást: „... two long linear earthworks between the Siebenburgen mountains on the east and the Theiss on the west which run north” (CRAWFORD 1950, 219-220). 1938-ban pedig, egy Belgrád – Budapest repülőút során további, általa rómainak vélt sáncokat fedezett fel Apatin és Erdőd, Újvidék és Pétervárad, valamint Újvidék és Törökbecse között. Megfigyeléseit a III. katonai felmérés adataival vetette össze és 1950-ben publikálta (CRAWFORD 1950, 218-219).

2.5. Szisztematikus légirégészeti kutatások Európában 1945-től 1990-ig

Neogrády S. összefoglaló tanulmányában nemcsak a háború előtti kutatások történetét, általa ismert nemzetközi hátterét írta meg, hanem hírt adott a Szovjetunióban, az Aral-tótól délnyugatra, az egykori Hvárezm területén közvetlenül a 2. világháború után lefolytatott légirégészeti expedícióról (NEOGRÁDY 1948-1950, 384). Sz. P. Tolszov vezetésével 1946 júliusa és októbere között négy misszióban vizsgálták a sivatagos terület csatorna-rendszereit, ókori és középkori településeket, várakat azonosítottak (TOLSZTOV 1950, 41-66).

Ami az európai országok háborút követő légi régészeti kutatásait illeti, gyors fejlődésről csak Nagy-Britanniában, (pontosabban Angliában) beszélhetünk. J. K. S. St. Joseph (1912-1994) régész, geológus és nem utolsósorban a RAF korábbi légi fénykép értelmezője már 1944 decemberében egy 3-4 éves programot vázolt fel (St. JOSEPH 1945, 59, 11. ábra). Így jött létre 1947-

ben az első komoly és közel 500.000 felvételével máig az egyik legnagyobb régészeti légi fotó gyűjtemény a Cambridge-i Egyetemen (Cambridge University Collection of Aerial Photography (CUCAP); <https://www.cambridgeairphotos.com/about/>). A Nagy-Britanniában rendkívül sikeres módszer kontinentális adaptálásában komoly hatása volt az 1940-es évek 2. felében lezajlott apuliai projektnek. A II. világháborúban pilótaként Itáliában szolgáló J.S.P. Bradford ismerte fel a különféle talaj- és főként a növény-jelek igazi jelentőségét (BRADFORD 1957). Hasonlóan nagy szerepe volt Franciaországban a kutatások megindításában R. Chevallier-nek (1929 - 2004), aki 1961-től volt az École pratique des hautes études (Párizs) oktatója. Több kézikönyvet írt a légi régészetről (pl. CHEVALLIER 1964, 1971) és tanulmányt a római földbirtokrendszer kutatásáról Tunéziában (CHEVALLIER 1958).

Fontos rögzíteni, hogy Nyugat-Európában sem csak a II. világháború akadályozta az 1930-as években megkezdett régészeti repülések folytatását, hanem – főként eleinte – a kontinens nyugati felén is fennálló korlátozások. Franciaországban (GOGUEY 2004) és Olaszországban csak az 1950-es évek második felétől, <http://www.censimento.fotografia.italia.it/archivi/aerofototeca-nazionale/>), Nyugat-Németországban (BRAASCH 1997, 29-31; LEIDORF 1996, 35) és Ausztriában (itt H. Friesingernek köszönhetően) az 1960-as évektől (DONEUS et al. 2013b, 18), Belgiumban az 1960-as évek közepétől (LÉVA 1999, 111), Svájcban pedig 1988-tól (LECKEBUSCH – NAGY 1999, 156) alakult ki a rendszeres légi régészeti kutatás.

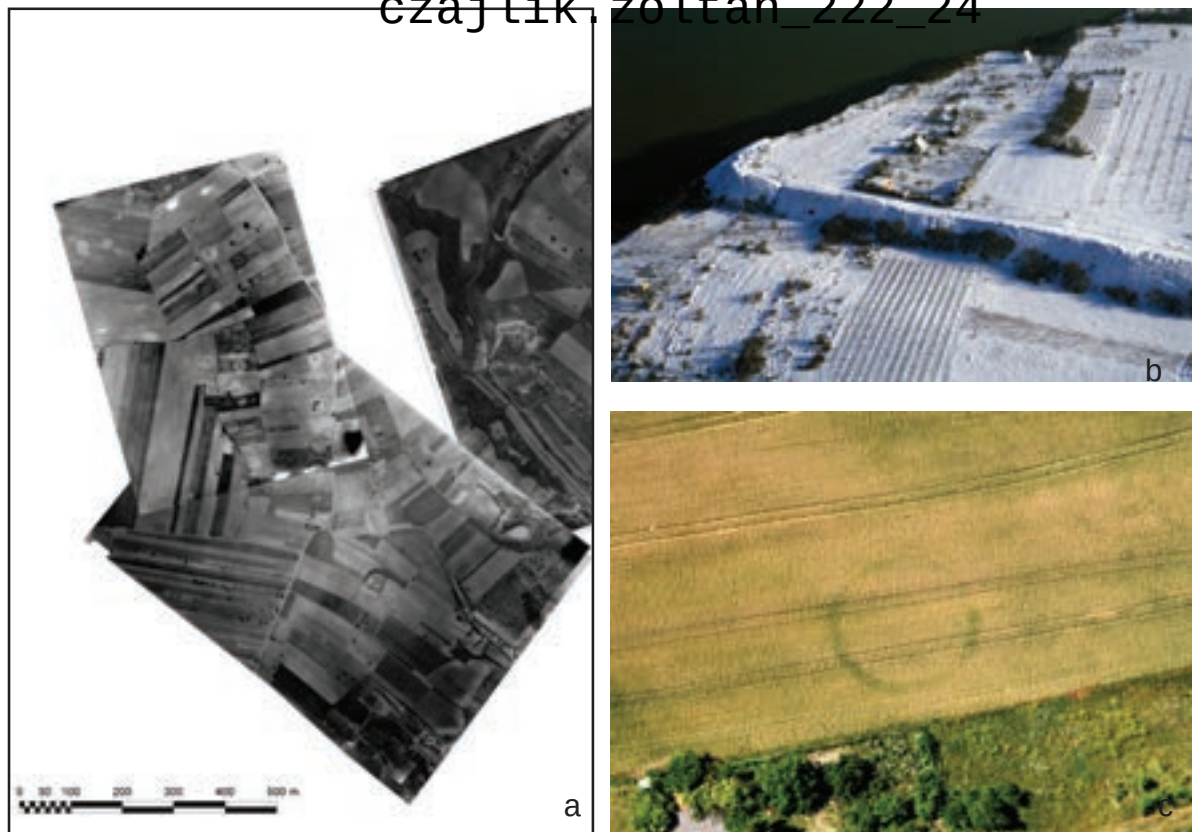
Franciaországban az 1950-es évek végétől számos régióban kezdődtek szisztematikus kutatások (DELÉTANG 1999, 5), közülük nemzetközileg a legismertebbek R. Agache (1926 – 2011; Champagne és Picardie), R. Goguy (1921 – 2015; Bourgogne és Alsace) és H. Delétang (Loir-et-Cher) eredményei voltak. A két világháború közötti kisebb próbálkozásokat követően Németországban 1960-ban indultak meg a tervszerű légi régészeti kutatások, I. Scollar (1928-2021) vezetésével. Dél-Németország jelentős részén, különösen Bajorországban óriási mennyiségű (több mint 20.000) új lelőhely azonosítása fűződik O.

Braasch-hoz (1936 – 2021). Az ő és K. Leidorf munkájának köszönhetően a Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege régészeti légifotói már az 1990-es évek közepén meghaladták a 700.000 darabot, így a világ egyik legnagyobb hasonló profilú gyűjteményévé vált (LEIDORF 1996, 35-37).

Közép-Európában, a szocialista országokban sem voltak mindenütt azonosak a lehetőségek (vö. VISY 2013, 168). Csehszlovákiában már 1949-ben sikeres légi fényképezésre került sor a Podolí – Žuraň-nál talált langobard királysír kutatásánál (VISY 1997, 24). Ebben bizonyára szerepet játszott az, hogy J. Böhm, a II. világháború előtti időszak egyik vezető cseh régésze külön tanulmányban hívta fel a figyelmet a módszer fontosságára (BÖHM 1939, vö. GOJDA 2020, 70-71). Az 1950-es évek végén indult meg a szláv várak (Mikulčice, Pohanská, Sady) légi fényképezése (VISY 1997, 24) és 1961-ben a prosiměřice-i kora bronzkori erődítésről is készültek légi fotók (PERNICKA 1961).

A kutatások folytatásában minden bizonnyal fontos szerepe volt a Prágában 1967-ben megrendezett francia légi régészeti kiállításnak (HÁSEK 1968). Az 1970-es években folytatódó repülések (PAVELCIK 1976, ČERNÝ 1978) mellett kurióznak számított Těšetice-Kyjovice újkőkori lelőhelyének légi fényképezése, ami egy távirányítású modellrepülőgép segítségével valósult meg (VISY 1997, 24). Bizonyos felderítő kutatásból származó információk már az 1970-es években napvilágot láttak (SEDLÁČEK – VENCL 1975), azonban az első szisztematikus légi régészeti programot M. Bálek és J. Kovárník indította 1983-ban (PLATICHOVÁ 2010). Eredményeiket csak kisebb, cseh nyelvű közlésekben jelentették meg, így a nemzetközi kutatás a csehországi lehetőségeket elsősorban M. Gojdának az 1990-es évek elején elkezdett munkája révén ismerte meg (GOJDA 1994).

Lengyelországban az 1960-as években kezdődött újra a légi régészeti tevékenység, főként kora középkori várak – gyakran helikopteres – kutatásával. Az 1970-es – 80-as években egyre nagyobb számban használták a katonai és polgári térképészeti célú légi felvételeket (RĄCZKOWSKI 2005, 154-155).



a: Gersi I. függőleges kameratengellyel készített, régészeti célú felvételei (1934. július, a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményében, illesztés: Holl B.).

b: Az 1934-es felvétel északkeleti részén sötét csíkként azonosítható vaskori sánc régészeti célú, ferde tengelyű légi fotója (2003. január 12, Czajlik Z.).

c: Körárokra utaló elszíneződés ferde tengelyű légi fotója őszi vetésű gabonában (2017. június 9, Czajlik Z.). A jelenséget eddig függőleges kameratengelyű felvételeken nem figyeltük meg.

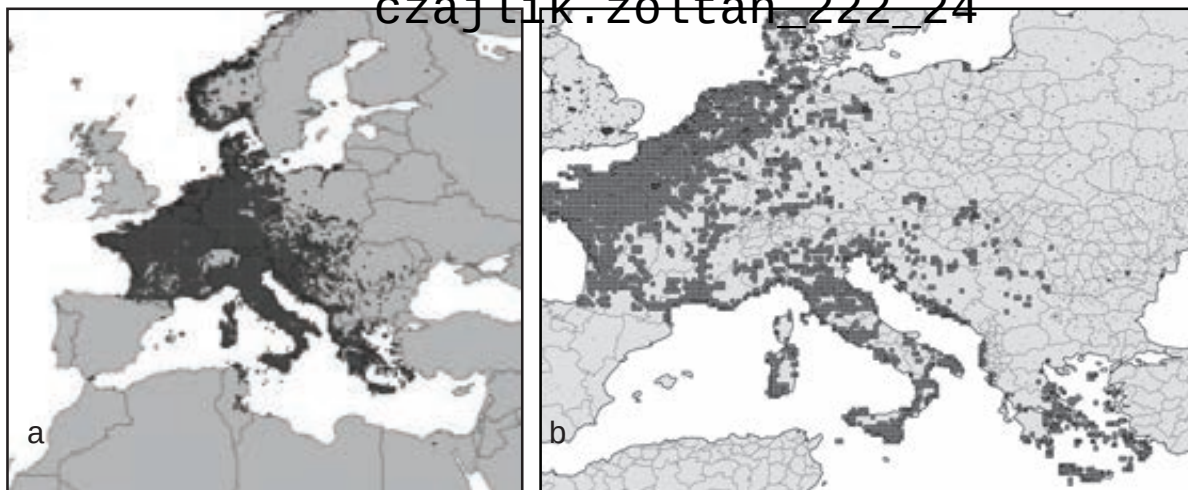
13. ábra. Százhalombatta – Százhalom és Százhalombatta – Földvár (Pest vármegye) lelőhelyek részletei régészeti célú légi felvételeken.

Romániában az 1970-es évektől egészen 1986-ig rendszeres légi régészeti tevékenység folyt (STEFAN 1986, vö. CZAJLIK et al. 2020, 7-8), miközben számos akkori szocialista országban csak nagyon korlátozottan volt lehetőség régészeti repülésekre egészen az 1990-es évek elejéig. Csehszlovákiához hasonlóan általában a már ismert lelőhelyek légi fényképezését folytatták. Így az egyik legfontosabb eredményt az 1965-ös vertikális légi felvételeken már jól azonosítható santanai őskori erődítés kutatása jelentette (STEFAN 1999, különösen 262-265, 12. ábra).

A háború előtt Magyarországon a régészeti célú légi fotókat (pl. Százhalombattánál és Hódmezővásárhely – Nagytatársáncnál) függőleges kameratengellyel készítették (lásd: HOLL – CZAJLIK 2013, 27 és BANNER 1939), csakúgy, mint a pannoniai (RADNAI 1940),

vagy a daciai limes térképészeti célú felvételeit (RADNÓTI 1944-1945). Neogrády S. 1948-ban egyenesen értelmetlennek tartotta a ferde tengelyű felvételek készítését: (a képeknek) „*függőlegesen kell készülnie. Ferdetengelyű, úgynevezett panorámafelvételeknek nincsen olyan jelentőségük, legfeljebb festőibb és laikusok részére élvezhetőbb képet mutatnak.*” (NEOGRÁDY 1948-1950, 289).

Azonban éppen ezzel a „laikus” módszerrel kísérletezett Neogrády kortársa, G. W. G. Allen 1932 – 1939 között. A Temze-völgyében végzett kutatásai során rájött, hogy a növényjelek azonosításában jóval eredményesebb a ferde tengelyű, mint a vertikális légi fényképezés. Kitapasztalta a vegetációs ciklus alkalmas időablakait és a napszakok jelentőségét a régészeti jelenségek azonosításában (GOJDA 2020, 69). Az akkor új módszer (13. ábra) terjedését paradox módon éppen a há-



92. ábra. A világháborúhoz köthető angolszász légi fényképezések helyszínei Európában:

a: a felvételek zöme Nyugat – Európában készült (5,5 millió kép, NCAP (TARA) ACIU-gyűjtemény), a Magyarország területén készült fotók többsége a Dunántúlról (COWLEY et al. 2013, 2.1. ábra, részlet; © Crown Copyright, RCAHMS) (TARA_ACIU_US7GR_2196_3068. Licensor NCAP/aerial.rcahms.gov.uk)

b: Az NCAP (TARA) ACIU-gyűjtemény júniusi darabjai. A növényzeti jelek szempontjából kritikus időszakokból Magyarországról csak kis területekről (Budapest, Pest vármegye északi és nyugati része, Fejér megye és Komárom – Esztergom vármegye) vannak felvételek (COWLEY – STICHELBAUT 2012, 5. ábra; © Crown Copyright: RCAHMS/aerial.rcahms.gov.uk)

borús tapasztalatok segítették. Az angol és amerikai vadászpilóták által a II. világháborúban kialakított „strafing” technika alapján, alacsony repülési magasságból, a repülési irányt gyakran változtatva, körözve, az azonosított régészeti jelenséget folyamatosan megfigyelve, a legkedvezőbb pozícióból készülhettek el a fényképek (vö. GOGUEY – SZABÓ 1995, 14, 91). Alkalmazását, a ferde tengelyű fényképezésnek az 1970-es évekre a felderítő légi régészetben való általánossá válását nagyban segítette az erős és jól manőverezhető sportrepülőgépek (pl. Cessna, Robin) elterjedése. A kisgépek fedélzetén azonban legfeljebb középformátumú (6x4,5, 6x6, vagy 6x7 cm-es, pl. Hasselblad, Mamiya), de inkább kisformátumú (24x36 mm-es, pl. Leica) professzionális kézi kamerákkal lehetett dolgozni. Ugyanakkor felgyorsult a régészeti jelenségek megörökítése, növelve a repülések hatékonyságát. További előnye a módszernek, hogy bár sok neves régészeti felderítő eredetileg pilóta volt (pl. O. Braasch, R. Goguey), mégis egyre több régész dolgozhatott a repülőgépeken, - általában a felderítő és a fényképezési feladatokat átvéve.

2.6. Az archív légi felvételek régészeti alkalmazásának lehetőségei

A II. világháború alatt és után, a 20. század folyamán óriási mennyiségű légi fénykép, az 1960-as – 1970-es évektől pedig egyre több úrfelvétel is készült a kontinenseken. A különféle archívumokban őrzött anyag számáról csak becslések vannak, a fotók száma világszerte elérheti a 100(?) milliót, amelynek csak töredéke kutatható (COWLEY et al. 2010, 1). Ennek ellenére az önálló régészeti repülések hosszabb-rövidebb ideig tartó tiltása, bizonyos légifotó-anyagok gyűjteményekbe rendezése, majd fokozatos kutathatóvá válása, továbbá az 1950-es, 1960-as évek térképészeti repüléseinek légi felvételei fenntartották a régészek érdeklődését a függőleges kameratengellyel, nem régészeti céllal készült felvételek elemzése iránt is. Megfigyelhető, hogy számos országban (pl. Ausztria, Magyarország) először ezek az anyagok váltak kutathatóvá, vagy ilyen felvételek készíttetése vált lehetővé, mielőtt a kisgépes ferdetengelyű régészeti fotózások elindulhattak volna. Bár ezek a felvételek sem repülési magasság, sem évszak, sem napszak szempontjából nem alkalmazkodtak az archeológia igényeihez, mégis – szorgos aprómunkával – rengeteg információ nyerhető ki belőlük. Ennek jelentősége nyilván hatványo-



15. ábra. Nagyberki – Szalacska (Somogy vármegye), 1974. április 4. A fentrol.hu-ról származó ortofotó részlete a halomsírmező középső zónájáról álló és elszántott halmokkal, valamint Kemenczei T. halom-feltárásainak üres szelvényeivel

zott, ha az adott időszakból (pl. Magyarországon 1992-ig) nem, vagy alig áll rendelkezésünkre régészeti célú felvétel.)

Az európai szempontból meghatározó külföldi nagy archívumok jelentős része elérhető a National Collection of Aerial Photography, NCAP, Edinburgh, <https://ncap.org.uk/collections>) rendszerén keresztül. Ez tartalmazza az egykori The Aerial Reconnaissance Archives, TARA; COWLEY et al. 2010, 2-3, COWLEY et al. 2013) anyagait (így annak számos, korábban különálló részét is, pl. ACIU, MAPRW, stb.), bizonyos részei pedig szkennelt formában is elérhetők/kutathatók. A fentiekén túl, az NCAP rendszerén keresztül az Egyesült Államokban, Maryland-ben üzemelő National Archives and Records Administration, NARA egyes anyagai is elérhetők. Mellettük számos, régészeti szempontból kiemelkedően fontos, ugyancsak nagy archívumot ismerünk (pl. a Historic England (Swindon) gyűjteményét: <https://historicengland.org.uk/images-books/archive/collections/aerial-photos/>, vagy a Centre Camille Jullian (Marseille) <https://ccj.cnrs.fr/spip.php?article1876> archívumát).

A fent említett nagy archívum-rendszer (az NCAP TARA-hoz kötődő része) hazai vonatkozású anyagokat is tartalmaz (COWLEY et al. 2010, 4), amelyek elsősorban az an-

golszász légierő 1944-1945-ös bombázásai során készültek (14. ábra). A felsorolt nagy gyűjteményeken kívül számos fontos regionális archívum légi felvételei (pl. Det Kongelige Bibliotek és Kort & Matrikelstyrelsen, Dánia; az Istituto Geografico Militare (IGM), Firenze és az 1958-ban, D. Adamesteanu által alapított Aerofototeca Nazionale, Róma, Olaszország, lásd: CZAJLIK et al. 2020, 8) használhatók a régészeti kutatásokban (COWLEY – STICHELBAUT 2012, 226-227).

Ami pedig a hazai archív térképészeti célú légi felvételeket illeti, ezek több intézményben érhetők el. A II. világháború előtti, erősen töredékes fotóanyagot a Hadtörténeti Intézet és Múzeum Hadtörténeti Térképtára őrzi (<https://militaria.hu/hadtorteneti-intezet-es-muzeum/terkeptar/a-terkeptar-gyujtemenye>). A gyűjtemény régészeti szempontból kiemelkedően fontos része az az 1940-es évek elején, a teljes magyarországi Duna-szakasról készült fotósorozat, amely számos római kori lelőhely esetében kulcsfontosságú topográfiai információkat tartalmaz (VISY 2013, 169-175). A II. világháború utáni katonai térképezések során, 1953-tól készült légi felvételek a HM Zrínyi Nonprofit Kft. gyűjteményében vannak (<https://hmzrinyi.hu/>). A polgári célú térképezéshez készült csaknem fél millió felvétel az



16. ábra. Részlet a Magyar Királyi Légierő Budapestről és környékéről készült fotósorozatából (Budaörs dél, 1944. április 14., fortépan.hu, A), illetve a Google Map 2021. márciusi kompozit légi felvétele ugyanarról a területről (B).

Az 1944-es fotón a repülőtértől D-re pusztuló erődítési nyomok figyelhetők meg, amelyek a közel 77 évvel később (b.) készült felvételen a hétvégi házas beépítés miatt már nem ismerhetők fel. A kialakult utcaszerkezet ugyanakkor részben igazodni látszik az egykori(?) lelőhelyhez.



1959 – 2007 közötti időszakból a Lechner Nonprofit Kft. Filmtárában található. Közülük az utolsó közlés szerint 200.161 érhető el a fentrol.hu honlapon keresztül (15. ábra). Az utóbbi honlapon keresztül újabban kisebb hazai gyűjtemények (pl. ÉDUVIZIG, Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar, Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar) anyaga is elérhetővé vált az interneten. Az archívumok szkennelése nemcsak a hozzáférhetőség miatt fontos, hanem az állományok védelme, hosszabb távon a megmentése érdekében. Erre jó példa a fortépan.hu oldal, amelyen közösségi forrásból származó, egyes esetekben kiváló minőségű légi felvételeket találhatunk.

Már az 1880-as években születtek elképzelések a Selmezbányai Bányászati és Erdészeti Akadémián a fotográfálás erdészeti felmérésekben

való alkalmazásáról (UJSÁGHY 1882). A légi fénykép alapú térképezéseknél kulcsszerepű fotogrammetria hazai alapjainak lerakója, Jankó S. (JANKÓ 1917) ugyancsak az Akadémia tanára volt. Tevékenysége teljes szinkronban volt a nemzetközi gyakorlattal, hiszen a sztereo légi fényképezést az I. világháborúban kezdték el alkalmazni (GOJDA 2020, 45). Az erdészeti célú légi fényképezések szervezése már II. világháború előtt megkezdődött (FODOR 1935, SZEDERJEI 1939), de a rendszeres, felmérési célú erdészeti légi felvételezés csak az 1960-as évek elején indult el (NÉMETH 1965, 123). Az erdőterületeknek az 1990-es évekig folytatott légi fényképezése – a hazai erdők 10 éves ciklusokban való teljes dokumentálása – jelentős mennyiségű képanyagot jelent, amelyet az NFK Erdészeti Főosztálya (https://nfk.gov.hu/Erdotervezes_news_342, 1023 Budapest, Frankel Leó út 42-

44.) őriz. A Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karán is létrejött egy kisebb erdészeti légi fotó gyűjtemény, amelynek rendezése során Király G., a Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet munkatársa összegyűjtötte a kérdéskör hazai szakirodalmát (<http://geo.emk.nyme.hu/17847.html?&L=1&id=17847&type=0>). A légi fotó gyűjtemény elérhető a fentrol.hu-n.)

Az erdészeti célú légi fotóanyagok lombos időszakokban készültek, így régészeti célra nehezebben használhatók a térképészeti felvételezésnél, ugyanakkor a letermelt területek szisztematikus vizsgálata számos, a lelőhelyekkel kapcsolatos új információt hozhat.

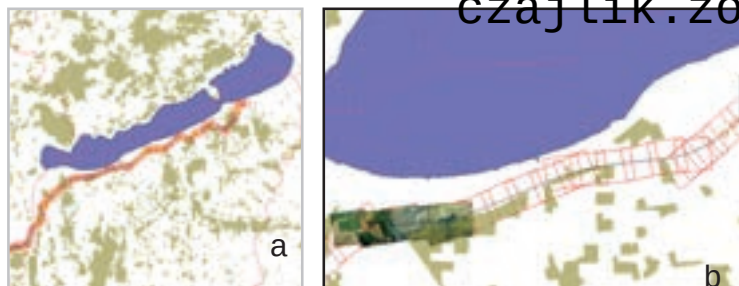
Az 1960-as évektől az erdészet mellett számos szakterületen (geológia, talajtan, botanika, mezőgazdasági földhasználat, geográfia, vízügy, régészet) megkezdődött a légi fényképezés alkalmazása. Az akkori munkálatokról Mike Zs. készített kitűnő összefoglaló tanulmányt (MIKE 1968), akinek a vezetésével egy rövid ideig működő, a különféle területek szakembereit összefogó munkacsoport is létezett (MIKE 1966). Mike az akkor elérhető úrfelvételek értelmezésében is úttörő szerepelt vállalt, elsősorban a talajtan területén (MIKE 1980).

A magyarországi vízügyi térképezésben az 1960-as évektől egyre kiterjedtebben alkalmazták a ferde kameratengelyű légi fényképezést. 1975-től az „Argos Stúdió” néven dolgozó kutatói csapat megkezdte a függőleges tengelyű légi felvételek előállítását, amelyek egyik „gyakorló területe” a fenékpusztai ásatás volt. 1976-tól négy kamera párhuzamos elhelyezésével több színsávós (multispektrális) felvételek készültek, elsősorban vízszennyezések felderítésére. 1977-ben pedig Rádai Ö. geológus sürgetésére elkészült az első infravörös (IR) nagyfelbontású légitérkép Magyarországon. A kutatott terület a Hévízi-tó volt (ennek közelében régészeti lelőhelyet is sikerült megfigyelni, RÁDAI 1990, 125). A légi felvételek három kamerával (infravörös, színes negatív és pankromatikus filmre) készültek, így később ezekből az anyagokból színes infravörös kompozit (CIR) ortofotó-mozaik előállítása is lehetséges volt (LICSKÓ 2017, 523-524.). Az egykori VITUKI-hoz kötődő légi fényképezések feldolgozása és értelmezése (RÁDAI 1978) az adott kor technikai lehetőségeihez képest nemzetközileg is élenjáró volt.

A hazai archívumok használhatóságát is nagyban befolyásolja a mutatók, repülési naplók keresetősége, a fotóanyag rendezettsége. Jelenleg a fentrol.hu gyűjteménye a legjobban elérhető, mert nemcsak szkennelt és rektifikált fotókat tartalmaz, de ezek a világhálón keresztül letölthetők, csakúgy, mint pl. a repülési/fényképezési adatok. A gyűjtemények szkennelése nemcsak a hozzáférhetőség miatt fontos, hanem az állományok védelme, hosszabb távon a megmentése miatt is. Utóbbira különleges példa a fortepan.hu oldal, amelyen közösségi forrásból származó, már-már elkallódó, egyes esetekben kiváló minőségű légi felvételeket találhatunk (16. ábra). Közülük a II. világháború előtt készültek nagyobb része térképészeti célú légi felvétel, viszonylag kevés közöttük a ferde tengelyű fotó (pl. Pannonhalmáról, 1942-ből). Itt jegyezzük meg, hogy tudomásunk szerint nagyobb számban először 1954-ben készítettek (a magyar légierő) ferde tengelyű régészeti célú légi fényképeket 14 magyarországi kővárról (GERŐ 1955).

A fent bemutatott gyűjteményekben őrzött térképészeti és egyéb felmérési célú archív légi felvételek jelentős része erre a célra átalakított repülőgépből készült. A fotózás a gépbe épített kamarával, üvegnegatívra, később negatív filmre, majd színes fordítós filmre került rögzítésre. A gépek pontos repülési terv szerint pásztázva repültek, a döntésüket kerülni kellett, ezért fordulás közben nem fényképeztek, a fordulók alatti területeket az egyenes szakaszok végeinek összekapcsolásával fotografálták le. Az általános gyakorlat szerint a felvételek a repülési sorokon belül 60 %-os, a sorok között pedig 10-30%-os átfedéssel készültek, ami nemcsak a folyamatos területi leképezést szolgálta, hanem a sík- és sztereofotogrammetriai eljárások alkalmazására is lehetőséget adott.

A nem régészeti célú, függőleges tengelyű légi felvételek régészeti alkalmazásának számos korlátozó tényezője van. Ezek közül a legfontosabb a régészeti szempontból nem, vagy csak kevésbé alkalmas növényzeti állapot a felvételek készítése idején. A térképészeti célú felvételezés tervezésénél általában két paraméterre figyeltek az időpont kiválasztása során, egyfelől a lehetőleg lombmentes időszakra, másfelől a felhőmentes megvilágításra. Ezért a fotók jelentős része tavasszal készült, ami csak korlátozottan teszi lehetővé használatukat régészeti célra.



A színes fordított filmre (23x23cm-es képméret) készített légifotó-sorozat illesztése. A repülés 800 m-es terep feletti magasságból, a leendő M7-es autópálya tengelyvonalát követve, összekapcsolódó egyenes szakaszok révén valósult meg. A felvételek elhelyezkedését és a terepbejárással megismert lelőhelyekkel való összevetését mutatják meg a következő ábrák:

- a teljes nyomvonal a felvételek illesztési területeivel (a),
- a közel egyenes szakaszokból összeállított repülési nyomvonal, az átfedésekkel, beillesztett, rektifikált fotókkal (b),
- rektifikált, illesztett, függőleges tengelyű légi felvételek a Balatonszárszó környéki szakaszon (c),
- rektifikált, illesztett, függőleges tengelyű légi felvételek, valamint a terepbejárások során azonosított S35-ös és S36-os lelőhelyek a Balatonszárszó környéki szakaszon (d),
- az előző ábra nagyítása: az S35-ös, kiterjedés nélküli lelőhelyként azonosított terület körül lekerekített négyzet alakú árkot figyelhetünk meg (e).

17. ábra. Az M7-es autópálya Zamárdi – Letenye közötti szakaszának előzetes légi fényképes dokumentációja (ELTE BTK Régészettudományi Intézet, Térinformatikai Kutatólaboratórium; rektifikálás, térinformatikai feldolgozás: Holl B., Bödőcs A., 1999)

Fontos tudnunk, hogy a térképészeti légi fényképezések repülési magassága már a két háború között meghaladta a leggyakrabban alkalmazott 300 m-es terepi magasságot (Neogrady felvételei többnyire 1000-2000 m-ről készültek, vö. NEOGRÁDY 1948-1950), A II. világháború alatt és után pedig gyakran ennél is magasabbról dolgoztak, ami a jó fényképezőgépek és a torzításmentes optika ellenére sem teszi lehetővé a régészeti szempontból fontos részletek felismerését. A függőleges felvételezésnél általában kerültek a kora délelőtti és késő délutáni órákat, az árnyékos területek csökkentése érdekében (COWLEY – FERGUSON 2010, 98). Ez nem kedvező a régészeti jelenségek azonosítása szempontjából,

amelyek jelentős része éppen az árnyékhátás révén válik láthatóvá. A pozitívumok között említendő ugyanakkor, hogy az azonosított régészeti lelőhelyek az ortofotó-technikának köszönhetően könnyen, gyorsan és pontosan illeszthetők. Egy szerencsés időpillanatban készült sorozat révén pedig akár egy egész mikrorégió ismerhető meg „hézagmentesen”, a laboratóriumi körülmények között végzett a kutatások segítségével.

Térképészeti célú légi felvételekkel viszonylag könnyen azonosíthatók a hosszú vonalas objektumok (régai utak, nagyobb árkok, sáncok). A hazai programok közül kiemelendő a Csörsz-árok rendszerének kutatása, amelynek térképezésében

jelentős mennyiségű archív légi fényképet használtak fel (GARAM et al. 1983, 2003). Az 1970-es és 80-as években nagyrészt archív felvételek segítségével sikerült a pannoniai limes számos útszakaszának és őrtornyának azonosítása (VISY 1978, 1988, 1989, 2000, 2017). Ugyancsak az 1970-es évek közepén kezdődött a Szombathely környéki római kori úthálózat szisztematikus térképezése, amelynek során archív légi fényképeket is felhasználtak (CSERMÉNYI – TÓTH 1984, 176). A 2000-es években az ELTE-n megindult római útkutatói program vonalas jelenségei (BÖDŐCS 2016), illetve a római kori földbirtokrendszer maradványai (BÖDŐCS 2020) ugyancsak sok esetben sikeresen azonosíthatók voltak archív térképészeti célú légi felvételek segítségével. A *centuriatio* elemeinek keresése során nemcsak egy-egy sávra, hanem egyre nagyobb területre kellett kiterjeszteni a vizsgálódást. Nem vonalas jelenségek keresése/elemezése, hanem egy-egy területre koncentráló intenzív régészeti lelőhely-felderítés történt függőleges kameratengelyű felvételek alapján a Tisza II. vízlépcső, illetve a meg nem valósult nagymarosi gát előkészítése során (PATAY 1968, 1971).

Az 1990-es évek végén és a 2000-es évek elején nyomvonalas létesítmények megelőző régészeti felderítéséhez került sor átfedéssel készült ortofotók alkalmazására. Az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriuma az M7-es autópálya beruházás (Zamárdi – Letenye szakasz) előzetes nyomvonal-vizsgálatában használt fel egy kb. 800m-es magasságból készített ortofotó-sorozatot. A 23x23cm-es színes fordítós filmről készített kontakt másolatok alapján több régészeti lelőhely is azonosítható volt, annak ellenére, hogy a fényképezés a régészeti szempontból nem ideális tavaszi időszakban valósult meg (17. ábra).

A két világháború alatt, között és után készült légi fényképek mára sok esetben az elveszett információ dokumentumaivá váltak (COWLEY – FERGUSON 2010, 100). Az archív fotók Európa sok részén a nagy tájváltozások előtti állapotokat rögzítették. Nemcsak az időközben beépült területekről, hanem a mára régészeti szempontból nagyon erősen roncsolt zónákról (hazánkban például Dunaújváros környéke) adnak a felvételek hiteles topográfiai informá-



18. ábra. Visy Zs. pannoniai limesről írott, 1988-ban megjelent könyvének borítója. A mű jelentős részben légi fényképes kutatások támaszkodik. Szentgyörgyi György felvétele Dunaszekcsőt (Baranya megye) ábrázolja, a limesút a 6-os főúttal párhuzamosan futott, a háttérben, a Duna-parton őskori földvár, a későbbi Lugio/Florentia auxiliáris-tábora látható (VISY 1988)

ciót (VISY 2013, 169-175). További fontos, a régészeti topográfiai kutatás eredményességét befolyásoló tényezők, így a (kert)városias beépítés, az erdőtelepítések és – főként Közép – Európában – a nagyüzemi, monokultúrás mezőgazdasági művelés esetében is lényeges a megelőző állapot ismerete. Mint-hogy a légi felvételeken nemcsak a régészeti információ, hanem a lelőhelyek környezete és az egész táj változásai nyomon követhetők, az archívumok ma még alig ismert anyaga alapvető jelentőségű a tájrégészeti kutatások szempontjából (COWLEY et al. 2013, 13-14).

A hazai szempontból legfontosabb archívumok rövid bemutatásával kapcsolatban hangsúlyozzuk, hogy a nem archeológiai célú légi felvételek értelmezése rendkívül kitartó és fegyelmezett munkát igényel. Csak a kutatott terület földrajzi, geomorfológiai, tájtörténeti és régészeti topográfiai viszonyainak alapos ismeretében lehet komoly eredményeket elérni. A hazai kutatási lehetőségeket szűkíti, hogy Nyugat-Európa-hoz képest jóval kevesebb háborús felvétel készült, illetve érhető el az archívumokon keresztül. A digitalizáció és az archívumok internetes kereshetősége,

a fotó-anyagok és a kísérő dokumentáció le-
tölthetősége ugyanakkor komoly kutatási le-
hetőséget jelent, különösen a tájváltozások
miatt ma már távérzékeléses technológiával
nehezen, vagy egyáltalán nem kutatható te-
rületek esetében.

2.7. Légi fényképes kutatások Közép-Európá- ban az 1980-as évektől

Neogrády S. korábban többször idézett,
metodikai szempontból is úttörő munkáját
(NEOGRÁDY 1948-1950) követően Erdélyi
B. publikált részletes módszertani tanulmányt
1982-ben (ERDÉLYI 1982). Neki és Sági Kár-
olynak köszönhető, hogy az első részletes,
számos ponton forrásértékű kutatástörténe-
ti közlemény is napvilágot látott (ERDÉLYI –
SÁGI 1984).

A hazai kutatók az 1980-as évektől dolgoztak a
régészeti célú légi fényképezés magyarorszá-
gi meghonosításán. A térképészeti célú archív
légi fotók felhasználása mellett Visy Zsoltnak a
pannoniai limesről szóló munkáiban ferde ten-
gelyű felvételeket is találunk (pl. VISY 1988,
65, 73, 75, 80, 84, 123; 18. ábra).

A térképészeti módszertanhoz hasonló régé-
szeti célú légi fényképként definiálhatjuk Csáky
Gy. Öcsöd – Kováshalomról (RACZKY 1990,
75) és Nagyrév – Zsidóhalomról (BÓNA 1994,
9) készített felvételeit. Ferde tengelyű képek
készültek a Békés megyei régészeti topográ-
fiai kapcsolódó tájrégészeti munkálatok során
(CUCARZI 1992, 20-23; JEREM et al. 1992,
63-65). Kiemelt jelentőségűvé vált a módszer
Zalai-Gaál I. neolitikus körárok kutatásaiban
(ZALAI-GAÁL 1990) és Miklós Zs. 1990-ben in-
dult volna megyei vártopográfiájában (MIKLÓS
2007, 22).

A háttérben egyfelől a technológiai lehetőségek
(fotótechnika, korai GIS-alkalmazások) bővülé-
se, másfelől a légi fényképezéssel kapcsolatos
hatósági korlátozások fokozatos csökkenté-
se állt. A nem térképészeti célú légi felvételek
esetében 1992-től 2000-ig előzetes engedély
alapján, az elkészült fotók utólagos katonai
kontrolljával lehetett dolgozni, ami a koráb-
binál jóval kedvezőbb lehetőséget jelentett a
régészeti (és más polgári célú) légi fényképes
kutatási tevékenység számára. 2001-től pedig

csak a térképészeti célú légi fényképezés ma-
radt engedélyköteles, a ferde tengelyű légi fo-
tózásnál pusztán a tevékenység bejelentésére
van szükség. Az 1990-es években jól érzékel-
hető volt a nyugat-európai kutatók részéről az
egész közép-európai térség iránti fokozott ér-
deklődés, ami két hosszútávú együttműködés,
egyszersmind két regionális szinten jelentős
légifotó gyűjtemény felépítését tette lehetővé.

Amint korábban kifejtettük, egyre több adattal
rendelkezőnk arra vonatkozóan, hogy a kö-
zép-európai térségben sokféle kezdeménye-
zés, sőt a fokozatosan bővülő lehetőségekkel
egyes országokban (egy ideig Romániában,
bővülő mértékben Ausztriában, Csehszlová-
kiában és Lengyelországban) már-már rend-
szeres légi régészeti kutatások alakultak ki az
1980-as évek végére. Ugyanakkor az is megfi-
gyelhető, hogy ezek a kezdeményezések egy-
mástól részben elszigetelten folytak, a nyu-
gat-európai technológiától erősen elmaradtak.
Az eredmények jelentős részét legfeljebb a
nemzeti nyelveken publikálták, így a nyugat-
európai kutatás számára a terület – néhány
kivételtől eltekintve – *terra incognita* maradt.
Óriási problémát okozott továbbá az a tény,
hogy amíg Nyugat-Európában – akkor már kb.
30 éve – fokozatosan szabaddá vált a repü-
lés, addig Közép – Európában csak a sem-
leges Ausztriában lehetett már a vassüggöny
lebontása előtt a nyugat-európai módszereket
megismerni és alkalmazni. Amint ugyanis a ré-
gészeti gyakorlati tevékenység általában, úgy
a légi régészet sem sajátítható el könyvekből.
Komoly akadályt jelentett ebben, hogy a 90-es
években – Ausztria kivételével – sem a repülé-
si infrastruktúra, sem a – néhány kivételtől el-
tekintve – a régészek számára rendelkezésre
álló fotótechnika nem állt rendelkezésre.

Az 1990-es évek közép-európai rendszervál-
tásainak egyik fontos hozadéka volt a légtér
polgári célú használatának megnyitása, ami
számos országban tette lehetővé légi régé-
szeti kutatási programok létrejöttét (összefog-
lalóan lásd pl. OEXLE 1997). Ezzel nemcsak
a vassüggöny mögötti országok kutatóinak
régai vágya teljesült, O. G. S. Crawford már az
1930-as évektől a lehető legnagyobb kooperá-
ciót szorgalmazta, ezért járt Németországban
és Romániában is (MASON 2016).



19. ábra. Százhalombatta – Százhalom (Pest megye), a 120-as halom és környéke. A magyar-francia légi régészeti együttműködési program egyik első felvétele (1993. június 13, R. Goguey)

Crawford utódai ezt hasonlóképpen látták. A nyugat-európai kutatóknak nemcsak a tapasztalataira, hanem a fényképezőgépeikre, GPS-eikre, sőt eleinte a repülőikre is szükség volt számos országban ahhoz, hogy az első komoly eredmények megszülessenek. Ezt szolgálták a különféle bilaterális és európai uniós projektek, oktató-táborok, kiállítások és konferenciák (pl. BEWLEY et al. 1996).

A tudás-átadásban a legaktívabbak O. Braasch (az egykori NDK, valamint Magyarország mellett Ausztria, Csehszlovákia, Lengyelország és Svájc), R. Goguey (Magyarország mellett Csehszlovákia), R. Palmer (Csehszlovákia, Magyarország, Szlovénia, Horvátország, Románia, Örményország) és D. Grosman (jugoszláv utódállamok) voltak. Az együttműködés eredményeképpen számos fiatal közép-európai kutató kapott egyéni kiképzést (M. Gojda, W. Raczkowski, Bertók G., I. Oltean és V. Glavas Nagy – Britanniában, Czajlik Z. pedig Franciaországban).

Az 1990-es évek nagy nemzetközi projektjei-

nek fontos eredménye, hogy Közép – Európa kutatási lehetőségeit ma már egész Európában ismerik és elismerik. Ennek is köszönhetően M. Gojda (Csehország), M. Doneus (Ausztria), W. Raczkowski (Lengyelország) és I. Kuzma (Szlovákia) már az 1990-es években a szakterület vezető kutatóivá váltak.

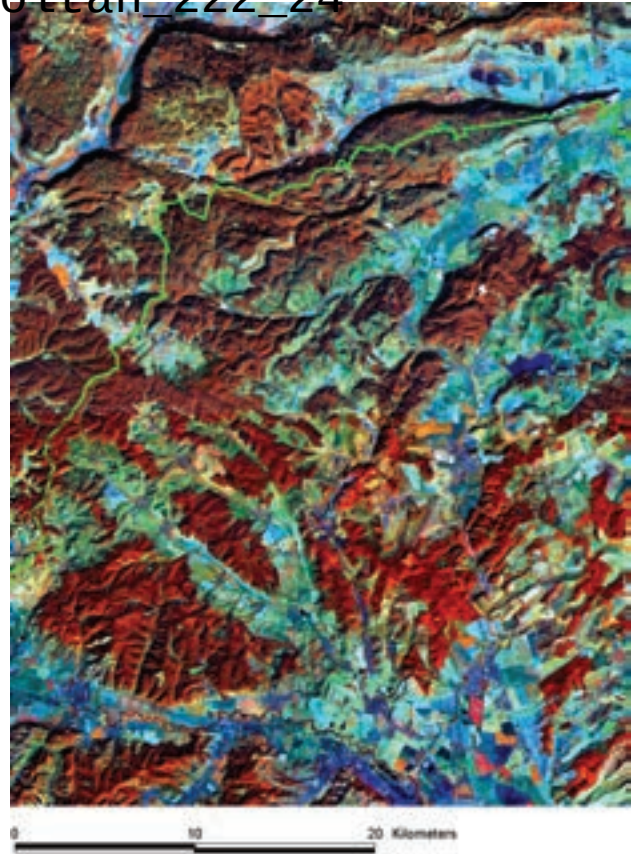
Magyarországon – némileg eltérően a térség más országaitól – az 1990-es évek egészét meghatározták a bilaterális együttműködések. Az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Légitérészeti Archívuma R. Goguey 1993-2000 közötti kutatásaihoz (19. ábra; GOGUEY – SZABÓ 1995; GOGUEY 1995, 1997, 2000; összefoglalóan CZAJLIK 2007), a PTE BTK Légitérészeti Tékája pedig O. Braasch 1994-2010 közötti misszióihoz (BRAASCH 1995, 1997, 2003; összefoglalóan: SZABÓ 2018, 163-165) kapcsolódva jött létre. A kooperációban közvetlenül résztvevő hazai kutatók (Budapesten Czajlik Z., Pécsen Bertók G., majd Szabó M.) más módon nagyon nehezen elsajátítható gyakorlati tudásra tettek szert a



20. ábra. Miklós Zsuzsa (1948 - 2014). Topográfiai programjaiban a rendszerváltás után azonnal alkalmazta a légi fényképezést. Várkutatóként a hazai régészek közül elsőként, már az 1990-es években minden évszakban végzett repüléseket

külföldi kutatókkal folytatott közös repülések, illetve a felvételek földrajzi azonosítása és elemzése során. Más utat követett Miklós Zs. Tolna megyében (Őcsény – Oltovány, 1990; Kurd – Sánc, Tevel – Schanzberg és Váralja – Várfő, 1991) voltak az első repülései, az Őcsényi Repülőklub segítségével (MIKLÓS 2001, 14). Ennek egyik legképzettebb, a műrepülésben is jártas repülővezetője volt Talabos G., akivel Miklós Zs. pályafutása során mindvégig együtt dolgozott, a várak légi fényképezésének hatékony módszereit közösen alakították, fejlesztették ki. Miklós Zs. számára a földvárkutatás eredményes folytatása a kezdetektől megkövetelte, hogy ne csak a kora nyári időszakban (amelyet a külföldi kutatók az új lelőhelyek azonosítása miatt kizárólagosan használtak), hanem egész évben foglalkozzék a légi régészettel. Így az 1990-es években a hazai kutatók közül egyedül ő volt az, aki nemcsak a növény-jeleket figyelhette meg, hanem a különböző felszínborítási és időjárési viszonyokhoz alkalmazkodva, komoly gyakorlatra tett szert a tavaszi és az őszi, majd a téli légi fényképezések során (20. ábra).

Miközben a kisebb költséggel fejleszthető, a később utolsó generációsnak bizonyult



21. ábra. A Sajó és a Bódva folyók és az országhatár közötti terület az ESA – FÖMI (ma Lechner Központ) együttműködéséből származó hamis színes infra LANDSAT mozaik-képen

(Kodachrome és Fujichrome) fordítós filmekre és a Leica-formátumú kézikamrákra alapozott fotótechnika az 1990-es évek folyamán gyors tempóban zárkózott fel Nyugat – Európához, aközben a repülési infrastruktúra csak a 2000-es évek közepétől, azaz az uniós csatlakozásoktól vált igazán ütőképessé a térség legtöbb országában. Sajátos módon azonban nagyjából ugyanekkorra az alig 10-15 éve átvett filmes technológia el is avult. Ezt nemcsak a digitális tükörreflexes kamerák elterjedése okozta, hanem azoknak a nanokristályos zoom-objektíveknek a megjelenése is, amelyek rajzolata és fényereje elérte, vagy túlszárnyalta a korábbi fix objektívet. Annak is nagy jelentősége volt, hogy az ezredfordulót követően általánosan elérhetővé váltak az olcsóbb navigációs GPS-ek. Az új technikai lehetőségek nagyon megnövelték a motoros kisgépes légi fényképezés hatékonyságát, teljesen átalakították a laboratóriumi feldolgozási és elemző munkát, ezért indokolt – immáron egész Európában – a 2000-es évek közepét korszakhatárként rögzíteni.

2.8. Az űrfelvételek használatának kezdetei a régészetben

Az űrtávérzékelés kezdetei a II. világháború utáni időszakra nyúlnak vissza. Az első űrfelvétel egy V-2-rakéta segítségével, 1946. október 24-én készült. Az első kép a Földről 1959. augusztus 14-én került rögzítésre az Explorer 6-os műholdról (KUZMA 2013, 224, fig. 1-3). Ugyancsak 1959-ben kezdték meg távérzékelési tevékenységüket (<https://www2.usgs.gov/science/cite-view.php?cite=2289>) az amerikai katonai műholdak (CORONA, ARGON, LANYARD, GAMBIT, HEXAGON, más néven KH-1-4, 7, 9 rendszerek, vö. FOWLER 2010, 100).

A műholdas felvételek régészeti alkalmazásában rejlő lehetőségekre először H. O. Thompson hívta fel a figyelmet 1967-ben (THOMPSON 1967). A multispektrális fényképezés, ideértve a különféle amerikai űrhajókból végzett kísérletek alapján a közeli infravörös tartományban készült felvételezéseket is, már az 1960-as évek második felétől eredményesnek bizonyult régészeti célra (GIARDINO 2011, 2003-2004). Az első polgári célú program, a Föld szatellit alapú digitális térképezése 1972-ben indult el (LANDSAT program). Az 1980-as évektől a NASA a LANDSAT rendszerben üzemelő TMS (Thematic Mapper Stimulation) és a TMS (Thermal Infrared Multispectral Scanner) egységekkel fontos mezo-amerikai régészeti régiók, így a Chaco Canyon (Új-Mexikó, Egyesült Államok) térképezésével segítette a topográfiai kutatást (GIARDINO 2011, 2005). Főként a LANDSAT TM (Thematic Mapper), majd az 1986-tól működő SPOT (Système Pour l'Observation de la Terre) rendszer régészeti célú használhatóságának kutatására 1985-ben kezdték meg Morton Fen (Kelet-Anglia) középkori lelőhely környékét vizsgálni. A LANDSAT TM 30 m-es, a SPOT-rendszer 10/20 m-es térbeli felbontása miatt a régészeti jelenségek kevésbé, inkább az ökoszisztémái viszonyokra utaló nyomok voltak dokumentálhatók a pánkromatikus (SPOT-1) és multispektrális (LANDSAT 4-5 TM és SPOT 1) felvételek révén. Egyértelművé vált az is, hogy a kis geometriai felbontás mellett is sokat javított a műholdas felvételezés minőségén az űrben mozgó platformnak a hagyományosnál lényegesen nagyobb stabilitása (SHENNAN –



22. ábra. al-Raqqa al-Mutariqa (Szíria) CORONA felvétele. Jól azonosítható jelenségek: 1) Bab Sibai; 2) karavánszeráj; 3) a Rafiqából Tel Aswadba vezető út; 4) Fal(?) al-Raqqa al-Mutariqa körül; 5) agyaggyerő gödrök; 6) al-Raqqa; és 7) az Eufrátész lefűződött meandere, amely a város déli felét elhordta (CHALLIS et al. 2004, 6. ábra)

DONOGHUE 1992). Más területek és más karakterű régészeti jelenségek, így a Korinthusz körüli római *centuriatio* felderítésében kifejezetten sikeres volt a multispektrális adatok elemzése (ROMANO – TOLBA 1996). Ugyanebben az időszakban - a korábbi kezdeményezések (lásd: MIKE 1980) után - Magyarországon is megkezdődött az űrfelvételek régészeti célú felhasználása. Az M3-as autópálya-feltárások katalógusához készített, az ESA – FÖMI (ma Lechner Tudásközpont) együttműködésből származó hamis színes infra LANDSAT mozaik-képen jól kivehetők (21. ábra) a folyóvölgyek és a hegyvidékek, nem feltűnők az urbanizált területek és nem ér véget az ábrázolt terület az államhatáron, mint a legtöbb akkori térkép esetében (RACZKY et al. 1997). Az illusztrációs lehetőségek bővítésén túlmutató Tímár G. 2004-ben megfogalmazott programja, ami – főként az alföldi területek környezeti rekonstrukciójához – a LANDSAT TM (és SPOT) űr-

felvételek felhasználását javasolta a katonai térképezések mappáinak feldolgozása mellett (TÍMÁR 2004).

2.8.1 A DISP-adatok felhasználása

Amíg az 1990-es években tovább folytatódott a kísérletezés a LANDSAT TM és a SPOT-rendszerek felvételeivel (FOWLER 1995), addig az Amerikai Egyesült Államok elnöke, W. J. Clinton 1995. február 22-én aláírt rendeletével több, mint 860.000, öt évvel később további 48.000 kém-műholdfelvétel minősült át DISP-anyaggá (Declassified Intelligence Satellite Photograph) és vált a NARA (National Archives and Records Administration) részévé (lásd: 5.1. fejezet). A DISP-másolatok pedig az USGS (United States Geological Survey) gyűjteményébe (https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-erosarchive-declassified-data-declassified-satellite-imagery-1?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects) kerültek (FOWLER 2013, 47). A felszabadított felvételek egy része a legkorábbi LANDSAT-anyagoknál előbb, az 1960-as években, (CORONA KH-1, 2, 3, 4A, 4B, GAMBIT KH-7), más részük (HEXAGON, KH-9) a korai LANDSAT (1,2,3) működésével egy időben készült. Az utóbbiaknál a DISP-felvételek térbeli felbontása jobb (vö. FOWLER 2010, 10.1. táblázat). Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a LANDSAT TM-mel ellentétben a DISP-felvételek nem fedik le a teljes Földet (FOWLER 2013, 47), hanem a kémholdak egykori munkaterületének megfelelően főként Kelet – Európa, a Mediterráneum, Közel – Kelet és Kis – Ázsia kutatható a segítségükkel. A hidegháború végének köszönhetően ugyanebben az időszakban elérhetővé váltak az orosz KVR-1000 műholdak felvételei is (FOWLER – CURTIS 1995). A DISP-lehetőségek közül leginkább a CORONA KH-4B-t használják régészeti célra, elsősorban azokon a területeken, ahol a régészeti célú légi fényképezés nem, vagy alig alkalmazható (22. ábra). Ennek oka eleinte a kedvezőbb ár, később pedig az orosz műholdas adatokhoz való hozzáférés megszűnése volt (LASAPONARA – MASINI 2011, 1996).

A CORONA-program 1960-1972 között készült felvételei (a technikai részleteket lásd: HRITZ 2014, 247-249) a jó térbeli felbontás (2-5 m között) és a sztereo-átfedés mellett számos tér-

sejben azért alkalmazhatók sikerrel, mert a modern táj-átalakításokat megelőzték (PHILIP et al. 2002, 110; CASANA 2020, fig. 1). Törökország (lásd: KENNEDY 1998) és általában a közel-keleti régió esetében fontos további érvet jelentett a DISP-adatok felhasználása mellett a kartográfiai adatok szűkössége, a lelőhely-gyűjtések hiányosságai, továbbá az, hogy hagyományos régészeti légi fényképezésre nem volt lehetőség.

A kutatatlan területeken áttörést jelentett a CORONA fotónegatívak felhasználása a vonalas struktúrák megtalálásában: Észak-Mezopotámiában (Felső-Khabur-medence, Szíria) kora bronzkori úthálózatok nyomát sikerült dokumentálni (UR 2003). Sivatagos területeken lévő nagyobb lelőhely-komplexumok és környezetük vált térképezhetővé, példaként al-Raqqat (Szíria) említjük (CHALLIS et al. 2004). A CORONA-fotónegatívak sztereo-átfedését kihasználva sztereo anaglif-térképek készültek az Islahiye-síkságról (Törökország, CASANA – COTHREN 2008, fig. 5), az Eufrátész-völgyéről (Szíria, CASANA – COTHREN 2008, fig. 6), sőt az Eufrátész középső szakaszán (Tell Hadidi környéke) digitális terepmodellt fejlesztettek, amelynek segítségével régi útnyomok is kimutathatók voltak (CASANA – COTHREN 2008, fig. 10). Itt jegyezzük meg, hogy a műholdas adatok szerepe egyébként is kiemelt a Tigris-Eufrátész-völgyrendszer rekonstrukciójában (HRITZ 2014, 249-161).

Talaj-jelek (a széteső agyagtégla-épületek okozta világossárga elszíneződés) alapján több új lelőhelyet azonosítottak Szíriában, Homstól délre, terepi kontroll-adatgyűjtéssel kísérve, a CORONA-fotónegatívak segítségével (PHILIP et al. 2002, 1. táblázat). Homstól északra pedig valószínűleg római kori parcella-rendszerek bazaltból épített határai dokumentálhatóak (PHILIPS et al. 2002, fig. 4-5.). A CORONA-atlasz program (<http://corona.cast.uark.edu/index.html>; és más hasonló kutatások (lásd: HRITZ 2014, 252) révén a „Termékeny félhold” zónájában napjainkig kb. 10.000 új régészeti lelőhelyet azonosítottak (CASANA 2020, fig. 7; fontos esettanulmány: CASANA et al. 2012).

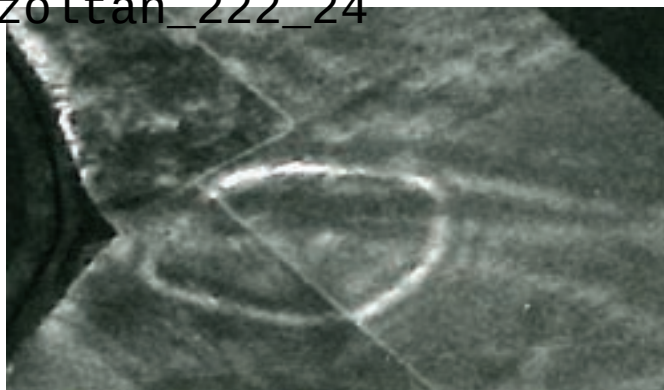
Közép-Európában egyelőre kevés sikeres próbálkozást ismerünk DISP-anyagok felhasználására. Ezek közé tartoznak a *Tropaeum Traiani*

(Adamclisi, Constanța megye, Románia) területén a CORONA-filmnegatívak alapján azonosított római utak (PANAITE – MIU (BEM) 2016, fig. 9-10). Magyarországon, Békés megyében Rózsa Zoltánnak sikerült a 60-as években készült CORONA-felvételek alapján őskori erődítéseket azonosítani (23. ábra), illetve korábban ismereteket jól dokumentálnia (RÓZSA 2010).

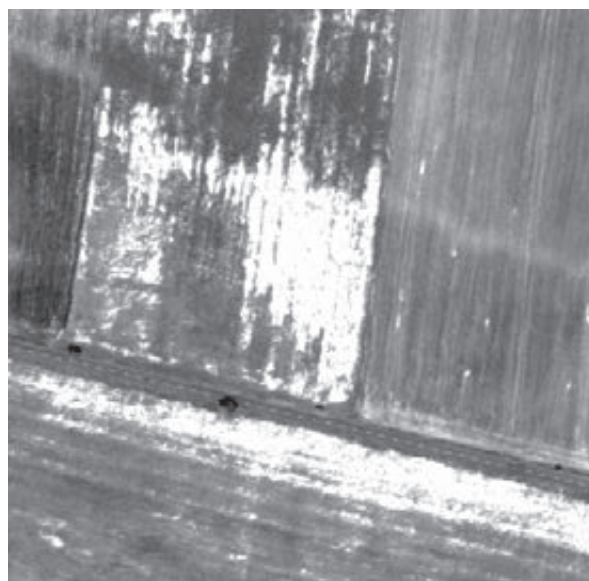
2.8.2. A kereskedelmi műholdas adatok felhasználása

Az 1999-től megjelenő, ún. VHR kereskedelmi célú műholdas érzékelők (pl. IKONOS-rendszer) fontos előrelépést hoztak; az 1m körüli térbeli felbontást a 2000-es évek elején sikerült elérni (IKONOS - 2, QuickBird; LASAPONARA – MASINI 2011, 1996). Ez az új információ-forrás a közel keletinél jóval kedvezőbb helyzetű (lásd: előzetes lelőhelygyűjtések, hagyományos légi fényképezés lehetősége és intenzitása) európai kutatás figyelmét is felkeltette. Az egyik legismertebb kísérleti program keretében, Toszkána területén az 1999 – 2015 között működő IKONOS-2 rendszert használták, amelynek térbeli felbontása (1 – 4 m) összevethető a vertikális (térképészeti célú) légi felvételek felbontásával, azaz alkalmas a jelentősebb régészeti lelőhelyek azonosítására. Később sor került a jobb térbeli felbontású (0,70 – 0,61 m) és alkalmasabb időszakban készült, 2001-től elérhető QuickBird-2 felvételek vizsgálatára (CAMPANA 2002). Bár a teszt-területekről jelentős mennyiségű előzetes régészeti információval rendelkeztek, számos új lelőhelyet sikerült azonosítani. A műholdas adatokat közel azonos mértékben lehetett felhasználni, mint a vertikális, térképészeti célú légi fényképeket.

Döntőnek bizonyult az alkalmas időben (2000. július eleje, illetve 2001. június közepe) készült felvételek kiválasztása (24. ábra). Az eredményesség nagymértékben az IKONOS-2 multispektrális szenzorának is köszönhető, különösen a 2-es (zöld), a 3-as (vörös) és a 4-es (közeli infravörös) sávok bizonyultak alkalmasnak. Nyilvánvaló, hogy a közel-keleti kutatásokkal ellentétben nem a talaj-jelek, hanem a szántóföldi növényzet biztosította növény-jelek dokumentálásához igazodott az időpont kiválasztása. Hangsúlyozni kell azonban, hogy az IKONOS-2 /QuickBird-2 rendszerek térbeli felbontása csak a lelőhelyek



23. ábra. Végegyháza – Zsibrik-domb, késő bronzkori/kora vaskori erődített település. CORONA DISP-felvétel, 1960-as évek (RÓZSA 2010, 6)

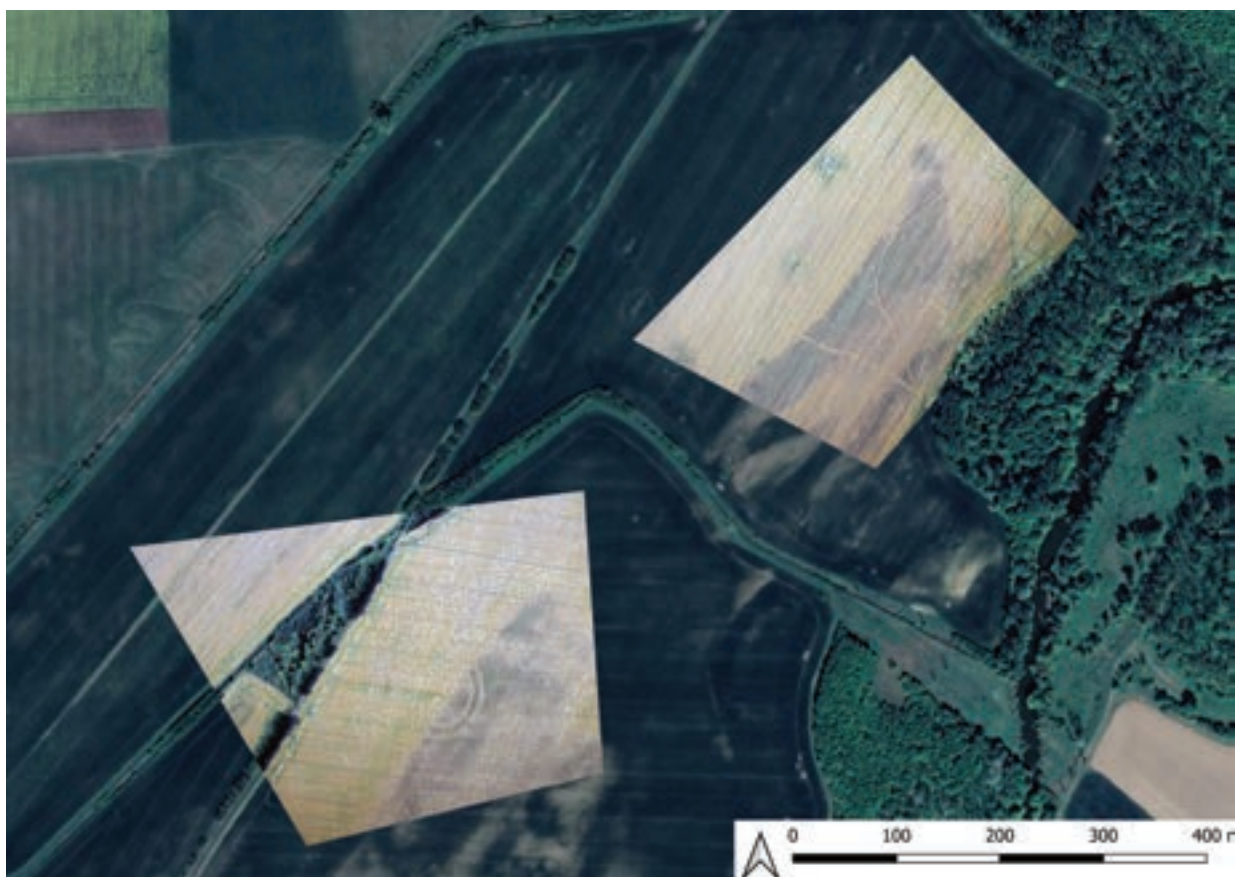


24. ábra. A Via Cassia nyoma a Quickbird-2 felvételén 2002. tavaszán (CAMPANA 2002, 7. ábra)

esetleges megtalálására alkalmas, belső vizsgálatukra, régészeti jelenségek felismerésére nem. Nehézkesnek tűnik a növényzeti és a légköri viszonyok szempontjából egyaránt alkalmas, területenként változó idő-ablakok meghatározása, valamint sok esetben további korlátot jelent ezeknek a felvételeknek a magas ára.

2.8.3. A Google Earth felvételek felhasználása

A régészeti topográfiai munkában közkedvelt Google Earth programot 2001-ben fejlesztették ki, de igazán népszerűvé 2009-től, ingyenes hozzáférhetőségének köszönhetően vált. Elindulásakor a Föld minden részére elérhető felbontása 30 m/pixel volt, ami csak meglehetősen durva, térképet pótló tájékozódásra volt alkalmas. Ez LANDSAT felvételeken alapult, amelyet jobb



25. ábra. Ikervár – Antónia-majortól északra. Újkőkori körárok részlete és más jelenségek a CNES Airbus 2019. április 28-án készült felvételén, illetve a 2007. június 15-én készült légi fotókon (fotók: Czajlik Z., illesztés: Rupnik L., 2021)

térbeli felbontású CNES Spot, illetve QuickBird-anyagokkal egészítettek ki. Az utóbbi évtizedben egyre jobb térbeli felbontású anyagok kerülnek fel a rendszerbe, - lecserélve a korábbiak egy részét. Térségünkben az Európai Űrügynökség (ESA) Copernicus rendszerének Sentinel-2-es ikerműholdjairól (2017-től), a Maxar cégtől, a Google Earth 2008 óta működő saját műholdjáról (GeoEye), újabban pedig a Francia Űrügynökség (CNES) Airbus-tól származó felvételeket, egyes esetekben (pl. Budapest környékéről) a fentiekben túl térképészeti célú légi fényképeket használhatunk fel.

Különösen olyan területeken van fontos szerepük, ahol nincsenek, vagy nem hozzáférhetők a megfelelő minőségű térképek. Nagy-Britanniában nyilvános, kereshető régészeti adatbázisok háttereként is alkalmazzák. Folyamatos frissülése miatt – elsősorban az állandó növényzettel nem borított területeken, illetve a települések melletti, beépülő területeken – egyre gyakrabban feleslegessé teszi a topográfiai térképeket a

Közép – Európában először I. Kuzma alkalmazta új lelőhelyek felderítésére (KUZMA 2013), a 2010-es években pedig Magyarországon is egyre több eredményt sikerült a segítségével elérni (pl. SZEVERÉNYI – KULCSÁR 2012, BERTÓK – GÁTI 2014, BÖDŐCS 2020). Szerencsés esetekben erődítések, halmok, utak és parcellarendszerek mellett időnként finomabb rajzolatú jelenségek is azonosíthatók segítségével (25. ábra)

Reális esély mutatkozik arra, hogy már a köz-eljövőben tovább javuljon a műholdas régészeti lelőhelyfelderítés eredményessége. Amíg a gyakran használt Geoeye szatellit térbeli felbontása 0,5 m körüli, addig a CNES (Airbus) Pléiades Neo 3 műhold 2021. május 20-án publikált első felvételeinek térbeli felbontása eléri a 0,3 m-t, vagyis megfelel a modern ortofotózások során használt, azaz régészeti célra széleskörűen alkalmasnak bizonyult felbontásnak.

3. A TÁVÉRZÉKELÉSES RÉGÉSZETET MEGHATÁROZÓ TERMÉSZETI ADOTTSÁGOK

A régészeti célú légi fényképezés, mint módszer kereteit egyfelől a természeti adottságok, másfelől olyan, legalább 100 éves felismerések, mint az árnyékhatás, a különféle talaj-, növény-, stb. jelek határozzák meg. A természeti adottságok egy része, vagyis a földtani, geomorfológiai, talajtani háttér állandónak tekinthető, más részük viszont, így az időjárás különféle elemei nagy változatosságot mutatnak. Egy rendkívül komplex, részben egymáshoz kapcsolódó, részben egymástól független rendszerről van szó, aminek megismerését elsősorban a tapasztalatszerzés és intuíció tették lehetővé a pionír-generáció számára. 1998 júniusában R. Goguey az Air France menetrendszerű járatával érkezett Budapestre. A Kisalföld felett átrepülve úgy döntött, hogy még aznap délután abban a régióban kezdjük meg a felderítő repüléseket. A korábbi próbálkozások során ugyan megismertük a táj adottságait, a missziók azonban nem voltak sikeresek. A tapasztalatokon és a megérzésen alapuló stratégia helyesnek bizonyult, számos új, köztük igen látványos légi fotó lelőhelyet sikerült lefényképezni. Az utóbbi évtizedek fejleménye, hogy egy-egy terület kutatásában korábban már megszerzett tapasztalatok és intuíció mellett jobban segítik a munkát a természeti adottságokra vonatkozó, egyre könnyebben összegyűjthető információk (pl. földtani és felszínborítási térképek, csapadék-adatok, stb.).

Az itt tárgyalandó alapvető keretek és összefüggések (földtani, geomorfológiai és talajviszonyok; felszínborítás és parcella-méretetek; csapadék), amelyek a régészeti célú légi fényképezések szempontjából döntő jelentőségűek a más platformokról végzett légi kutatásokat is meghatározzák. Az M. Gojda által „Air Survey” néven összefoglalt (GOJDA 2020) módszer-csoport a modern régészeti topográfiai kutatások önálló része, amelynek egyes eljárásait a távérzékeléses technika köti össze. A „távérzékeléses régészet” a klasszikus régészeti célú légi fényképezés mellett magába foglalja az archív légi felvételek, a drónnal készült fotók, a modern ortofotók és a műholdas rendszerek által elérhetővé vált felvételek tanulmányozását. A légi fényképes, azaz a látható fénytartományban dolgozó távérzékelés mellett terjednek a NIR (Near InfraRed, azaz a közeli infravörös), a termális (HILL et al. 2020)

módszerek, léteznek távérzékeléses geofizikai eljárások (Балков et al. 2019) és külön szakterületté vált légi lézeres letapogatáson (ALS, Airborne Laser Scanning) alapuló domborzat-modellezés.

3.2. A földtani, a geomorfológiai és a talajviszonyok hatása

A földtani-geomorfológiai tényezők közül a kavicsos (homokos) hordalékkúpokon kialakuló síkságok kitüntetett szerepét hosszú ideje felismerték. Először G. W. Allen szisztematikus repülései a Temze-völgyében irányították rá a figyelmet ezeknek a területeknek a kedvező adottságaira (GOJDA 2020, 67), sőt a geomorfológiai háttér mellett a vékony talajrétegek fontosságát is jelezték (BOWEN – BUTLER 1960). A kavics-hordalék szerepét svájci (LECKEBUSCH 1991), és osztrák (DONEUS 1995) szerzők is hangsúlyozták. Bajorországban (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, Abb. 20) és Közép – Csehországban, az Elba-medencében is nagyon eredményes ezeknek a régióknak a kutatása. Az utóbbi területen az 1993 – 2009 között növény-jelek segítségével azonosított légifotó-lelőhelyek 75%-a kavicsos-homokos zónában van, további 22%-uk pedig löszös területen (HEJCMAN – SMRŽ 2010). Egyes hordalékkúp-síkságok fontossága, különösen a Pesti-síkságé már az ezredfordulóra nyilvánvaló vált a hazai kutatásban is (26. ábra). A Champagne-ban légi régészeti módszerekkel nagy számban azonosított lelőhelyek jelentős részben az ottani nagykiterjedésű, mezőgazdasági művelés alatt álló mészkőfelszíneknek köszönhető (LAMBOT 1996), az utóbbiak fontosságát saját kutatásaik alapján brit szerzők is említik (RILEY 1944, 4; EVANS – JONES 1977, 75).

A földtani háttérnek alapvető hatása van a geomorfológiai viszonyokra. Champagne kivételével Európában mindenütt megfigyelhető, hogy az újonnan azonosítható lelőhelyek jelentős része az alluviális síkságokon, illetve a medenceterületeken (pl. CZAJLIK et al. 2014) található. A hazai tapasztalatok alapján ez egyfelől nem jelenti azt, hogy minden alluviális terület jól kutatható, másfelől a dunántúli meridionális völgyekben és dombháton, illetve más dombvidékeinken is viszonylag jó eredmények érhetők el. Hasonló kettőség más, jobban kutatott régiókban is megfigyelhető, - Ausztriában a Lajta völgy kutatása

volt kiemelkedően sikeres (DONLUS-GRIEDL 2015), ugyanakkor Alsó-Ausztria dombvidékein is sok lelőhely azonosítható. A geomorfológiai háttér elemzésének érdekes sajátossága, hogy maga is felhasználója a távérzékelésnek, így a légi fényképes adatoknak. Ennek egyik szembe-tűnő példáját jelentik a hazai alluviális területeken vegetációs időszakon kívül azonosítható, egész régiókra jellemző egykori meanderek sorozatai (TÍMÁR et al. 2005). Sőt, nemcsak a vertikális felvételeken, hanem a régészeti célú légi fényképeken is számos esetben figyelhetünk meg geomorfológiai szempontból releváns információkat, amelyek felhasználásával, illetve a régészeti és geomorfológiai információk és összefüggések tudatos dokumentálásával a repülések során, georégészeti elemzések készíthetők (CZAJLIK et al. 2014).

Természetesen a talaj-adottságok nem függetlenek a földtani/geomorfológiai háttértől, mindazonáltal az alluviális területek talajviszonyai egymástól nagyon különbözők és egy-egy régió belül is változatosak lehetnek, ami megnehezíti a fent leírt összefüggések talajtípusokkal való összekapcsolását. Csehországban a gabonák növekedési eltérései legjobban a homokos talajok esetében látszanak, ezzel szemben – R. Evans és R. J. Jones (1977) idézett eredményeivel összhangban – agyagos talajokon ezek az eltérések jóformán egyáltalán nem detektálhatók (GOJDA – HEJCMAN 2012). Magyarországon, a nagyobb adatsorokon, statisztikai módszerek alkalmazásával végzett összehasonlítás érdekes eredményre vezetett. A három mintaterület (Duna – Tisza-köze, Sió – Sárvíz-völgy, Rábaköz) elemzése különböző faktorok jelentőségét emelte ki az egyes zónák esetében, azaz a talajtípusoknak a légi fotó lelőhelyek azonosíthatóságára csak közvetett, más tényezőktől is függő hatása van (CZAJLIK et al 2021). Érdekességként megemlíjtük, hogy ebben a munkában egy olyan talaj-adatrendszert használtunk fel, amely maga is részben távérzékeléses adatok alapján készült el (PÁSZTOR et al. 2018).

A közép-európai térségben fontos alapkutatókat végzett el G. Stunk-Lichtenberg. Különböző talaj-adottságú (kavicsos/homokos, vulkanitos és löszös) területeken vizsgálta a talaj-rétegekbe mélyített régészeti jelenségek kitöltésének különbségét a környező, természetes talajszin-



26. ábra. R. Goguey által 2000-ben azonosított légi fotó lelőhelyek Budapest és Kalocsa között, Erdélyi M. 1955-ben publikált (ERDÉLYI 1955) üledékföldtani térképére vetítve (GOGUEY et al. 2000, 6. kép). *Jelmagyarázat:* 1. 0–10 m kavicsréteg; 2. 10–20 m kavicsréteg; 3. 20–30 m kavicsréteg; 4. 30–40 m kavicsréteg; 5. légi régészeti lelőhely; 6. A Dunavölgy morfológiai határa. A lelőhelyek többsége a kavics hordalékkúp síkságon található, noha a kutatási intenzitás a Duna jobb partján nagyobb volt.

tekhez képest. Kavicsos/homokos és löszös területeken is azt tapasztalta, hogy a kitöltésben a szemcseméret kisebb, ami lényegesen nagyobb szemcsefelszínt jelent, ezen keresztül magasabb víztartalom megtartását teszi lehetővé. A vulkanitos területen az objektumok kitöltésében magasabb volt a biológiai aktivitás, nagyobb az átszellőzés, ezen keresztül magasabb vas-oxid tartalom volt tapasztalható, ezen faktorok révén magyarázatot adva a sötétebb szín kialakulására. Mindezek a különbségek a felszín közelében nem, vagy alig, nagyobb mélységben (70 cm) viszont határozottan jelentkeztek (STUNK-



27. ábra. Veszvény határa (Győr-Moson-Sopron vármegye). Ismeretlen korú település nyoma a gabona-táblában, egy korábbi vízfolyás partján. Az érett gabona sötétre színeződött részein éles határú, világos, magassági eltéréssel is jelentkező régészeti jelenségek és ezeknél kevésbé kontúros, csak színeltérés alapján észlelhető foltok vannak. Az utóbbiak esetleg lokális, talajkémiai eltérésekre utalhatnak. Czajlik Z. légi felvétele, 2020. június 30.

LICHTENBERG 1965). Harminc évvel később H. Stanjek és J. Fassbinder löszös területeken vizsgálták tovább a kérdést. A legfeltűnőbb eltérést a szervesanyag-tartalomban mérték, - a régészeti kitöltésekben 100-160-szoros emelkedést tapasztalva (STANJEK – FASSBINDER 1996). Ezek az eredmények jól korrelálnak G. Stunk-Lichtenberg korábbi eredményeivel.

Újabban a kérdéskör kémiai aspektusa került előtérbe. A növény-jelkekkel kapcsolatos legfontosabb talajkémiai vizsgálatok Csehországban folytak. M. Hejcman és szerzőtársai (2013) kimutatták, hogy a talaj pH-értékében és tápanyag-ellátottságában megfigyelhető eltérések összefügghetnek az egykori őskori településeken folytatott tevékenységgel. Ott, ahol a tavaszi árpa régészeti jelenségeket jelzett, magasabb szervesanyag-tartalmat, pH-t, P, Ca, Mg, Cu és Zn-értékeket mértek az altalajban és ezeken a szántóföldeken a fenti értékek általában is magasabbak voltak. M. Gojda és M. Hejcman kutatásai alapján a pozitív növekedési eltérés különösen jellemző a temetkezések felett, aminek

oka az eltemetett testből származó foszfor lehet (GOJDA – HEJCMAN 2012). Magyarországon a növény-jelek és a talajkémiai háttér összefüggéseire vonatkozó vizsgálatok tudomásunk szerint még nem történtek. Egyes, légi fényképezéssel azonosított települések esetében sejthető, hogy a régészeti jelenségek háttérében megmutatkozó növényzeti inhomogenitás egy részét lokális talajkémiai eltérések okozhatják (27. ábra).

3.3. A felszínborítás és a parcellaméretetek hatása

Közép – Európában a felszínborítással kapcsolatos adatok három nagy csoportba sorolhatók: a beépítésre került területek, az erdővel, bokrokkal, gyümölcsösökkel/szőlőkkel, legelővel, kaszálóval hasznosított nem, vagy csak lassan változó zónák és végül az intenzív mezőgazdasági művelés alatt álló föld-darabok. Települések környezetében a beépítést megelőzi, vagy sajátos beépítésnek fogható fel a zártkertes használat, ami légi fényképes szempontból majdnem any-



Jelmagyarázat

szántó	elkerített telkek	dűlőút
rét/legelő	szőlő	régészeti park területe
fás/bokros terület	gyümölcsös	erődített telep (a jelenlegi nyilvántartás szerint)

0 200 400 600 m

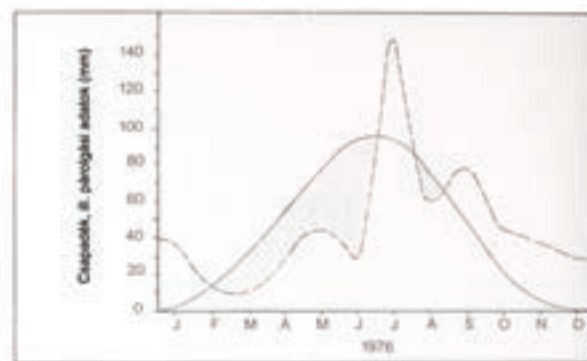
28. ábra. Felszínborítási/területhasználati típusok az Érd/Százhalombattai platón (Rupnik L., 2019, cf. CZAJLIK et al. 2023, 4. ábra). Részben a lelőhely-komplexum méretei, részben a rendkívül mozaikos és változó területhasználat miatt az 1993 óta folyó intenzív légi fényképezések ellenére mindmáig új részletek figyelhetők meg a levegőből.

nyira nehezen kutatható, mint a nagyvárosok. A lassan változó felszínborítású zónák légi fényképes kutathatósága nagyon különböző. A bokros/bozótos fedettségű és a tűlevelű erdővel borított területeken ritkán van értelme fotózni, a lombhullató erdők, a szőlők és gyümölcsösök jelentős része vegetációs időszakon kívül kutatható, a legelők és a kaszálók pedig állapotuktól függően lehetnek alkalmasak a kutatásra.

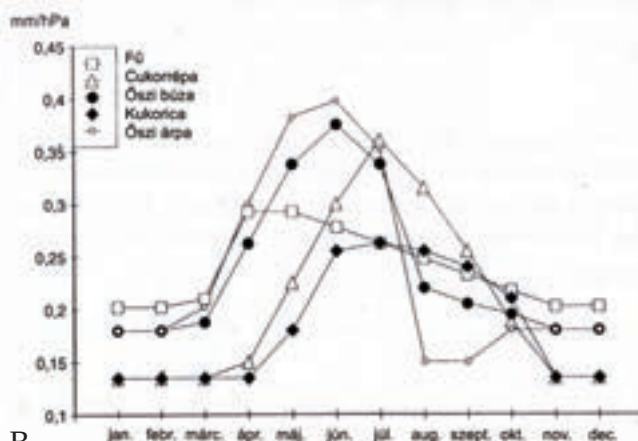
A mezőgazdasági művelés alatt álló föld-részletek vegetációs időszakon kívül, illetve attól függően kutathatók, hogy milyen növényekkel vannak bevetve (lásd még: CZAJLIK 2019). Az erdős területek téli légi régészeti kutatásával először az Amerikai Egyesült Államokban kezdtek el foglalkozni (GOJDA 2020, 86). Ott már az 1930-as években rendszeres légi fényképezést folytattak, Európában ezekben a zónákban csak a II. világháború után indultak el a repülések.

A felszínborításnak nemcsak a minősége, de a méretei is fontosak: a régészeti jelenségek felismerése szempontjából előnyt jelentenek a nagy parcellák. Egységes, azonos vágásfordulóval rendelkező erdőkben jobban követhetők a sáncok, teraszok, nagyméretű, azonos növényekkel vetett táblákban nemcsak a lelőhelyek figyelhetők jól, de az „intakt” részokről jogosan feltételezhetjük azt is, hogy valóban nincsenek ott régészeti jelenségek. A kisparcellás művelés, a mozaikos területek nehezítik az észlelést és a feldolgozást, hosszabb távon azonban nem akadályozzák meg jó eredmények elérését (28. ábra).

A Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban KSH) adatai alapján 2022. június 1-én Magyarország földterületének 45%-át hasznosították szántóként. 80% feletti volt arányuk Békés vármegyében, továbbá Észak- és Kelet-Dunántúlon, 76% feletti a részesedésük Somogy, Pest, Jász-Nagykun-Szolnok és Csongrád-Csanád vármegyében. Közel 2,5 millió hektáron gabonát, valamivel több, mint 1 millió hektáron pedig ipari növényeket termesztettek. A vetésterület nagysága szempontjából kiemelkedő az őszi búza + árpa, a kukorica, a napraforgó, a repce és a lucerna szerepe, ami kedvez a régészeti lelőhelyek észlelésének (<https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/a-fontosabb-novenyek-vetesterulete-2022-junius-1/>). Az elmúlt 30 év adatsorai alapján enyhén csökkenő a gabona-



A



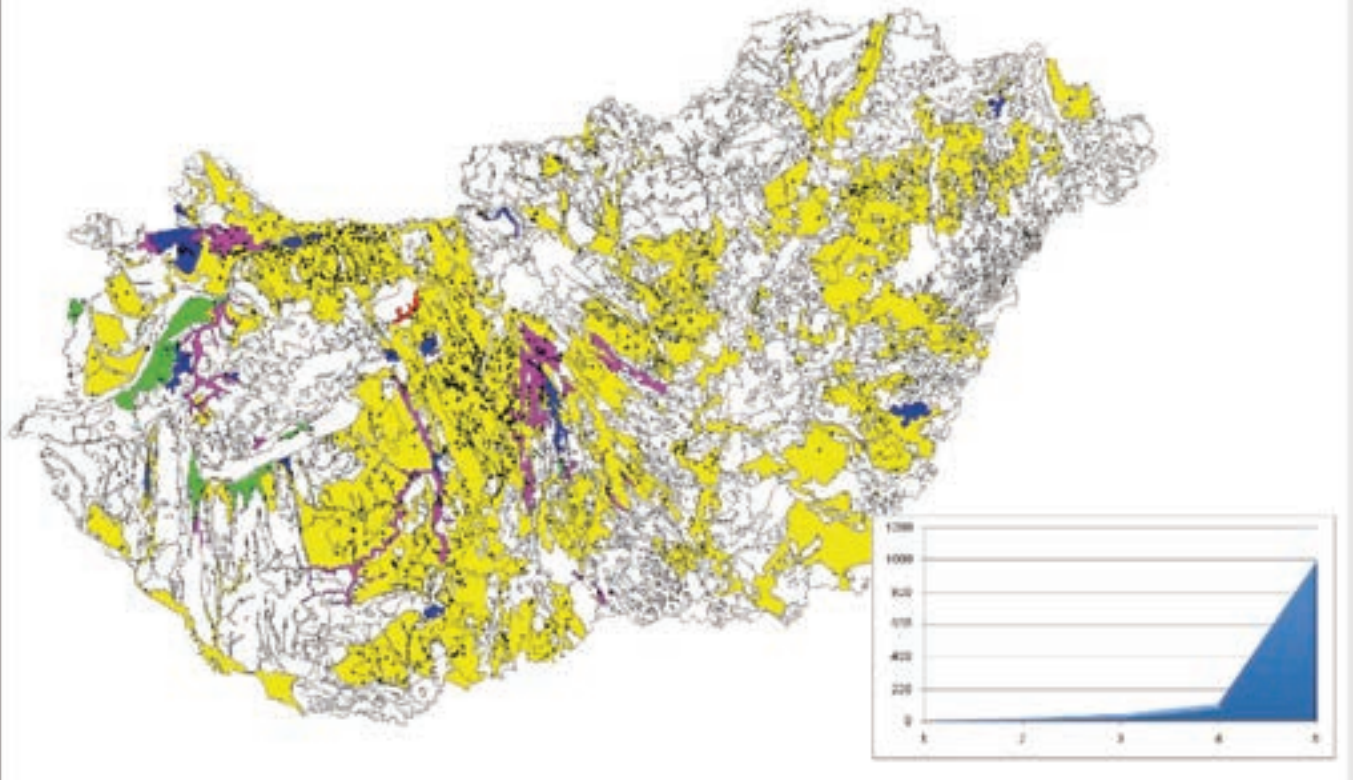
B

29. ábra. A csapadékmennyiség, a párolgás és a szántóföldi növénykultúrák összefüggései. A: A csapadék/párolgás révén kialakult vízhiány egy gabonátábla melletti (Neuburg an der Donau, Németország) mérőállomás adatai alapján (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, Abb. 19 alapján). B: Különböző szántóföldi növénykultúrák párolgási együtthatói (BRAASCH 1994, Abb. 121)

növények, növekvő az ipari növények aránya, csökken a cukorrépa, a burgonya és a borsó vetésterülete (https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html). Ezek a változások – a gabonaféléktől az ipari, méginkább az olajnövények felé történő eltolódás – bizonyos mértékig rontják a légi régészeti kutatási lehetőségeket.

3.4. A csapadék/talajnedvesség hatása

A szántóföldi művelés alatt álló területek légi régészeti kutatásában meghatározó szerepe van a csapadéknak. Mennyisége már a vegetációs időszakon kívül is befolyásolja a talaj-jelek kialakulását és a haszonnövények növekedését, a késő tavaszi / kora nyári időszakban pedig döntő



30. Az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archívumában őrzött, 2008-ig azonosított légi fotó lelőhelyek és a talajvastagsági adatok összehasonlítása. A sárga színű területeken (5-ös érték a grafikonon) a talajvastagság meghaladja a 100 cm-t (Bödöcs A., 2013, cf. CZAJLIK – BÖDŐCS 2013, fig. 4)

szerepe van a növényzeti jelek intenzitásának és rajzolatának változásaiban. A légi régészek már évtizedekkel ezelőtt felismerték, hogy a téli – tavaszi csapadék adatok alapján következtetni lehet a mezőgazdasági haszonnövények késő tavaszi – kora nyári állapotára. A csapadék mennyiségén kívül nagyon fontos tényező a beszivárgás és ezen keresztül a talajnedvesség mértéke. A beszivárgás sebessége extrém módon függhet a földtani háttértől, karbonátos kőzeteken nagyon gyors, miközben agyagokon jelentéktelen sebességű. A beszivárgáson túl a talajnedvesség függ a talajtípustól és a talaj állapotától. A növény fejlődését végeredményben a gyökérzethez eljutó víz, azaz a talajnedvesség határozza meg. R. Evans és R. J. Jones (1977) szerint a gabonafélék növekedési különbsége akkor kezd kialakulni, amikor a talajnedvesség hiánya eléri az 50 mm-t.

Fontos felismerés, hogy a talajnedvesség csökkenésében közrejátszik a növényzet párologtatása, vagyis önmagában az is hiányhoz vezet, ha a párologtatás mértéke meghaladja a csapadék mennyiségét (EVANS – JONES 1977, 63-64). Különösen fontos volt a szezonon belüli össze-

függések felismerése szempontjából az 1976-os év, amikor Bajorországban februártól egészen júniusig lényegesen alatta maradt a lehullott csapadék mennyisége a növények növekedése szempontjából szükségesnek (29.A ábra). Erre a gabonák élénken reagáltak, így abban a szezonban – nemcsak Bajorországban – rengeteg új régészeti lelőhelyet lehetett azonosítani. A Baden – Württembergben végzett adatgyűjtések alapján az is kimutatható volt, hogy a csapadékhiány kritikus időszaka a különféle szántóföldi kultúrák esetében ugyan eltérő, de márciustól júliusig befolyásolja leginkább a növekedést (29.B ábra). Magyarországon először O. Braasch vizsgálta a kérdést, az Országos Meteorológiai Szolgálat által gyűjtött talajnedvességi adatok alapján. A 2002. júniusi mérések segítségével jól beazonosíthatók azok a területek, amelyek talajnedvességi értékei kritikusan alacsonyak a haszonnövények szempontjából (BRAASCH 2003, Abb. 13). A csapadék-adatok alapján 2003-ban sejteni lehetett, hogy régészeti légi fényképes szempontból jó eredményekre van kilátás, a szárazság miatt mind a Jászságban, mind a Kisalföldön számos lelőhelyet tudtunk azonosítani (CZAJLIK 2004). Az OMSZ-től beszerzett 2006-2007-es

talajnedvességi adatok mindkét irányban alá-
masztják az összefüggést. A 2006-os csapadék-
bőség viszonylag kevés légifotó-lelőhely azono-
sítását tette lehetővé. 2007-ben a kritikus júniusi
időszakban a Kelet – Dunántúlon, a Duna-Tisza-
közén és az Észak-Alföldön a talajnedvesség a
20mm-es érték körül, vagy az alatt alakult, ami
az előző évhez képest négyszer annyi új lelőhe-
lyet eredményezett (CZAJLIK – BÖDŐCS 2013,
880-881). M. Gojda és M. Hejzman Csehország-
ban azt is kimutatták, hogy a kisebb kiterjedésű
jelenségek, így a sírok kimutathatósága a nö-
vényzet segítségével sokkal inkább múlik a csa-
padék mennyiségén, mint más régészeti struk-
túrák esetében (GOJDA – HEJCMAN 2012).
Ugyanakkor a csapadékhiány azonos időben a
különböző növényzetben nagyon eltérően jelent-
kezhet. Ezzel magyarázható, hogy a legelőkön/
kaszálókon csak jóval nagyobb deficit hatására
alakulnak ki különbségek, mint a búzában/árpá-
ban (EVANS – JONES 1977, 75).

A csapadék-hasznosulásában a talajvastag-
ság eltéréseinek szerepe sem hanyagolható el.
Evans és Jones szerint, ha a talajvastagság nem
éri el a 60 cm-t, akkor 50 mm-es vízhiány már
növényzeti jelek kialakulásához vezet. Vasta-
gabb talajrétegeknél ugyanakkor jóval nagyobb,
90 mm-es vízhiány hatására következik be a nö-
vényzet régészeti jelenségektől függő növeke-
dése (EVANS – JONES 1977, 75). E tekintetben
figyelemreméltó, hogy a 2008-ig végzett repülé-
seink alapján azonosított magyarországi légifo-
tó-lelőhelyek túlnyomó többsége (több mint 1000
lelőhely) esetében a talajvastagság elérte, vagy
meghaladta a 100 cm-t (30. ábra). Ez egyfelől
gyakori és jelentős csapadékhiányt jelez 1993 –
2008 között, másfelől magyarázatot adhat azok-
ra a szezonokra, amikor a növényzet növekedési
eltérései alapján nem, vagy alig tudunk régészeti
jelenségeket azonosítani.

4. A RÉGÉSZETI JELENSÉGEKRE UHALÓ JELEK TÍPUSAI

A régészeti célú légi fényképezés során más topográfiai módszerekhez hasonlóan ismert lelőhelyek dokumentálását, új jelenségek megismerését, korábban ismeretlen régészeti lelőhelyek azonosítását végezzük el. A kutatástörténeti fejezetben láthattuk, hogy a dokumentálás és a felderítés kettőssége végigkíséri a régészeti légi fényképezést, a kezdetektől egészen napjainkig. *Ostia* ásatásának felvételei, a ballonos légi fényképek túlnyomó többsége ismert jelenségeket örökített meg, az első repülések célja jóformán mindenütt a már azonosított lelőhelyek felkeresése és lefényképezése volt, - az új, madártávlati perspektívából. O.G.S. Crawford tevékenysége 1923-ban valóban új fejezetet nyitott, nem a régészeti légi fényképezéssel, hanem annak korábban csak Európán kívül kipróbált felderítő változatával. Miközben a régészeti célú légi felderítés az 1960-as évektől Nyugat-Európa egyre több országában már prioritássá vált, Közép-Európában a rendszerváltásig jóformán csak az ismert lelőhelyek fotografálására nyílt több-kevesebb lehetőség. A dokumentációs fényképezések az álló emlékek rögzítését lehetővé tették olyan időszakokban is (pl. az 1950-es – 1960-as évek Magyarországon), amikor felderítő célú légi fényképezésekre egyáltalán nem volt lehetőség.

A különbségek nyilvánvalóan politikai okokra vezethetők vissza, ugyanakkor fontos rávilágítani arra is, hogy a két különböző cél, főként a mai gyakorlatban, eltérő platform-használatot igényelhet. A ballonok megfeleltek egy-egy lelőhely dokumentálására, viszont alkalmatlanok voltak a felderítésre. Az utóbbi feladatra mindmáig a repülőgép a legjobb eszköz. Ugyanakkor, noha az elmúlt 100 év dokumentációs régészeti légi fényképeinek túlnyomó része repülőgépről készült, ezen az alkalmazási területen a drónos légi fényképek szerepe egyre nő.

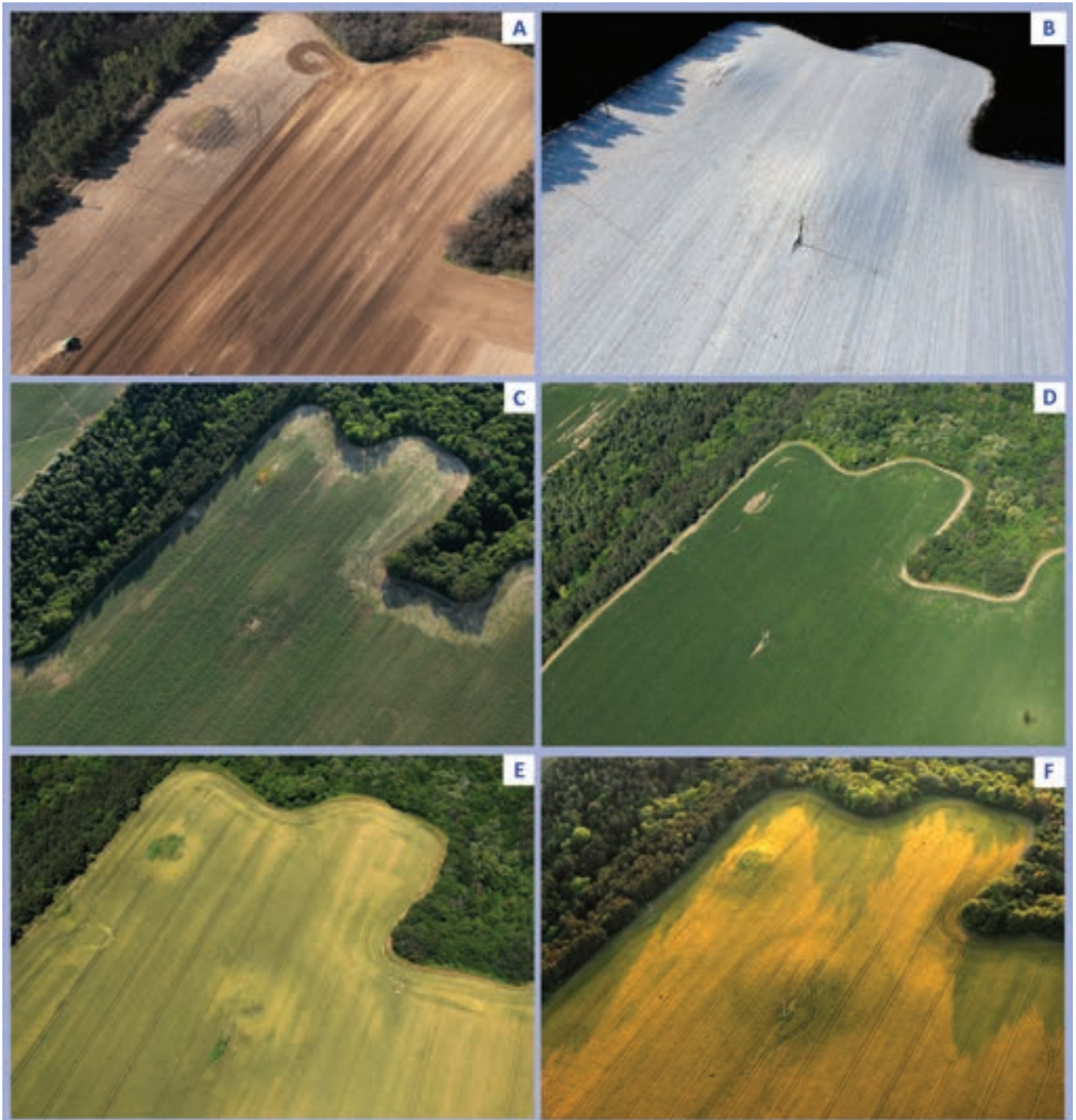
A nem régészeti céllal készült archív légi fényképek zöme a lelőhelyek korábbi állapotát mutatja meg, ugyanakkor számos esetben, így a *ripa Pannonica* kutatásában (pl. VISY 1978, 1988), a térképészeti fotóknak alapvető szerepük volt/van a felderítésben is. A régebbi állapot megismerése a légi fotók segítségével sokszor

meg-akkor is fontos, ha régészeti jelenségek a felvételeken nem figyelhetők meg. A légi fotó ugyanis az egykori terepviszonyok, a beépítés, stb. a térképeknél részletesebb, hűbb őrzője, ami főként a régóta kutatott lelőhelyek, de akár a gyorsan változó táj megismerésében is fontos lehet.

Ezeket az előnyöket a hazai régészeti topográfia legnagyobb 20. századi vállalkozása, az MRT készítése során is látták, ahol és amennyire lehetőség volt rá, figyelembe vették és felhasználták. Ugyanakkor az O.G.S. Crawford által szorgalmazott felderítő repülésekre Magyarországon az 1990-es évekig várni kellett. Az ebben rejlő lehetőségek ma már nyilvánvalók, írásunkban elsősorban ezzel a módszerrel foglalkozunk a továbbiakban. A régészeti célú légi felderítés során kedvező esetekben akár nagy területre kiterjedő lelőhely-együtteseket ismerhetünk meg, ami az adott zóna minden korábbi, földmunkával járó beavatkozását és ezek összefüggéseit (MIKLÓS 2010, 853) is felismerhetővé teszi. Egy-egy terület folyamatos kutatásával pedig olyan légifotó-térképek (pl. STOERTZ 1997) állíthatók össze, amelyek a humán beavatkozások mellett az adott táj természeti változásai is bizonyos mértékig követhetővé válnak.

A régészeti jelenségek a levegőből a magassági és színbeli eltérések, a talaj és a növény jelek révén, illetve ezek kombinációjával figyelhetők meg. A kutathatóságot erősen befolyásolja a felszínborítás; eltérő módszereket igényel a mezőgazdasági művelés alatt álló parcellák, a legelők/rétek, a gyümölcsösök és az erdővel fedett területek légi fényképezése.

Azokat a jeleket, amelyek révén a régészeti jelenségek távérzékeléses módszerekkel, kiemelten régészeti célú légi fényképezéssel azonosíthatók, az összefüggések megértése és a helyes értelmezés érdekében érdemes hierarchikus rendbe szervezni. Már az első felderítő kutatók, így Angliában O. G. S. Crawford, Magyarországon Neogrády S. is megtették ezt, megkülönböztetve az árnyékhatast, a talaj-jeleket és a növény-jeleket CRAWFORD 1938; NEOGRÁDY 1948-1950, 288-290). Az alapvető összefüggéseket D. N. Riley publikálta (RILEY 1944), de térségünkben, sőt azon túl is a témában gyakran idézett munka R. Christlein és O. Braasch összefoglaló tanul-



31. ábra. Fotósorozat a süttöi (Komárom-Esztergom vármegye) halomsírokról (Ék-i csoport). A két halom és annak egyes konstrukciós elemei a művelési állapottól, a fényképezés időpontjától és megvilágítástól függően különbözőképpen érzékelhetők (Czajlik Z. légi felvételei):

A. talaj-jelek a részben frissen tárcsázott felületen (2014. március 13.).

B. árnyékhátas a hóborította halmokon (2018. február 28.).

C. a kukoricával bevetetett területen a sírkamrákat jelzi a növény hiánya (2015. június 30.).

D. egy évvel korábban, ugyanez a növény csak az egyik halomnál jelzett eltérést (2014. június 18.).

E. széles gyűrűk jelzik a halmok körüli árkot, vagy inkább a halmok aljában az erózió miatt megvastagodó humuszt (2016. június 21.).

F. egyértelmű, keskeny gyűrű jelzi a körárkot és mindkét halom jól látható az árnyékhátas révén (2013. június 19.).



32. ábra. Pocsaj – Leányvár (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye). A talaj-elszíneződés látványosan és pontosan jelzi az őskori erődítés vonalát, ugyanakkor a talajművelés következtében jelentős elcsúszások, rövid szakaszokon hiányok alakultak ki a védművön (Google Earth-felvétel, 2011. május 14.)

mánya (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, vö. LEIDORF 1996, DELÉTANG 1998, fig. 4-5). A legfontosabb hatások és jelek jól szemléltethetők a süttöi kora vaskori halmokról készített fotósorozatunk segítségével (31. ábra).

R. Goguey (és számos más úttörő-kutató) tapasztalataiból kiindulva az alapvető különbséget az állandó és a tűnékeny jelek között húzta meg. A tájban végzett egykori emberi beavatkozások azon elemeit, amelyek légi fényképezéssel mindig dokumentálhatók (pl. a kőrakásokat vaskori parcellák határán Burgundiában, az erődített települések sáncait, a régi utakhoz tartozó útbevágásokat, sőt a parcella-rendszer átöröklődő elemeit is, állandó jeleknek, a csak bizonyos körülmények között megfigyelhető jelenségeket, így a talaj-jeleket és különösen a növény-jeleket tűnékeny jeleknek határozta meg (GOGUEY – SZABÓ 1995, 9-12).

Ehhez a felosztáshoz feltétlenül hozzá kell tenni, hogy a talaj-jelek jelentős része a mezőgazdasági növényekkel nem, vagy gyengén borított állapotában ugyancsak állandóan lát-

szik, mégha a láthatóság mértéke változó is (CZAJLIK 2022, 127). Ennek fontossága különösen az erődítések és a lineáris struktúrák kutatásában mutatkozik meg, de alapvető minden olyan platform (ortofotók és műhold) felvételeinek feldolgozásában, amelyek működési időablaka jellemzően a vegetációs időszakon kívül esik.

Más szerzők (RILEY 1987, 17-40; WILSON 2005, 38-87; SCOLLAR et al. 1990, 33-76; ILLE 1993; LEIDORF 1996, 38-44) rendszerét felhasználva, részletes felosztást alakított ki M. Doneus (DONEUS 2013, 161-180). Ennek alapelve a domborzati eltérés alapján, illetve a (mikro)relief révén nem detektálható (besimuló) jelek megkülönböztetése. Ebben a csoportosításban nincs jelentősége a jelek állandóságának, tűnékenységének, átalakulásának, periodicitásának, azaz az időfaktor-nak. Ugyanakkor világos meghatározását adja mindazon lehetséges tényezők túlnyomó részének, amelyek révén a tájban egykor történt humán beavatkozások a levegőből felderíthetővé válnak.

Már a pionír-kutatók észlelték és azóta is folyamatos figyelem övezi a különféle jelek értelmezésében a talajművelés és az ahhoz kapcsolódó erózió szerepét (GOJDA 2020, 126). A jelek ugyanis nemcsak a régészeti jelenségekről tudósítanak, kinézetük a lelőhelyek pusztulási folyamatát is jellemezheti. Erősödésük az évtizedek során általában intenzív roncsolásra utal, azaz a leglátványosabb légi fotók nem feltétlenül utalnak a lelőhelyek jó állapotára (32. ábra). Ebben a folyamatban érdemes megkülönböztetni azokat a régészeti jelenségeket, amelyek a mai talajszint felett találhatók, az egykori rétegekbe bevágott struktúráktól. Az előbbiek nyomának esélye a fennmaradásra és az észlelésre nyilvánvalóan kisebb, mint az árkoknak, gödröknek és hasonló objektumoknak. Ez a régészeti terepkutatásban általános megfigyelés a légi régészetre is igaz, a különféle jelek túlnyomó többsége a beásott struktúrákról tudósít.

Az általunk alkalmazott felosztás követi az újabb rendszereket, ugyanakkor röviden utalunk az adott jel révén észlelhető leggyakoribb jelenség-típusokra, visszahozzuk az időfaktor szerepét és felhívjuk a figyelmet az egyes tényezők közötti lehetséges kölcsönhatásokra. Minthogy a légi fotó lelőhelyek azonosításában kiemelkedő jelentősége van a növény-jeleknek, ezek növény-fajtákra bontott jellemzését is megadjuk.

A különféle jelek egy része nemcsak ferde tengelyű légi fényképezéssel, hanem más platformok segítségével (pl. drón, ortofotó, műholdas távérzékelés) is észlelhető. Különösen a domborzati eltérések, vagy a növényi növekedési különbségek egyképes észlelésében azonban jóval eredményesebb a régészeti légi fényképezés. Ezek az eltérések csak részben detektálhatók ortofotók fotogrammetriai feldolgozásával, a megoldást gyakran az ALS jelenti. Számtalan példa bizonyítja, hogy a ferde tengelyű légi fényképezéssel azonosítható jelek nagyon gyakran először adnak hírt egy régészeti lelőhelyről, vagy anomáliáról, biztosítva az összes létező távérzékelési, vagy terepi módszer célzott és hatékony felhasználását.

4.2. A domborzati eltérések észlelése

Az egykori terepszint felett még meglévő régészeti jelenségek túlnyomó többsége a domborzati eltérések révén figyelhető meg a levegőből. Ezeket az egykamerás kisképes légi fényképezések során legtöbbször az árnyékhataás révén észleljük. A megfelelő átfedéssel készített sorozat-felvételezések alapján fotogrammetriai úton is kimutathatók a relief különbségei (lásd: CZAJLIK 2022, 149-151), illetve a kézi kamerás fotókat is el lehet ezzel az igényel készíteni, azonban ez a technológia egyelőre nem terjedt el a légi régészetben. Speciális lehetőséget jelent a domborzati jelek kimutatására a havas időszak, az idézett szerzőktől eltérően megkülönböztetjük a hó-borítás és a hó-jel kategóriákat. Ugyancsak a relief nem természetes változásaira hívhatják fel a figyelmet az árvízi elöntéses jelek.

Az 1920-as években elkezdett légi fényképezések során Nagy-Britanniában a régészeti lelőhelyek jelentős részét domborzati jelek segítségével azonosították. Köszönhetően annak, hogy a Brit-szigetek jelentős részén a középkor végén felhagytak a szántóföldi növénytermesztéssel és az állattartásra tértek át, nagyon sok régi (akár újkőkori) lelőhely, területhasználati nyom maradt érzékelhető a relief eltérései révén (GOJDA 2020, 64). Az 1950-es évek közepétől ez a helyzet megváltozott, nő a szántott területek mennyisége Angliában is, ami a domborzati jelek fokozatos eltűnésével jár (GOJDA 2020, 103). Hasonló hatása volt Európa számos részén a kisparcellákról az óriás földterületek művelésére való áttérésnek. Magyarországon az 1960 előtti archív légi felvételek kis száma miatt a folyamat régészeti lelőhelyekre gyakorolt hatása egyelőre csak elszigetelt esetekben dokumentálható (33. ábra).

4.2.1. Az árnyékhataás

A magassági eltérések, domborzati különbségek megfigyelését általában az árnyékhataás teszi lehetővé, ami évszaktól és napszaktól egyaránt függő erősségű. A Nap látszólagos mozgása során télen nem éri el deleléskor a 90 fokot, így egész nap alacsony napszög, azaz ferde megvilágítás van. Ezzel szemben nyár elején csak kora reggel és késő délután vannak

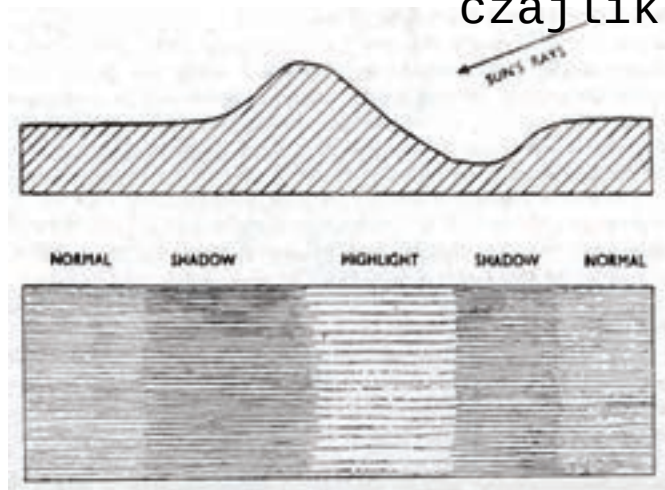


33. ábra. A domborzati jelek „átalakulása” növény-jelkévé. Sárbogárd – Cifrabolondvár (Fejér-vármegye) külső védműve a kisparcellás művelés megszűntével ma már csak növény-jelként figyelhető meg. A: 1934. július, Neogrády S. felvétele (NEOGRÁDY 1948-1950, 307). B: 2002. június 15., Czajlik Z. felvétele

vetett árnyékok (vö NEOGRÁDY 1948-1950, 21-22. ábra). Minél kisebb a magassági eltérés, annál ferdebb megvilágításra van szükségünk, továbbá az árnyékhatás nagysága függ a fényképezendő régészeti jelenség (pl. sánc) irányításától. Erős árnyék révén a kép kissé „térhatásúvá” válhat, függően bizonyos mértékig attól, hogy az árnyékolt, vagy a napsütötte oldalról készítjük a felvételt. Egyenletes, azonos felszínborítás (háttér) esetén (pl. alacsony fű, hó-borítás) az árnyékhatás fokozott mértékben mutatkozhat meg (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 27; DONEUS 2013, 161). A hótakaró az egyébként egyenetlen (pl. részben avarral, részben talajjal, részben száraz fűvel borított) terepet homogén fehérré teszi, amiben jobban észlelhetők az enyhe magassági eltérések.

Az árnyékhatás révén észlelhető információt mindig egy jel-együttes mutatja meg. Amint azt D. N. Riley sokat idézett tanulmányában (RILEY 1944) szemléletesen bemutatta, egy sánc és annak árka (amennyiben az árok irányából süt a Nap) egy árnyékos – egy erősen megvilágított – majd egy újabb árnyékos terület váltakozása nyomán válik láthatóvá. Az

alacsony napszög (a ferde megvilágítás) miatt a nem megvilágított részek árnyékba kerülnek, a sánc oldalán viszont a beesési szög magasabb lesz, így a Napfény erősebben reflektálódik, azaz a felszín lokálisan jobban megvilágított lesz (34. ábra). Amennyiben más irányú a megvilágítás, vagy az árok már feltöltődött, illetve egyszerűbb jelenségek (pl. teraszok) esetében az egyik árnyékjel nem, vagy csak minimálisan lesz érzékelhető. Lineáris jelenségek esetében minél nagyobb szöget zár be a megvilágítás iránya és a fényképezendő jelenség irányítása, annál jobban érzékelhető lesz a kérdéses struktúra. Ferde tengelyű légi fényképezéssel a megvilágítással azonos irányból, esetleg a repülési magasság csökkentésével, az erős reflexióval érintett területek kiemelhetők. Ilyenkor az árnyékjellet részben, vagy teljes egészében kitakarhatja a régészeti jelenség, ellenkező irányból fényképezve viszont a jelenségek árnyéka fog elsősorban látszódni, nem az erősen megvilágított zónák (vö. DONEUS 2013, 161). Az extrém alacsony napszög (ferde megvilágítás) segítségével egészen kis domborzati különbségek is kimutathatók, ilyenkor azonban nagyon gyorsan változnak a fényviszonyok, így csak



34. ábra. Árnyékhát kialakulása egy sáncból és árokból álló erődítésen. Ha Nap az árok irányából süt, akkor az árok nagyrészt árnyékba kerül, a sánc oldalát az erős reflexió kiemeli, a sánc mögötti rész viszont árnyékban van (RILEY 1944, 2)

néhány lelőhely, vagy egy kisebb zóna légi fényképezése oldható meg egy-egy alkalommal (35.A ábra).

4.2.2. A hó-jelek

Földépítmények (erődítések, halomsírok) dokumentálását gyakran segíti a hó-borítás. A vastag hó kiemeli a domborzati különbségeket (pl. MIKLÓS 2007, 151). Előfordulhat, hogy ezt a hófúvás hatása felerősíti, általában azonban sokkal nagyobb jelentősége van, hogy az olvadó hó és a domborzat kontrasztja révén fontos részletek mutatkozhatnak meg (MIKLÓS 2011, 3. ábra; vö. DONEUS 2013, 162). A hó olvadását számos körülmény befolyásolja. Napsütéses időszakban még nagy hidegben is eltűnik a hó a déli hegyoldalokról, miközben a mély árkok, vagy az árnyékos északi oldalak mikroklímája sokáig megtartja a havat. Az olvadás/száradás azokon a területeken halad a leggyorsabban, amelyek a besugárzás irányával a legnagyobb szöveget zárják be (35.B-C ábra).

4.2.3. Az előntéses jelek

Folyók és patakok völgyében, megemelkedett vízállásnál, árvíz esetén a magasabb terepszintet elérő régészeti jelenségek, így leggyakrabban a halomsírok, esetleg az erődített települések légi fényképezéssel látványosan dokumentálhatók. A vízszint által kijelölt domborzati különbség főként a kisebb, más légi fényképes módszerrel nehe-

zen, vagy egyáltalán nem észlelhető régészeti jelenségek azonosítása szempontjából fontos. Nemzetközileg ismertté vált lelőhelyeket fényképezett O. Braasch Dittenheimnél (Bajorország, CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 232-233), Riedlingennél (Baden – Württemberg, Németország, BRAASCH 1994, Abb. 109) és Altmühlnél (Németország, DONEUS 2013, Abb. 52). Az árvízi helyzetekben (vö. DONEUS 2013, 163-164) azonosítható új lelőhelyek száma azonban véges, hiszen az előntések általában az alacsony, esetleg a magas árteret érintik, amelyeken az állandó települések, temetők kialakítását a régészeti korokban igyekeztek elkerülni. Nem lehet véletlen, hogy ezekben a zónákban őskori halomsírok épültek, amelyek más lelőhely-típusokhoz képest „vízálló” konstrukciónak minősíthetők (35.D ábra).

4.3. A felszín alatti struktúrák észlelése

M. Doneus a következőkben bemutatandó jeleket a domborzati eltérésként nem észlelhető halomazba sorolta be (DONEUS 2013, 163). Noha valóban célszerű a jelek osztályozását egymással párba állítható nagyobb csoportok szerint elvégezni, ebben az esetben ezt nem tartjuk követhetőnek. A reliefként megjelenő régészeti jelenségek ugyanis az erózió és szántóföldi művelés következtében egytől egyig eljuthatnak abba a fázisba, amikor domborzati eltérésként még azonosíthatók, ugyanakkor talaj-jelként, növény-jelként, stb. már észlelhetők. Az általunk javasolt elnevezés tehát nem húz merev határt, az alább ismertetendő típusok mindegyike megjelenhet a még meglévő domborzati eltérések kísérőjeként is. Az igazi közös jellemző – M. Doneus-szal egyetértve – az alábbi jel-fajtáknál az, hogy egykori – természetes, vagy humán – talaj-átrendeződésekre, vagy beavatkozásokra utalnak, amelyek vagy önmagukban, vagy különféle tényezők révén a levegőből észlelhetők és rögzíthetők. Azzal is egyet kell értenünk, hogy a jelek kialakulási és fejlődési mechanizmusának megértése megrekedt az empirikus szinten és a folyamatok mélyreható magyarázata máig jelentős adóssága a légi régészeti kutatásnak (DONEUS 2013, 163). Itt is hangsúlyozzuk azonban, hogy egy nagyon bonyolult, sokváltozós rendszerről van szó, amelyet csak lépésről lépésre van esélyünk megérteni (lásd korábban, különösen STUNK-LICHTENBERG 1965, EVANS –



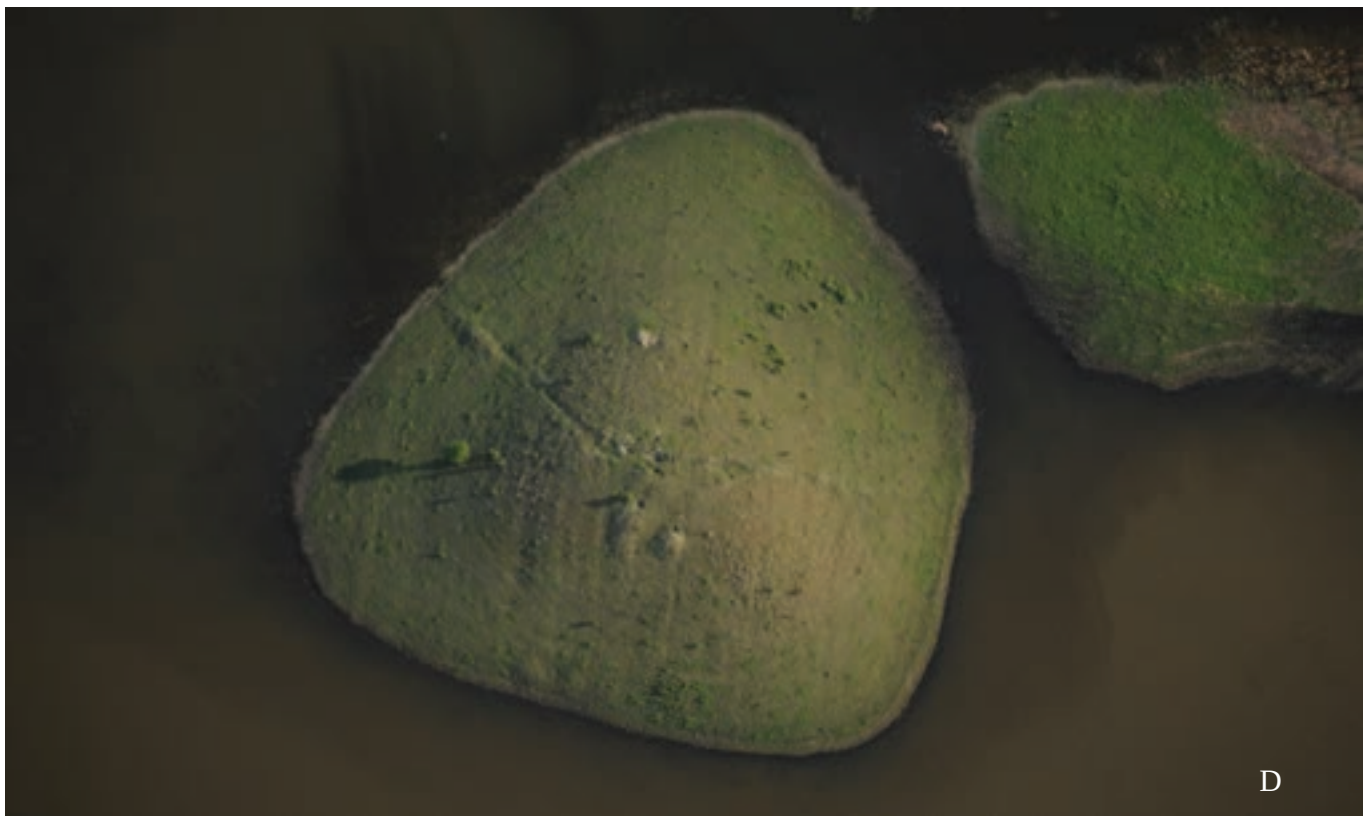
35. ábra. Az árnyékhataás, a domborzat és a hó-jelek összefüggései:

A: Az extrém alacsony napszög miatt már csak a feltárás alatt lévő lelőhely legmagasabb része, vagyis a dombon lévő templom, a körülötte mélyített sírok és a körárok kibontott szakaszai „emelkednek ki” a már árnyékba borult környezetből. Perkáta – Nyúli-dűlő (Fejér vármegye), középkori falu, feltárásvezető Kovács L. O., 2010. június 28., Czajlik Z. felvétele

B: A napsugárzás hatására a vár DNy-i részén és a meredekebb sáncoldalakon elolvadt hó miatt a domborzat jobban megfigyelhető. Sajónémeti – Várhegy (Borsod – Abaúj – Zemplén vármegye), motte típusú vár maradványai a dombtetőn (NOVÁKI et al. 2007, 95-96). 2006. március 8., Czajlik Z. felvétele



C



D

C: A domb déli oldalán a hó már elolvadt, kivéve a sánc vonalát, ahol a domb lejtése rövid szakaszon közel vízszintesre vált. Ez a környezetéhez képest kisebb beesési szöget eredményez a téli alacsony napszög miatt, lassítva a hó olvadását. Szécsény – Kerek-domb (Nógrád vármegye), őskori erődített település (NOVÁKI et al. 2017, 76-77). 2006. március 8., Czajlik Z. felvétele

D: A Kapos és a Koppány összefolyásánál kialakult ártérben jól érzékelhető, hogy a népvándorláskori(?) halmot az ártérbe építették, de a temetkezést az elöntés nem veszélyeztette. Regöly (Tolna vármegye), 2010. június 28., Czajlik Z. felvétele

JONES 1977, STANJEK – FASSBINDER 1996, GOJDA – HEJCMAN 2012, HEJCMAN et al. 2013, CZAJLIK et al. 2021).

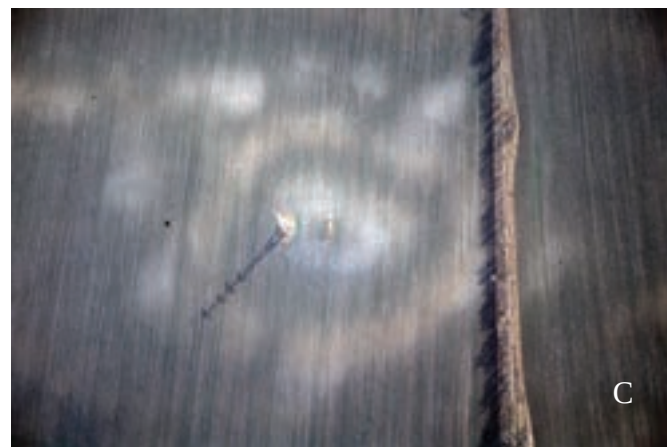
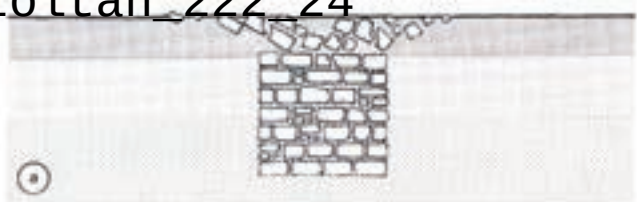
4.3.1. A talaj-jelek

A domborzati különbségekhez hasonlóan a részben, vagy teljesen növényzetmentes talaj színeltérései, vagyis a talaj-jelek állandóan megfigyelhetők a szántóföldi művelés alatt álló területeken, csapadék- és víztartalomtól függően felerősödnek (lásd még: nedvesség-jelek), vagy elhalványulnak. Felismerésüket nehezíti, hogy ritkán jelentkeznek éles kontúrral. Rengeteg olyan elmosódott talaj-jel van, amelyik nem régészeti eredetű, - például a természetes földhalmok a szántóföldi művelés során nagyon hasonló elszíneződést mutatnak, mint mesterséges társaik. A régészeti eredetű jelek azonosítását segítheti/nehezítheti a művelési állapot. Bár a frissen szántott felszínen (ahogyan azt terepbejárásokon is tapasztaljuk) néha éles kontúrral mutatkoznak meg bizonyos régészeti jelenségek, általában mégis jobb megfigyelést biztosít a boronált, esetleg simított szántóföld. A talaj színeltérését okozhatják elpusztult épületek „áttetsző” alapfalai, illetve (jóval gyakrabban) a környezetüknél magasabb szervesanyag-tartalmú (lásd: STANJEK – FASSBINDER 1996) és/vagy vas-oxid-tartalmú (STUNK-LICHTENBERG 1965) és ezért sötétebb színű árkok, gödrök, stb. foltjai (36. ábra).

A talaj-jelek észlelhetősége függ a befoglaló talaj természetes színétől, rétegzettségétől, az egyes rétegek vastagságától és nem utolsósorban a talajtípustól. A legtöbb talaj-jel lösz-, mész- és kavicstalaj felszíneken észlelhető, mert ezek lefelé erőteljesen világosodnak (BRAASCH 1994, 88-89), azaz egy beásott árok sötét kitöltése erős kontraszttal jelentkezhet.

A korábbiakban leírtak alapján is nyilvánvaló, hogy az észlelhetőségre jelentős hatása van a talajerózió előrehaladottságának, a szántóföldi művelésnek. Számít a szántás/tárcsázás mélysége és gyakorisága is az adott területen (vö. CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 30).

Előfordul, hogy jellegzetes, fordított helyzetű talaj-rétegek révén válhatnak láthatóvá a földsáncok, vagy halomsírok. Az építéskor a



36. ábra. Talaj-jelek.

A: Negatív (fent) és pozitív (lent) talaj-jelek kialakulása eltemetett fal, illetve gödrök, árkok felett. Az előbbi világosabb, az utóbbi sötétebb színű a környezeténél (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 30).

B: Nagyméretű római kori kőépület nyoma szántott talajfelszínen. Villers-sous-Ailly – Le Cessier (Somme, Franciaország). R. Agache felvétele (BRÉART 1999, 29)

C: A Hatvan kultúra erősített településének nyoma a sötétebb színű belső védelmi árkokkal. Hatvan – Kerek-halom (Heves vármegye), 2002. március 9., Czajlik Z. felvétele



37. ábra. Nedvesség-jelek.

A: Kora vaskori halmok kerítő árkainak nyomai kordonos művelésű szőlőben a csapadékos időjárást követően. Néhány halom esetében talaj-jelként a világosabb színű halom-köpeny nyoma is észlelhető. Érd/Százhalombatta – Százhalom (Pest vármegye), 2014. március 11., Czajlik Z. felvétele.

B: Kora vaskori halmok kerítő árkainak nyomai mozaikos művelésű (szántóföld, gyümölcsös, szőlő) területen a csapadékos időjárást követően. A parcellák egy részében csak nedvesség-jelek, másutt a nedvesség-jelek mellett az őszi vetésű búza növény-jelei is megfigyelhetők. Egyes nagyobb halmok esetében talaj-jelként a világosabb színű halom-köpeny nyoma is látszik. Érd/Százhalombatta – Százhalom (Pest vármegye), 2014. március 11., Czajlik Z. felvétele

konstrukció tetejére a legmélyebb szintől ki-
termelt, világos rétegek kerülhetnek, amelyek
még pusztuló állapotukban is felhívhatják a fi-
gyelmet az egykori földépítményre (MIKLÓS
2010, 853). A talaj-jelek hatását nemcsak a
vékony hó, hanem a növényzeti jelek is felerő-
síthetik, különösen kora tavasszal. Ez a folya-
mat a növények növekedésével ahhoz vezet,
hogy a talaj-jelek észlelhetősége megszűnik.
Gabonák esetében általában már áprilisban
bekövetkezik a takarás, a kukorica-földeken
gyakran még júniusban is megfigyelhetők a
talaj-jelek.

Ha kifejezetten a talaj-jelek optimális megörö-
kítése a légi fényképezés célja, akkor érde-
mes a repülést borult, vagy szűrt napsütéses
időben végrehajtani. Amint a terepbejárások
során, itt és kerülni kell ugyanis azt, hogy
a talajfelszínen lévő kisebb árnyékok és az
erősebben megvilágított területek kontraszt-
ja rontsa a megfigyelési lehetőségeket. Késő
ősz – téli időszakban ideális tiszta időben,
de magasszintű rétegfelhők alatt, vagy – O.
Braasch tanácsát követve – a cirrus-felhők
okozta szűrt megvilágítást kihasználva érdemes
fényképezni (BRAASCH 1994, 89).

4.3.2. A nedvesség-jelek

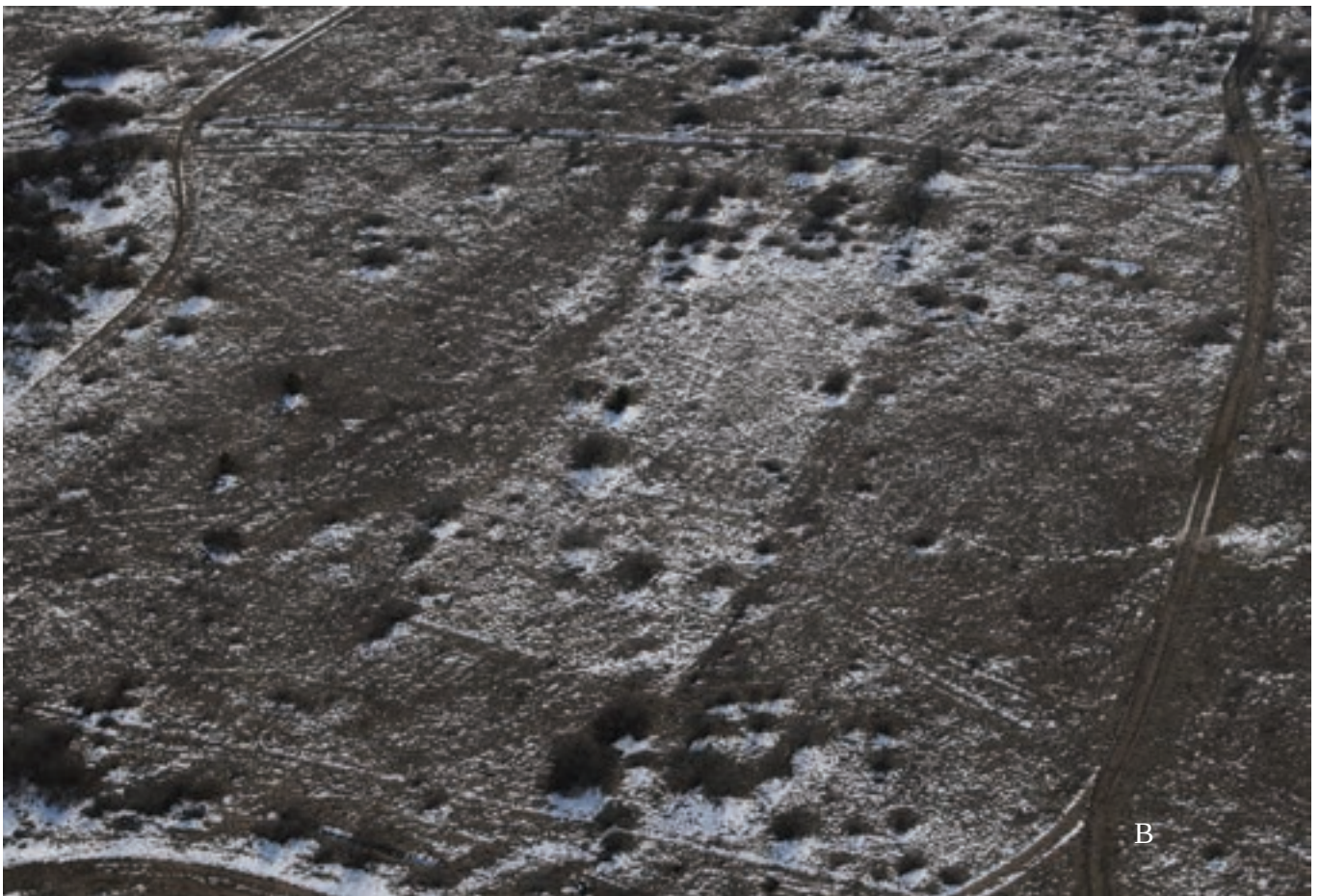
A talaj-jelek egyik érdekes al-esetének te-
kinthetők a nedvesség-jelek. Jelentőségü-
ket korán felismerték, D. N. Riley O. G. S.
Crawford-ra hivatkozva használta a *damp-
mark* kifejezést (RILEY 1944, 4). O. Braasch
német tükörfordításban – *Feuchtemerkmal* –
olyan talaj-jelekre alkalmazta, amelyek hóol-
vadás után, vagy rövid, erős esőket követően
a talaj száradása során alakulnak ki azáltal,
hogy az eltemetett régészeti struktúrák felett
a nedvesség tovább megmarad (CHRISTLEIN
– BRAASCH 1982, 30-33). O. Braasch szerint
nagyon rövid életű (néhány óra) jelekről van
szó, M. Doneus és a saját gyakorlatunk alap-
ján az esős periódusokat követő száradási
időszakban néhány napon keresztül láthatók
(37. ábra). A száradási különbségek hátterét
(szemcseméret-differencia, szervesanyag-
tartalom eltérései, stb.) I. Scollar világította
meg (SCOLLAR et al. 1990, 46). Amint arra
M. Doneus rámutatott, az átnedvesedés mér-
téke függhet a régészeti jelenségtől, - a falak,

hálozmások eleve kevesebb vizet vesznek fel,
mint az árkok, gödrök. Az átnedvesedő talaj
élénkebb színe pedig jól magyarázható a reflexi-
ós görbe segítségével, amely megmutatja, hogy
az üledékek vizet felvéve sötétebb árnyalatúvá
válnak (DONEUS 2013, 154-155, 167).

4.3.3. A fagy-jelek

A nedvesség-jelekhez hasonlóan a fagy-je-
leket is a talaj-jelek speciális esetei közé ér-
demes besorolni. Ellentétben a nedvesség-
jelekkel, D. N. Riley nem tulajdonított nekik
nagy jelentőséget. Ő G.W.G. Allentől értesült
az érdekes jelenségről, aminek hátterében
a magasabb nedvességtartalmú régésze-
ti struktúrák mélyebb átfagyása áll. (RILEY
1944, 4-5; vö. CHRISTLEIN – BRAASCH
1982, Abb. 16). Számos légi felvétel mutat-
ja, hogy a jelenséget jól ismerte R. Agache
is (DELÉTANG 1999, 56). A részletesebb
magyarázathoz a külső hőmérsékletválto-
zás irányát is ismernünk kell. Amennyiben
ugyanis lehűlés éri a talajfelszínt, azokon a
részekben, ahol alacsonyabb a víztartalma,
gyorsabban fagy meg, miközben a maga-
sabb nedvességtartalmú árkok/gödrök felett
a víz nagyobb hőkapacitása miatt lassabban
csökken a hőmérséklet. Ha ezen a felszínen
vékony hóréteg alakul ki, az nem fog meg-
maradni a magasabb nedvességtartalmú ré-
gészeti jelenségek felett (38.A ábra).

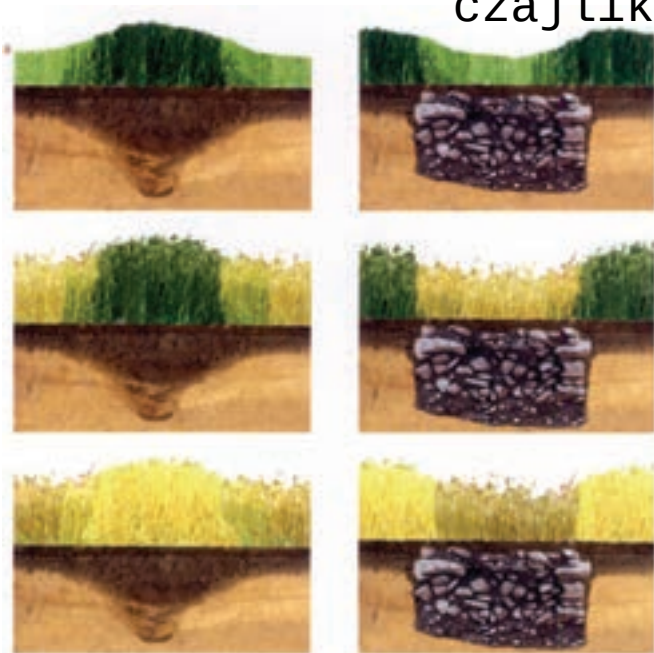
Tartós fagy esetén a hőmérsékleti különbség
az egyes talaj-részek között megszűnik, vi-
szont melegedéskor inverz helyzet alakul ki.
A magasabb nedvességtartalmú, átfagyott
régészeti objektumok nem engedik a felettük
lévő talajfelszínt a környezetükkel azonos
sebességgel felmelegedni, ami miatt a fe-
lettük lévő hó késleltetve fog elolvadni (38.B
ábra). (Ezt a szituációt ismerte fel eredetileg
G.W.G. Allen.) O. Braasch és őt követve M.
Doneus a fagy-jelek észlelhetőségét nagyon
rövid, mindössze néhány órás időtartam-
ra szűkítette le (DONEUS 2013, 167-168),
ez azonban – legalábbis a kihűlési folya-
mat megfigyelésével gyűjtött tapasztalata-
ink alapján nem feltétlenül igaz. Fagypon-
t körüli külső hőmérsékleten, felhős időben
akár napokig fennmaradhat a talajhőmér-
sékletek különbsége. Amíg tehát a hó-jelek



38. ábra. Fagy-jelek.

A: A bronzkori erősített település védőárka felett a vékony hó nem maradt meg, vagy gyorsabban elolvadt. Zsámbok – Kerek-halom (Pest vármegye), 2018. február 15., Czajlik Z. felvétele

B: Az erősebben lehűlt terület felett a vékony hó jobban megmaradt. Modern épület nyoma Budaörs határában (Pest vármegye). 2018. február 19., Czajlik Z. felvétele



39. ábra. Növény-jel kialakulása kalászos gabonában, T. Pertlwieser rajza alapján (DONEUS 2013, 174). Az ábra bal oldalán egy feltöltődött árok, a jobb oldalon egy pusztuló fal fölötti növényfejlődés „színes” fázisai követhetők nyomon. Más rekonstrukciókkal ellentétben a régészeti jelenségek határainál előforduló magassági és szín-átmeneteket is érzékelteti a szerző

révén megfigyelhető régészeti jelenségek az árnyékhatással kapcsolhatók össze, addig a vékony hóval borított felszínen észlelhető fagy-jelek inkább a talaj kisebb eltéréseit, a talaj-jeleket erősíthetik fel.

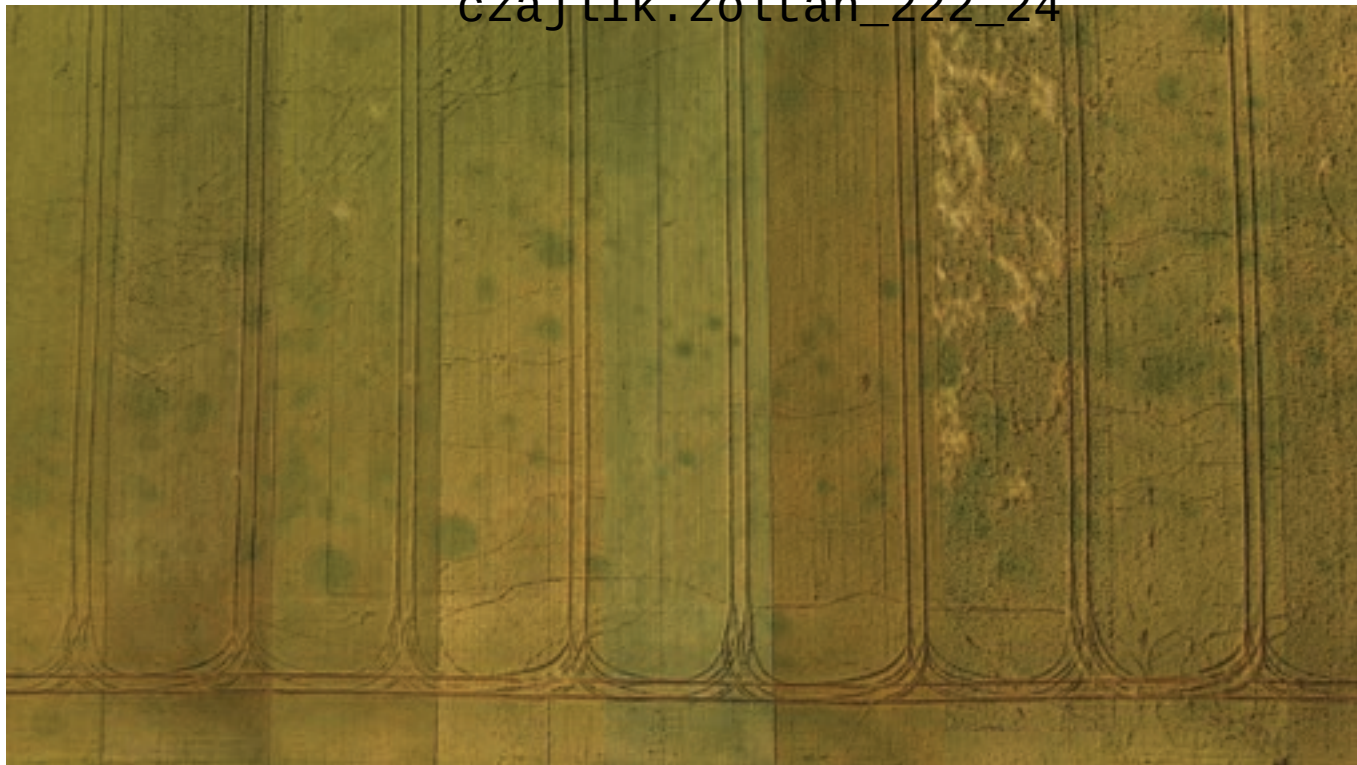
4.3.4. A növény-jelek

A felderítő légi régészeti kutatás legsikeresebb, egyben legnagyobb tapasztalatot igénylő ága a növény-jelek azonosítása. Hazai és nemzetközi példák bizonyítják, hogy egy-egy jó szezonban sokszor napok alatt több információt biztosítanak, mint minden más anomália együttesen. Nem véletlen, hogy az 1990-es évek elején Magyarországon dolgozó külföldi kutatók, így R. Goguey és O. Braasch elsősorban a növény-jeleket kutatták. Ők és mások, főként az 1996-os Balatonkiliti nemzetközi légi régészeti kutató-tábor résztvevői (BEWLEY et al. 1996) a növény-jelek és az ezek észlelését nagyban segítő monokultúras gabonatermesztés alapján tartották kiemelkedően jónak a magyarországi kutatási lehetőségeket.

A növény-jelek között megkülönböztethetünk negatív és pozitív anomáliákat aszerint, hogy a növény növekedése gátolt, visszamaradott (negatív jelek), vagy környezeténél erőteljesebb (pozitív jelek). A gyorsan (sokszor néhány óra alatt) jelentősen változó színeltérések és a számos tényezőtől függő megjelenésük (CZAJLIK et al. 2021) miatt szokták a növény-jeleket tűnékeny jelnek (vö. GOGUEY – SZABÓ 1995, 87-89) nevezni, szemben a többé-kevésbé állandónak tekinthető talaj-jelleggel. A falak felett a növény alacsonyabbra nő, a stresszre, elsősorban a csapadék hiányára érzékenyebben reagál, növekedése gátolt, a gabonafélék korábban sárgulnak. Az árkok, gödrök jobb szervesanyag és nedvességellátottságára a növények erősebb, gyorsabb növekedéssel, a gabonák későbbi sárgulással reagálnak (39. ábra). A növény-jelek kutatásánál fontos szerepe lehet a ferde megvilágításnak, hiszen az teszi láthatóvá a magasságkülönbségeket, felerősítve a színeltérés révén jelentkező hatást (pl. SZABÓ 2016, 72. kép).

4.3.4.1. Őszi búza/árpa (*Triticum aestivum* / *Hordeum vulgare*)

A régészeti jelenségeket jelző, eltérő növényi fejlődés/érés a nemzetközi és a hazai tapasztalatok szerint is elsősorban a Magyarországon jelentős mennyiségben termelt kalászos gabonafélékre jellemző, különösen az őszi vetésű búzáknál gyakori. Hasonlóan jól jelez az őszi árpa is, amelynek vetésterülete kisebb, elkülönítésük a levegőből csak növekedésük és érésük eltérő hossza/időpontja alapján lehetséges, ezért együtt tárgyaljuk őket. Fontos tudnunk, hogy a régészeti jelenségek hosszú ideig – általában április elejéig csak a magasságkülönbség révén észlelhetők. Ezek az – akár 30 cm-t is elérő (DONEUS 2013, 174) eltérések a téli – kora tavaszi csapadék mennyiségétől függenek és nem minden szezonban alakulnak ki. Először általában csak a nagyobb struktúrák (pl. árkok) mutatkoznak meg és a jelenségek kontúrjai sem határozottak. Az érésnek 4 fázisa lehetséges, először magasságkülönbség alakulhat ki, április végétől a növekedésében gátolt őszi búza világosabb zölddé, majd májustól sárgává válik, valamivel később (júniustól) az egész gabona-tábla vált át világosabb zöldre majd sárga színre,



40. ábra. Hibridbúza-vetések Lesencetomaj – 77-es út mellett (Veszprém vármegye). Félig földbe mélyített épületek és gödrök nyoma a táblában. A területen sávosan legalább 6-7 különböző hibridet vetettek, amelyek színe és a régészeti jelenségek, valamint a körülöttük lévő területek kontrasztja eltérnek egymástól. 2022. június 4., Czajlik M. felvétele

végül az addig zöld pozitív növekedési jelek is sárgává/barnává alakulnak, ami általában aratásig már nem változik. Az őszi árpa esetében folyamat gyorsabb: már április végén jelentős színkülönbség alakulhat ki, általában június elején pedig bekövetkezik a világossárga, teljes érése utaló állapot.

Ez a folyamat a pozitív növény-jelek esetében is hasonlóképpen zajlik le, azzal a különbséggel, hogy azok általában néhány héttel később kezdenek jól látszani, mint a negatív növény-jelek (CZAJLIK 2010, 85). Ezek az érési folyamatok tarthatnak hetekig/hónapokig, de nagy melegben akár napok, sőt órák alatt végbemehetnek, különböző hosszúságú időszakokat (időablakokat) biztosítva a megfigyelésre/dokumentálásra. A magasságkülönbség és a színkülönbség együttes hatása más kultúrnövényeknél is jelentkezhet, a kalászosoknál azonban további előnyt biztosít a sűrű vetés, ami finom rajzolatú, jól értelmezhető légi fotó lelőhelyeket, más növényben ritkán látható részleteket (pl. sírokat, vagy épületek szerkezeti elemeit) eredményezhet. A tavaszi búzában/árpában általában később és az őszi változatokhoz képest kevésbé inten-

zíven figyelhetők meg a gabona-jelek. Miklós Zs. vetette fel, hogy a búza (és a kukorica) egyes hibridjei másként reagálhatnak a talaj-anomáliákra (MIKLÓS 2010, 855). Szerintünk az eltérés valóban létezik, de inkább különböző színárnyalatokon, erősebb/gyengébb kontrasztan keresztül mutatkozik meg (40. ábra). Az árpához hasonlóan a rozs (*Secale cereale*) megkülönböztetése is bizonytalan a légi régészetben. A korábban érő, jóval világosabb színű zabban (*Avena*) ritkán, de megfigyelhetők régészeti jelenségek.

4.3.4.2. Tritikálé (*Triticale*/búzarozs)

A takarmánynövényként bizonyos régiókban, így a Dél-Dunántúlon gyakrabban vetett tritikálé jellegzetes, intenzív zöld/zöldeskék színű tábláiban hasonlóan jó eséllyel lehet megfigyelni növényzeti jeleket (CZAJLIK 2010, 86-87; MIKLÓS 2010, 855), mint a búzában és az árpában. Fontos különbség azonban, hogy az érés tapasztalataink szerint jóval korábban, már májusban elkezdődhet, hasonlóan a ritkán vetett rozshoz és zabhoz.



A



B

41. ábra. Növény-jelek kialakulása hegyi kaszálón. A gödrökre utaló nyomok alapján utóbb egy szkíta temetőt tártak fel (Fântânele/Szászújós [Matei/Szentmáté], La Gâța, Dealul Iușului, Județul Bistrița-Năsăud/Beszterce-Naszód megye, Románia, BERECKI et al. 2012, 46-47). 2009. június 26., Czajlik Z. felvétele (A) és értelmezése (B)

A búza-/árpa-/rozsfélékhez közel álló fűvek elvben képesek az eltemetődött régészeti jelenségek jelzésére, azonban területük csökkenése, valamint a legeltetés és a kaszátatás miatt Nagy – Britanniával (pl. NEOGRÁDY 1948-1950, 4. ábra) ellentétben ritkán (Magyarországon lásd: NEOGRÁDY 1948-1950, 299; GOGUEY – SZABÓ 1995, 76); Erdélyben (41. ábra) észlelünk rajtuk régészeti jelenségeket. Speciális lehetőséget jelentenek a lekaszált területek, amelyeken száraz időszakban az árkok/gödrök nyomát gyorsan sarjadó fű mutathatja meg (DELÉTANG 1999, 60). A kevés hazai adat összefügghet azzal is, hogy az erre alkalmasabb augusztusban térségünkben jóval kevesebb a régészeti célú repülés, mint a nyár elején. M. Doneus szerint a téhenlegelőkön nehezebb az értelmezést a téhenlepények, illetve egyes, köralakban terjedő gombák (DONEUS 2013, 174), véleményünk szerint mindkét jelenség viszonylag könnyen szűrhető a légi fényképezés során.

4.3.4.4. Kukorica (*Zea mays*)

Bár a korábbi tapasztalatok szerint kukoricában nagyon ritkán azonosíthatók régészeti jelenségek, Közép-Európában ma már rendszeresen figyelnek meg növény-jeleket a törökbúzában. Tudomásunk szerint Magyarországon először Miklós Zsuzsának sikerült érő kukoricában régészeti jelenséget azonosítania (Őcsény – Pusztagyörke, Tolna vármegye, 2000. augusztus 5., MIKLÓS 2010, 17. ábra). Bertók G. 2006. augusztus 5-én Szemely Hegyesnél (Baranya vármegye, BERTÓK – GÁTI 2014, 65, O. Braasch 2009. augusztus 13-án Harkánynál (Baranya vármegye, SZABÓ 2016, 99) fényképeztek le újkőkori körárkokat, a legszebb hazai példát azonban 2011. augusztus végén, Feked – Laposnál dokumentálta Bertók G. és Gáti Cs. (42. ábra). A kora nyári időszakban, az egyenetlenül kikelt kukorica segítségével O. Braasch figyelt meg régészeti jelenségeket 2002. július 5-én Mohácsnál (Baranya vármegye, BRAASCH 2003, Abb. 18), majd Czajlik Z. 2003. június 5-én Soltnál (Bács-Kiskun vármegye, CZAJLIK 2004, 120). Ugyancsak a korai növekedési fázisban dokumentált félig földbe mélyített épületeket M. Doneus Prellenkirchennél, Alsó Ausztriában (DONEUS 2013, Abb. 70). A felsorolt példák



42. ábra. Kukorica-jel kialakulása éréskor. Ovális neolitikus árok Feked – Laposnál (Baranya vármegye, BERTÓK – GÁTI 2014, 34). 2011. augusztus 31., Bertók G. és Gáti Cs. felvétele

alapján nyilvánvaló, hogy a törökbúza növekedése során két különböző időablakban kutatható. Korai növekedési fázisa szerencsés módon egybeesik a kalászosok júniusi/július eleji érésével, színeltérést viszont csak augusztusban mutat, ezért akkor célzott repüléseket igényel. A növény nagy és egyre növekvő vetésterülete miatt mindenképpen szükséges növekedésének és érésének, a régészeti jelenségekre való reagálásának részleteit jobban megismerni.

4.3.4.5. Repce (*Brassica napus*)

Az olajnövények részaránya nő a hazai szántóföldi növénytermesztésben (KSH). A repcében, különösen a virágzás elején és végén elsősorban a feltöltődött árkok nyoma rajzolódhat ki, ezt tanúsítják Bertók G. és Gáti Cs. Kökény – Temetői-dűlőnél 2011. május 7-én és június 14-én



43. ábra. Bronzkori hármás árokrendszer nyoma elvirágzott repcében Dömsöd – Tekeres-pataknál (Pest vármegye). 2018. április 19., Czajlik Z. felvétele



44. ábra. Középső újkőkori körárok nyoma borsóban Strögen határában (Alsó – Ausztria, Ausztria). M. Doneus felvétele (DONEUS 2013, Abb. 78)

(Baranya vármegye, BERTÓK – CZAJLIK 2014, 46-47)., Miklós Zs. Bag – Peres-dűlőben 2008-2009 tavaszán (MIKLÓS 2010, 855) és Czajlik Z. Dömös – Tekeres-pataknál (mindkettő Pest vármegye) 2018. április 19-én végzett észlelései (43. ábra). Száraz években, korai a növekedési fázisban kisebb jelenségek, így földbe mélyített épületek is megmutatkozhatnak benne (DONEUS 2013, Abb. 63).

4.3.4.6. Napraforgó (*Helianthus annuus*)

A napraforgóval kapcsolatban hazai megfigyelésről nem tudunk, a nemzetközi szakirodalom azonban említi (SCOLLAR et al. 1990, 53-54). M. Gojda kutatásai alapján jól észlelhető növekedési különbség alakulhat ki benne, amelynek segítségével árkok, sőt félig földbe mélyített épületek nyoma is azonosítható (GOJDA 2020, fig. II.9, bal oldali képek).

4.3.4.7. Borsó (*Pisum sativum*)

A nagyüzemi táblákon termesztett borsó vetésterülete kicsi. Általában gyenge kontúrral, de megbízhatóan jelzi a régészeti jelenségeket. Nehezíti megfigyelését, hogy az első között, már június első felében megtörténik a betakarítása. A rendelkezésre álló időablak tehát nagyon rövid, fényképezését érdemes más növények (pl. tritikále) kutatásával összekötni. Szép borsó-jeleket ismerünk Champagne-ból B. Lambot-nak (LAMBOT 1996, 35, 56) és Ausztriából M. Doneusnak köszönhetően (44. ábra).

4.3.4.8. Cukorrépa (*Beta vulgaris*)

Angliai adatok (RILEY 1979, 29) és a korábban idézett németországi párologtatási görbe (29. ábra) alapján a cukorrépát is lehetséges jelző növényként tartja számon a kutatás (BRAASCH – KAUFMANN 1992, 204). M. Doneus tapasztalatai alapján főként növekedésének korai szakaszában lehet régészeti szempontból eredményesen megfigyelni (DONEUS 2013, 174, Abb. 66). Sajnos vetésterülete Magyarországon olyan jelentéktelenre zsugorodott, hogy az észlelések gyarapodása alig-alig várható.

4.3.4.9. Facélia (*Phacelia tanacetifolia*)

A korábban tévesen mákként azonosított facélia (CZAJLIK 2022, 128) szerepe növekvő, mert egyes szezonokban virágzó állapotában eredményesen kutatható. Eddig csak pozitív növényzeti jeleit figyeltük meg kékeslila színű, sűrű sor- és tőtávolságú tábláiban (45. ábra).

4.3.4.10. Burgonya (*Solanum tuberosum*)

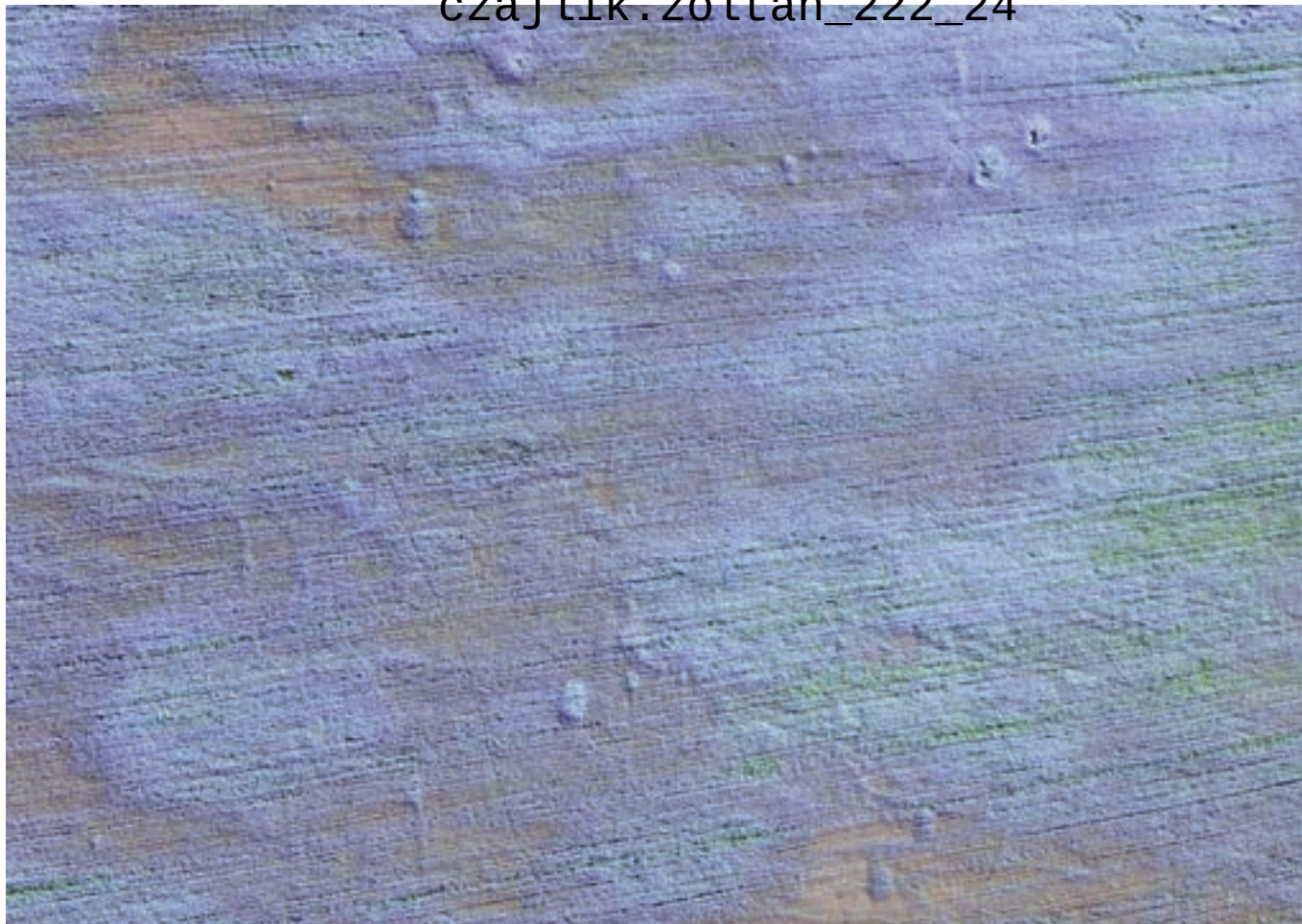
A brit szakirodalom említi lehetséges jelzőnövény szerepét (EVANS – JONES 1977, 63). Saját kutatásaink során, illetve a magyarországi és a közép-európai szakirodalomban még nem találoztunk burgonya segítségével azonosított régészeti jelenségekkel.

4.3.4.11. Lucerna/lóhere (*Medicago sativa*/*Trifolium pratense*)

Jelentős különbség a korábban felsoroltakkal szemben, hogy évelő növényekről van szó, ami – főként ismert régészeti jelenségek esetén – ideális lehetőséget biztosít a lehető legkedvezőbb időpontban történő, ismételt megfigyelésekre. Hátrányuk azonban, hogy viszonylag későn, július közepe felé, a még le nem aratott búzatáblák kutatásával egyidejűleg érdemes őket fényképezni. További problémát jelent, hogy tapasztalataink alapján a jelek kialakulásával jóformán egy időben kaszálásukra is sor kerül. A borsóhoz hasonlóan, elsősorban árkok, nagyobb konstrukciók nyomát mutatják meg (46. ábra). A francia légi régészek tapasztalatai alapján száraz években, pozitív növekedési eltéréssel, nagyon finom eltéréseket is képesek jelezni (DELÉTANG 1999, 24). 1989 száraz nyarán Nanteuil-sur-Aisne (Franciaország) határában nagyobb mennyiségű csapadék hatására a lekaszált lucerna-tarlón alakultak ki jól megfigyelhető növény-jelek (DELÉTANG 1999, 48).

4.3.4.12. A gyomnövények

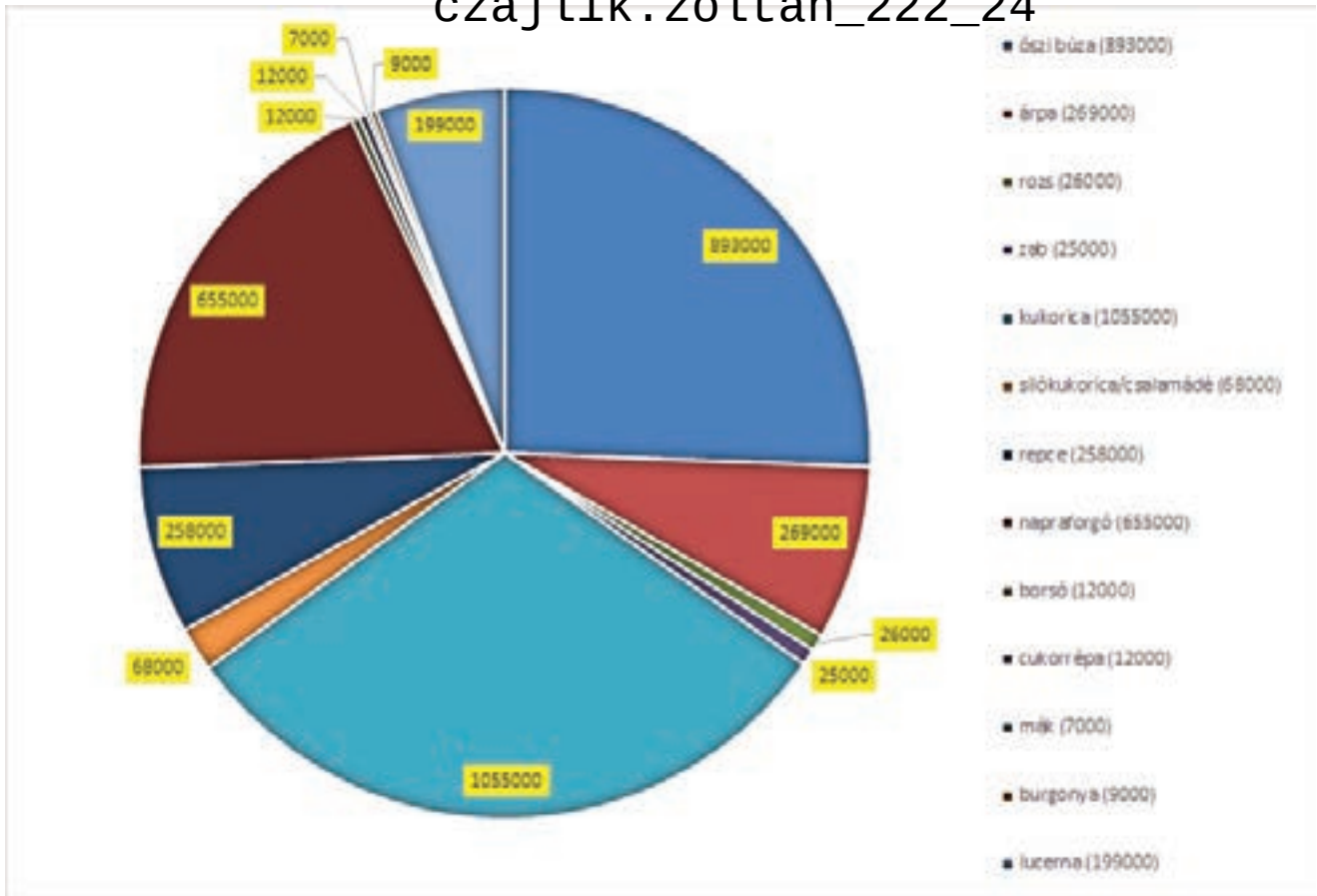
A pipacson (*Papaver rhoeas*) kívül (lásd: GOJDA 2020, 135) más szántóföldi gyomnövény jelző szerepéről nem tudunk. Vannak azonban olyan növények, amelyek jelezhetik egykori települések helyét, vagy a közvetlen környezetükben folytatott növénytermesztést. Ide soroljuk a metélőhagymát (*Allium scorodroprassum*), a mály-



45. ábra. Egymástól távol álló, földbe mélyített épületek, valamint néhány gödör és árok részlet nyoma virágzó facéliában Töltéstava – Róka-szeri-dűlőben (Győr-Moson-Sopron vármegye). 2009. június 17., Czajlik Z. felvétele



46. ábra. Erősen lepusztult kora vaskori tumulus sírkamrájának és körárkának nyoma lucernában az Érd/ Százhalombattai (Pest vármegye) halomsírmезőn. 2013. július 6., Czajlik Z. felvétele



47. ábra. A légi régészeti szempontból releváns szántóföldi kultúrnövények betakarított területe Magyarországon 2021-ben. A KSH kördiagramon ábrázolt adatainak forrása: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html

vát (*Malva alcea*), a majorannát (*Origanum vulgare*) és olyan fajtákat, mint a libatopfélék (*Chenopodium*) és a keserűfűfélék (*Polygonum*), amelyeket valamikor valószínűleg kultúrnövényként termesztettek (HERBICH 1996, 1-2). A Magyarország középső területein korábban igen elterjedt nyári héricsnek (*Adonis aestivalis*) a lengyelországi kutatások alapján kiemelkedő jelentősége lehet erősített települések azonosításában (HERBICH 1996). A felsoroltak levegőből való észlelhetősége azonban csak művelés alatt nem álló, esetleg ugaroltatott területeken merülhet fel. Az utóbbi művelési állapotban M. Doneus fényképezett növény-jeleket (Oslip, Burgenland, Ausztria; DONEUS 2013, Abb. 68), ezek azonban véleményünk szerint valószínűleg nem a gyom, hanem a korábban ott termesztett növény kicsírázása révén alakulhattak ki.

A növény-jelek fent bemutatott sorrendjét két tényező határozta meg; egyfelől igyekeztünk az alapvető rokonsági viszonyokat érzékeltetni, másfelől az egyes növénycsaládok tükrözik a régészeti jelenségek hazai észlelése során ta-

pasztalati úton kialakított fontossági sorrendet. Az utóbbi összefügg az egyes kultúrnövények vetésterületei közötti arányokkal, amit más országokban eddig nem vettek figyelembe. Nyilvánvaló módon a sorrend nem teljesen azonos más közép-európai országok, így elsősorban Ausztria és Csehország kutatóinak tapasztalataival. Ez összefügg a korábban bemutatott, feltehetően bizonyos mértékig eltérő hazai vetésszerkezettel, de okozhatják klimatikus különbségek is.

A legjobb jelző-növényeknek egész Európában a kalászosokat tartják. Ezekben belül D. N. Riley emelte ki az árpa szerepét (RILEY 1979, 30) és ezt a tézist vette át M. Doneus (DONEUS 2013, 171) és M. Gojda (GOJDA 2020, 133). Magyarországon azonban a kalászosok között a búza, azon belül is az őszi búza részaránya jóval magasabb az árpánál (részletesen lásd a 3.2. fejezetben), ami biztosítja számára a legfontosabb jelző-növény pozícióját. M. Gojda kevésbé tartja fontosnak a kukorica szerepét (GOJDA 2020, 133), ami azonban már Ausztriában sem igaz

(DONEUS 2013, 174). Magyarországon pedig a felsorolt példák alapján jóval nagyobb lehet a jelentősége, különösen, ha a nagy vetésterületét is figyelembe vesszük. Fontos tanulság azonban, hogy szükség van a kukorica-tábláknak az augusztusi időablakban való rendszeres megfigyelésére is. Az olajnövények jelentőségét a hazai gyakorlatban nagy vetésterületük, illetve a repcével kapcsolatban – Ausztriához hasonlóan – az elért szép eredmények biztosítják. A napraforgó jelzőnövényként való jelentőségére a régióban M. Gojda kutatásai irányítják rá a figyelmet (GOJDA 2020, 133). Ugyanő és M. Doneus a repce mellett a cukorrépa és a borsó fontosságát emelte ki (DONEUS 2013, 171-174), amelyeknek azonban a vetésterülete Magyarországon túl kicsi ahhoz, hogy érdemben befolyásolják a légi fényképes kutatások eredményességét. Hasonló a helyzet a facéliafélekkel is. Évelő növényként és az említett kis időablak miatt a lucerna/lóhere került az utolsó helyre, dacára viszonylag nagy vetésterületének (47. ábra).

A ritkább jelző növények mindegyike alkalmas arra, hogy segítségükkel új lelőhelyeket derítsünk fel. Ugyanez igaz a kukoricára is. Ez azt jelenti, hogy nem feltétlenül látványos, sok esetben csak „gyanús” területek deríthetők fel, amelyeket később, más növénykultúra segítségével érdemes ellenőrizni. Erre a vetésforgó ad lehetőséget, amelyben a kalászosok jelentik a legnagyobb esélyt. Az egymás utáni években készült felvételei alapján érzékelhető, hogy ezzel a stratégiával dolgozott O. Braasch is, közel két évtizedes, elsősorban a szántóföldi művelésű területekre fókuszáló magyarországi kutatásai során.

A növény-jelek kutatásának eredményessége nagyon sok tényezőtől függ, amelyek egy része viszonylag jól tervezhető adottság, más körülmények viszont rendkívül kiszámíthatatlanná teszik kutatásukat. Nem változik a közet és az azon kialakult talaj, nem, vagy lassan változnak a felszínborítási viszonyok. Az erdős területek általában állandóak, a bokrosok, gyümölcsösök, szőlők ugyancsak többnyire stabilak. A szántóföldi művelés alatt álló területeken a parcella-méret, utak gyakran változnak, ez azonban nem befolyásolja lényegesen a lelőhe-

lyek észlelését. A legtöbb régészeti információt – hasonlóan minden más topográfiai módszerhez – a művelésből való végleges kivonással, vagyis a beépítésekkel veszítjük el.

Kalkulálható, bár nem mindig egyértelmű a csapadék hatása. Ahogyan korábban írtuk, főként a téli és a tavaszi csapadék-mennyiségnek van jelentősége, mert ennek hiánya fokozza a növekedési különbségek kialakulását. A szokásosnál nagyobb mennyiségű, akár késő tavasszal megérkező csapadék azonban eltüntetheti az eltéréseket, vagy széllal párosulva az érő gabona megdőléséhez vezethet, ami észlelési szempontból csak nagyon ritkán előnyös (SZABÓ 2016, 21). Végül, de nem utolsó sorban a repülésre kiválasztott időablak várható és aktuális időjárása egyaránt kritikus tényező. Hiába tudjuk ugyanis, hogy mikor kellene végrehajtani a fényképezést, ha akkor – esetleg hosszabb ideig – nem, vagy alig alkalmas az idő repülésre. Ezekre a kérdésekre disszertációnk későbbi fejezetében részletesen visszatérünk.

5. A KISGÉPES RÉGÉSZETI CÉLÚ LÉGI FÉNYKÉPEZÉS RÉSZLETES MÓDSZER-
TANA

A régészeti célú légi fényképezésnek, mint a legnagyobb hagyományokkal rendelkező prospekciós módszernek az elmúlt 100 év alatt könyvtári irodalma jött létre. Széles tárházát ismerjük a fotóalbumszerű közlésekre, a tájrégészeti aspektusok részletes bemutatására és a technikai elemzésekre vonatkozó műveknek. Ugyanakkor a tevékenység hétköznapi, gyakorlati részével kevés munka foglalkozik, az általunk ismert egyik fontos kivétel J. Dassié könyve (DASSIÉ 1978). A szűk választék részben talán annak is köszönhető, hogy a tudományterületet művelői mindig is nehezen, sok-sok gyakorlással elsajátítható diszciplínának tartották. R. Goguey félig tréfásan mondta egyszer, hogy „60 éves koromban már egészen jól értettem a régészeti célú légi fényképezéshez”. Nem véletlen az sem, hogy az 1990-es években, Közép-Európa légi régészeti nyitásával a hangsúly nem a tankönyvi formára, hanem az ösztöndíjak formájában történő egyéni képzésekre, illetve a légi régészeti oktatótáborokra helyeződött (BEWLEY et al. 1996).

Jelen munka nem módszertani mű, viszont fontosnak tartjuk, hogy egy fejezet terjedelmének megfelelő részletességgel bemutatásra kerüljenek mind az adatgyűjtés/felkészülés, mind a technikai adottságok/lehetőségek kérdései. Mindenképpen figyelembe kell ugyanis venni, hogy összetett, sok tekintetben még a lelőhelyfelderítés más ágaitól is jelentősen különböző tevékenységről van szó, amelynek a rokon területek művelői által gyakran hangoztatott ismérve a kiszámíthatatlanság. Nagyon nehéz ugyanis arra kutatási stratégiát építeni, hogy bizonyos régészeti jelenségek mindig látszanak a levegőből, másokhoz kellő rendszerességgel kell jó időben jó helyen lenni és vannak olyan lelőhelyek is, amelyeket egy évtizedben talán egyszer van alkalmunk megpillantani. Ez önmagában is kihívás, mégis igyekeztünk a hasznosítható gyakorlati tanulságokat összegyűjteni.

Ugyanakkor van a módszernek egy nagyon is kiszámítható része, az archiválásra kerülő képek, adatok elsődleges és részletes feldolgozása. Ennek legfontosabb aspektusait ugyancsak ebben a fejezetben foglaljuk össze.

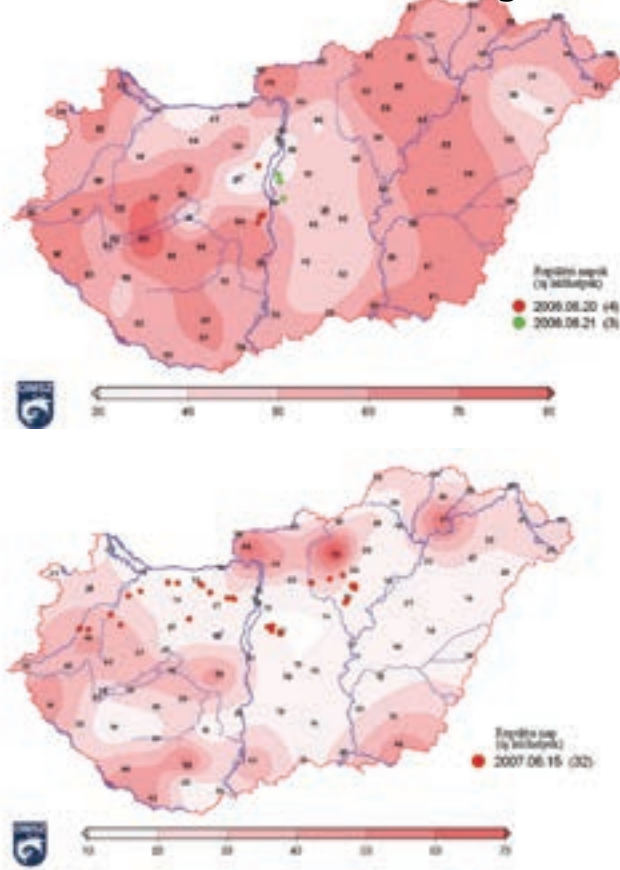
Ennek kapcsolódik az az egyre bővülő ismeretanyag, amit a különféle rokon módszerek, így mindenek előtt az ortofotózás és az űrfelvételek archív és modern változatai, valamint a hatalmas léptékkel fejlődő drónos platform biztosít számunkra. E napjainkban zajló átalakulás közepette se feledkezzünk meg azonban arról, hogy tudásunk nagy része a 100 éve jól felismert alapelveknek köszönhető, a régészeti célú légi fényképezéshez kötődik. Ennek, mint fundamentumnak az ismerete azért is fontos, mert minden technikai fejlődés ellenére sem látszik költséghatékony alternatívája az új módszerek körében. Miközben ugyanis egyes részfeladatok tekintetében akár jobb megoldások is születhetnek, aközben azt a flexibilitást és a pillanat adta lehetőségeknek azt a kihasználását, ami a rengeteg természetes változónak köszönhetően a repülőgép fedélzetén hozott döntések függvényében vezethet eredményre, a többi módszer nem képes biztosítani.

5.2. Adatgyűjtés, felkészülés

A régészeti célú légi fényképezés legnagyobb költségű része a megfelelő repülőeszköz bérlete. Eppen ezért a levegőben töltött időt a lehető legjobban ki kell használni, így ennél a kutatási módszernél különösen nagy szerepe van az előzetes adatgyűjtésnek és a repülés megfelelő előkészítésének.

Hazai viszonylatban az előzetes kutatómunka a régi lelőhelygyűjtések, az MRT, a kataszterezések és a lelőhely-adatbázisok adatait éppúgy érinti, mint az újabb és régi térképek, különösen a katonai felmérések, a kapcsolódó helynevek, a jól behatárolható okleveles adatok, stb. átnézését. Nő a szerepe a távérzékeléses módszerekkel összegyűjthető információknak. Nemcsak az archív légi fényképekre, a MePAR és a Google Earth interneten kutatható felvételeinek régészeti jelenségekre utaló elszíneződéseire gondolunk, hanem az egyre gyarapodó publikált légi fotó-anyag megismerésére is.

A távérzékeléses felvételek tanulmányozása, ideértve a pontos időpontot, a növényzeti borítást és a talaj-, vagy növény-jelek állapotát, valamint a régészeti jelenségek típusait, komoly segítséget jelenthet a meg-



48. ábra. A beszivárgási térképek felhasználása a repülések tervezésében. Az alacsony talajnedvességtű területeken eredményesebb a kutatás.

A: A 2006. június 14-i adatok alapján csak egy kis terület volt kutatható, amelyen viszonylag kevés régészeti lelőhelyet azonosítottunk.

B: A 2007. június 14-i adatok alapján jóval nagyobb területen, lényegesen több régészeti jelenséget lehetett észlelni.

felelő kutatási periódus / időablak kiválasztásában. Rendszeresen légi fényképezett régiókban a korábbi évek tapasztalatai is nagyon sokat segítenek, de legalább ekkora szerepe van az időjárás megfigyelésének. Mind a talaj-, mind a növény-jelek esetében az optimális időszakok évről évre jelentősen eltérhetnek egymástól, nemcsak a kezdő időpontjukat, hanem a hosszukat tekintve is. Az időjárási elemek közül a legfontosabb, de nem egyedüli tényező a csapadék, ezért fontos a csapadék-térképek, ha van rá lehetőség a beszivárgási térképek tanulmányozása (48. ábra). Komoly szerepe van a késő tavaszi – kora nyári hőmérsékletnek is, - az extrém meleg időjárás jelentősen lerövidítheti a kutatásra alkalmas időablak hosszát.

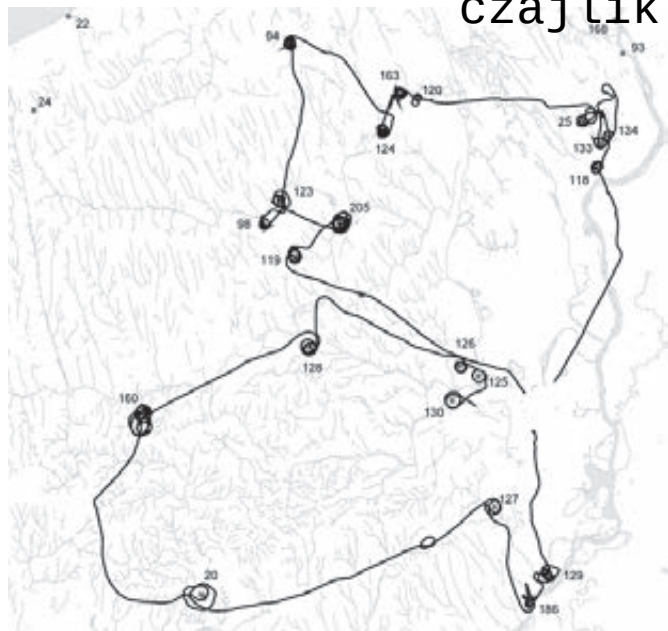
A régészeti célú légi fényképezésre ugyanakkor sajnos jellemző, hogy a legjobb felkészülést is tönkretelheti egy tavasz végi / nyár eleji hosszan tartó esőzés, ami képes lehet teljes mértékben eltüntetni a gabona-jeleket. A kiszámíthatatlanság ugyanakkor kedvezhet is: bizonyos években olyan mennyiségű és minőségű információ gyűjthető össze, ami évtizedre elegendő feladatot ad. A felkészülésünk tehát nem vész kárba, legfeljebb egy következő szezonban kamatozik.

A régészeti célú légi fényképezések során a legfontosabb feladatunk az új lelőhelyek, az új régészeti információ azonosítása. Ha erreyílik lehetőségünk, akkor azt mindig prioritásként kell kezelnünk, hiszen nem tudhatjuk, mikor, kinek lesz alkalma azt a jelenséget újra azonosítani? Hasonlóképpen, különösen a növény-jelek felderítése esetén, mindig figyelni kell arra, hogy a légifotó-lelőhelyek környezetét, a hasonló érési állapotú gabonaföldeket is átnézzük, mert így újabb lelőhelyeket ismerhetünk meg. A prioritások rugalmas megváltoztatása repülés közben azonban nem jelentheti azt, hogy csak „lelőhelyvadászati” céllal szállnánk fel, amint az a légitérészet úttörőinek esetében még gyakori volt.

A légi kutatás lehet tematikus (pl. várak, halomsírok, utak, római villák, stb.), lehet egy régió általános megismerését, kutathatóságát célzó (ilyenek voltak O. Braasch és R. Goguey 1990-es években végzett magyarországi repülései), lehet kutatási programhoz kapcsolódó, rendszeres légi „megfigyelés” (pl. a *ripa Pannonica*, vagy *Brigetio* környékének intenzív légi régészeti kutatása), Előfordulnak örökségvédelmi feladatellátáshoz kapcsolódó légi fényképezések is (pl. új utak építéséhez kapcsolódóan). Mindezek más-más előkészítést, a légi régész részéről eltérő felkészülést igényelnek.

5.2.1. Szempontok az előzetes adatgyűjtéshez

A tematikus kutatásokhoz végzett adatgyűjtés során az érintett területről olyan pontok (lelőhelyek) koordinátáit rendezzük repülési szempontból logikus sorrendbe, amelyek légi fényképezése dokumentációs, vagy kutatási



49. ábra. Ismert lelőhelyek légi fényképezése 2001. április 28-án (A repülővezető Cziráki P. a régész-légi-fotós Czajlik Z., a térképész Holl B. volt). Az útvonalat az 1998-1999-ben elkészített Magyarország Földvár Kataszterében (lásd: NOVÁKI et al. 2006) szereplő dél-dunántúli őskori erődített települések dokumentálása érdekében állítottuk össze. Az őcsényi felszállással végrehajtott repülés során számos új részletet és egy korábban ismeretlen erődítést azonosítottunk (CZAJLIK – HOLL 2003)

szempontból fontos. Ezek jellemzően lelőhelygyűjtések eredményei (pl. őskori erődített települések, középkori templomok), stb. A koordináta-lista kezelése (általában a navigációs GPS segítségével) a repülővezető feladata, a pontok/lelőhelyek fedélzeti azonosítását a légi régésznek kell elvégezni (49. ábra). Ehhez a koordinátákon kívül szükség van leírásokra, a terepen, vagy a Google Earth-rendszerrel készült fotókra, esetenként részletes térképre.

Az egy-egy régió általános megismerését szolgáló légi kutatásokra történő felkészülés során különbséget kell tennünk a szántóföldi művelés alatt álló, vagy legeltetett, kaszált területek, illetve az erdővel borított zónák között. Az első esetben a legfontosabb szerepe a korábbi kutatói tapasztalatoknak van. Ez segít ugyanis a leginkább a megfelelő, felderítésre alkalmas kora nyári időpont kiválasztásában. A hegyvidéki területek légi régészeti kutatásában jóval nagyobb szerep jut a helyismeretnek, a már ismert zónák jó (általában téli, kora tavaszi) láthatóságához kell igazítani a repülést.

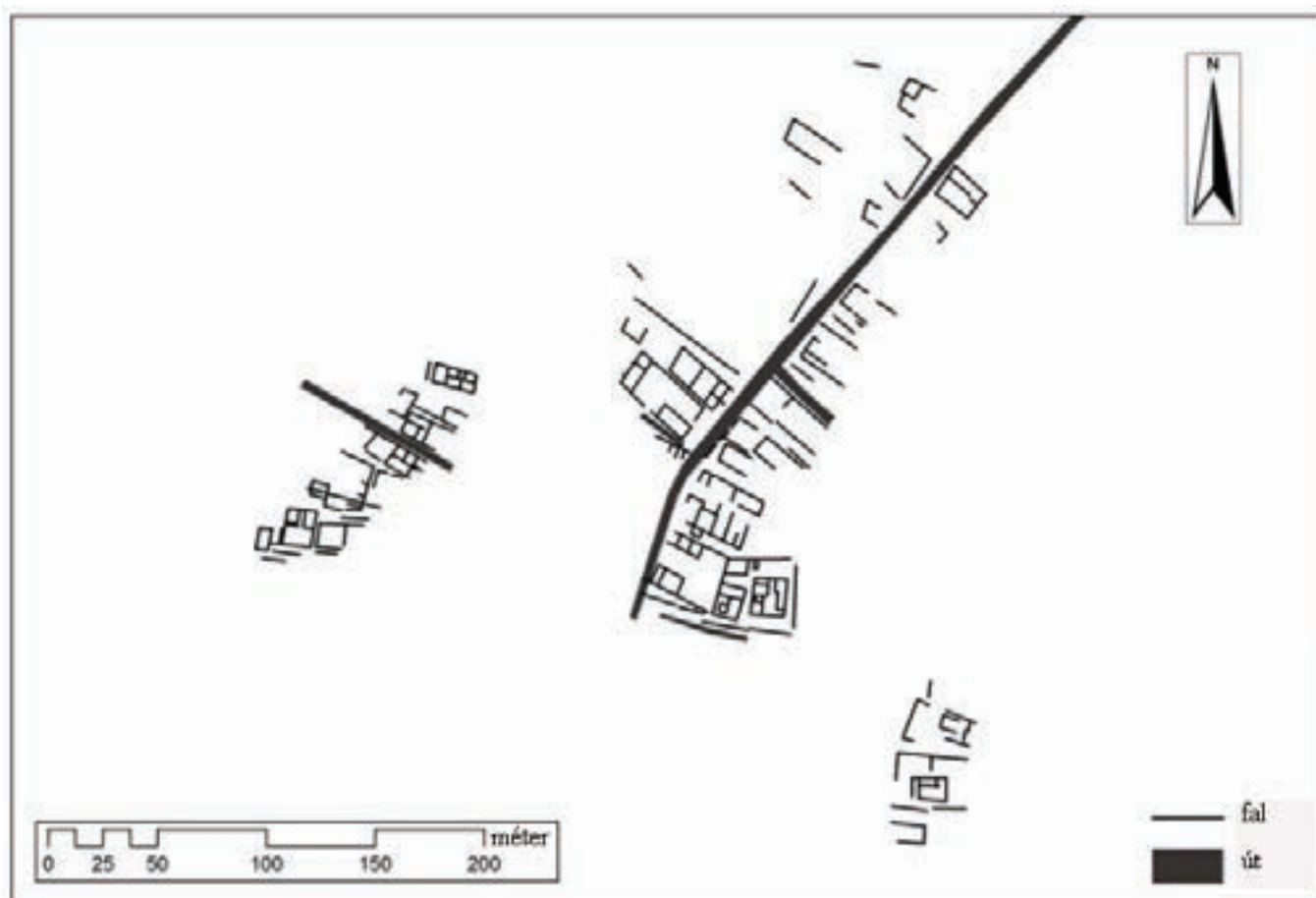
A kutatási programokhoz végzett rendszeres légi megfigyelések során használhatjuk a lelőhelyek összesítő térképeit, sokkal eredményesebb azonban a munka, ha a légi régész még a repülés előtt megtanulja a fényképezni kívánt területek részletes topográfiai viszonyait. A fényképezések során törekedni kell arra, hogy főként a korábban nem ismert részleteket vegyük észre, elsősorban az új információt/összefüggéseket rögzítsük. Szükségessé válhat a párhuzamosan alkalmazott topográfiai módszerek segítése is, így például egy adott időszakban felszíni leletgyűjtésre alkalmas területek légi fényképes dokumentálása.

Az örökségvédelmi feladatellátáshoz végzett repülések során fontos a területről már korábban ismert lelőhelyek geolokációs adatainak előzetes ismerete. Ezek ugyanis támpontot adhatnak a repülések során a további hasonló régészeti jelenségek felismeréséhez. Az általában terepjárásból származó lelőhely-polygonokat is érdemes előre memorizálni, hogy az esetleges eltérésekre lehetőség szerint már a repülés során felfigyeljünk. A színvonalas adatgyűjtéshez a területeket még azonos szezonon belül is érdemes legalább kétszer levegőből átnézni. A második alkalom előtt – ahogyan a tematikus, vagy projekt-es méltó repüléseknél is – ellenőrizni kell a korábbi eredményeket, megkeresve az esetleges problémákat, tisztázandó kérdéseket is.

A légi régészeti kutatásban az adatgyűjtés és az előkészítés folyamatos tevékenységet jelent. Nemcsak a saját légi fényképes eredményeinket kell elemezni és beépíteni ebbe, hanem minden más topográfiai módszer, sőt adott esetben még a feltárások adatait is naprakészen számon kell tartani ahhoz, hogy a változó tájban megőrződött régészeti információt a lehető legnagyobb hatékonysággal dokumentálhassuk.

5.2.2. Az időablakok kiválasztása

A légi fényképezéshez – mint a fényképezés minden ágához – fény kell. A fényképezendő területek nagysága miatt ennek biztosítása csak természetes megvilágítással képzelhető el. A tiszta levegő fontosabb tényező, mint a napsütés, bár a felvételeknek általában jót tesz a direkt napfény. Szélcsendes időben könnyebb fényképezni, ilyenkor azonban mindig nagyobb



50. ábra. Războieni (Ad Vatabos, județul Alba, România). A római vicus fotómozaikja (A) és értelmezése (B) a 2009-2012 között készült légi felvételek alapján (Czajlik Z. felvételei, Rupnik L. feldolgozása, 2013)

a párásodási hajlam is. Nyáron gondot okozhat a hőség, egyrészt az erős, a repülőgépet dobáló feláramlások (termikék), másrészt a repülőmotorok hűtési problémái miatt. Előnyt jelent, hogy régészeti célú légi fényképezésre minden évszak alkalmas, ugyanakkor minden időszak más-más lehetőségeket biztosít a megfigyeléshez. Ezek használhatóságát számos tényező befolyásolja. A legfontosabbak a növényzeti borítás állapota, a kutatott régió sík-, domb-, vagy hegyvidéki jellege, a Nap látszólagos mozgása és a napszállta ideje, stb. A régészeti információt leggyakrabban a domborzati eltérések, a növény-, a talaj- és a hójelek, illetve ezek kombinációi teszik láthatóvá, tehát az alkalmas időszakokat is ezek figyelembe vételével kell kiválasztanunk.

A mérsékelt égövi kontinentális területeken késő ősztől kora tavaszig a nem változó felszínborítás a jellemző. A lombhullató erdők/bokrosok az első fagyok idején elvesztik leveleiket, kivéve a cseres/tölgyes részeket, ahol a lombzat teljes egészében csak a tavaszi rügyfakadáskor tűnik el. A szántott területeken vagy a talaj, vagy az általában viszonylag alacsony őszi vetés jelentkezik, az utóbbi esetben komolyabb felszínborítással csak a repcével hasznosított táblákban számolhatunk. Nagyon fontos, a felszínborításhoz kapcsolódó kérdés, az azonos növényzettel borított területek mérete. A légi fényképezések szempontjából az a kedvező, ha a parcella-méret viszonylag nagy. Erdőborítás esetén is könnyíti a kutatást, ha azonos fafajból álló, azonos korú fák vannak a kutatatandó területen, de különösen szembetűnő a homogén növényzettel borított területek haszna a szántóföldeken. Az 1990-es években Magyarországon dolgozó specialisták nagyon kedvelték az óriási, monokultúras gabonaműveléssel hasznosított alföldi területeket. A mozaikosabb hasznosítású dombvidékeken, vagy éppen az olyan, archaikusabb tájakon, mint az erdélyi Mezőség, vagy akár a Maros-völgyének jelentős része (vö. BERECKI et al. 2012, 2013; CZAJLIK et al. 2014), egy-egy lelőhely nagyon sok parcellára terjedhet ki, ezekbe pedig egyidejűleg nem vetnek azonos kultúrnövényeket. Ennek megfelelően a régészeti információ is mozaikos lesz, sokévi munkával, az időablakok folyamatos keresésével, azaz végső soron számos repüléssel lehet összeilleszteni a többé-kevésbé teljes képet (50. ábra).

A rövid nappalok miatt a késő őszi, kora téli repülések szervezése nehéz. Előnyt jelent ugyanakkor, hogy ilyenkor a ferde megvilágítás miatt napsütéses időben mindig lehet árnyékjeleket fényképezni. Ha tehát a domborzati különbségeket, vagy a talaj-jeleket (hójeleket) kutatjuk, akkor a repüléseket általában télen, vagy kora tavasszal célszerű végrehajtani. Nehezíti azonban a konkrét időpont kiválasztását az erre az időszakra jellemző pára (és szmog), amely gyakran rontja a látást. A hó hiánya, vagy csak rövidebb ideig, a magasabb térszíneken való megjelenése problémát okoz a légi régészeti kutatásban is, - sokszor évekig kell várni egy-egy időablakra.

Bár bizonyos években az őszi vetésű gabonákban már kora tavasszal, sőt akár ősszel láthatóvá válnak a – főként a növekedési különbségből adódó – növény-jelek, a tavaszi időszakban leginkább a talaj-jelek kutathatók. Ilyenkor az őszi vetésű gabonával vetett részekben is sokáig inkább, vagy részben a talaj-jelek látszanak, az április végé vetett kukorica esetében pedig ez a megfigyelési lehetőség egészen júniusig kitolódhat. Segítik a munkát a hosszabbodó nappalok, nehezítik a „bőjti” szelek, utóbbiak elcsitultával pedig az április közepéig igen gyakori párásodás. Tudni érdemes, hogy a térképezeti célú légi fényképezésben hagyományosan ez a preferált időablak, hiszen az ekkor készült felvételeken a növényzeti borítás még nem okoz problémát, ugyanakkor az ősztől kora tavaszig tartó alacsony napállásból következő mély vetett árnyékok sem jelentkeznek már.

A növény-jelek dokumentálásában a késő tavasz – kora nyár a legfontosabb periódus. Legelők és bizonyos haszonnövények (pl. kukorica) esetében ez az időszak kora ősziig kitolódhat. A növény-jelek hatását felerősítő árnyékhatás nyáron a reggeli, illetve késő délutáni – kora esti órákban segíti a munkát. Ez egyre gyakrabban jól összehangolható azzal, hogy – amint fentebb említettük – nagy melegben műszaki okokból amúgyis szünetelhetnek a napközbeni repülések. A fényképezéshez szükséges megvilágítás napsütéses, felhőmentes időben a legjobb. A minél nagyobb vízszintes és a tökéletes függőleges látástávolság ilyenkor általában adott, folyóvölgyek, vagy nagyvárosok környezetében a levegő minősége azonban nyáron is nehezítheti a fényképezést.

Ennyi változót figyelembe véve könnyen belátható, hogy az ideális szituációk – főleg télen – ritkák, ezért legtöbbször az adott időszaknak megfelelő optimális időjárási helyzet kiválasztására kell törekedni. Ez adott esetben azt is jelentheti, hogy felhős időben nyáron, vagy magas szintű rétegfelhők alatt télen is repülünk, mert mire megjavulna az idő, addigra nyáron learatnak, télen pedig elolvad a hó.

A kedvező időpont meghatározását a korábbi tapasztalatok mellett a műholdas rendszerek (SZABÓ 2017, 403) segíthetik, ugyanakkor fontos, hogy a légi régész is rendelkezze alapfokú meteorológiai tudással. Ismerni kell a Kárpát-medencére jellemző időjárási helyzeteket, meg kell érteni a ciklonok várható mozgását és az anticiklonok felépülését. Mindezt elsősorban azért, hogy a rendelkezésre álló meteorológiai adatok, előrejelzések alapján reális légi fényképezési tervek legyenek. Ez azzal jár, hogy a területről területre változó és gyakran csak rövid ideig rendelkezésre álló időablakokra sokféle, rugalmasan alakítható tervvel kell készülni a légi régészeti kutatások eredményességének fokozása érdekében (CZAJLIK 2021a).

Leszögezzük ugyanakkor, hogy a konkrét repülési terv összeállítása a repülővezető feladata, a megfelelően repülhető időszak/napszak kiválasztása az ő kompetenciája. Ezért is nagyon fontos lépése a repülés előkészítésének megfelelő repülővezető kiválasztása. Régészeti célú légi fényképezésre csak a hivatásos, jelentős kisértéses gyakorlattal, lehetőleg napi rutinnal rendelkező pilóták alkalmasak. Komoly fizikai és szellemi megterhelést jelentő munkarepülésről van szó, ahol nemcsak repüléstechnikai értelemben kell magas színvonalon dolgozni, hanem a lelőhelyek felderítésében és dokumentálásában is részt kell venni. Mindez azonban nem mehet a biztonság rovására, mert a repülés történetét vérrel írták, régészeti, vagy légi fényképes szakmai indok soha nem írhatja felül a műszaki, biztonsági szabályokat, a fedélzeten a végső döntés mindig a repülővezetőé.

5.3. Technikai adottságok

A térképészeti és a régészeti célú légi fényképezésben fontos különbséget jelent az utób-

bólval kapcsolatban, hogy nem jellemző a különleges berendezések használata. Amíg az ortofotózásnál a fényképezést a kezdetektől a légi fényképezésre kialakított kamerákkal (szakszóval kamarákkal) oldották meg, addig a ferde tengelyű légi fényképezésre a jó minőségű, de más célra (pl. természet-, sportfotózás) kifejlesztett, nem különösebben specializált eszközöket használunk. Bár külön a légi fényképezésre nem szokás repülőeszközöket fejleszteni, a térképészeti célú légi fényképezésnél gyakori megoldás, hogy a célnak megfelelően kissé átalakított, gyakran csak arra a feladatra használt, nagyobb teljesítményű és nagyobb magasságban történő repülésre képes gépeket alkalmaznak. Az utóbbi képességre a régészeti légi fényképezés során nincs szükség, legfeljebb kismértékben átalakított (fix fotóablakok beépítése) sportgépekkel dolgozunk. A szerencsés kollégák rendelkeznek csak régészeti légi fényképezésre használt repülővel, a többség azonban olyan gépeket használ, amelyeket egyébként légi taxizásra, pilóta-képzésre, stb. használnak.

5.3.1. Repülőeszközök, logisztika

A hagyományos régészeti légi fényképezéshez használt repülőeszközöknek a következő fontos kritériumoknak kell megfelelni: biztonságos üzemelés, jó manőverező képesség, fotó-kilátás, megfelelő hatósugár. A biztonság alapvető kritériumainak természetesen minden üzemben tartott repülőgép megfelel, azonban a repülő-órak növekedésével egyre több tapasztalatot szerezhethetünk azzal kapcsolatban, hogy milyen különbségek lehetnek az egyes repülőgépek között. Abból kiindulva, hogy a régészeti légi fényképezésre használt repülőnek jól kell viselkednie döntött helyzetekben, azaz nem csúszhat meg, nem kerülhet dugóhúzóba, stb., elég sok géptípus alkalmatlannak minősíthető. Néhány órás repülésnél elviselhető, ha túl szoros a fejhallgató, nincs télen fűtés, de hosszabb idő alatt ezek a problémák jelentősen ronthatják munkánk színvonalát. A jó manőverezhetőség a repülővezető feladatát könnyíti, így azok a típusok, amelyek nehezen vihetők a pontos célterülethez, vagy nem könnyű velük folyamatos süllyedés közben fordulokat megtenni, legfeljebb kisebb feladatok megoldására alkalmasak a régészeti légi fényképezésben. Tévhit, hogy a felső szárnyas repülők használata megoldja a fotó-kilátással



A



B



C

51. ábra. Régészeti célú légi fényképezéshez használható sportrepülők.

A: A Burgundiai Régió F – GKRB lajstromjelű, Robin 3000-es repülőgépe egy franciaországi repülésen. Bal oldalon R. Goguey ül. A gép padlólemezén és oldal-ablakain fotó-nyílásokat alakítottak ki. 1993 – 1997 között 5 missziót hajtottak vele végre Magyarországon.

B: Az 1962-ben gyártott, HA – SLG lajstromjelű, Cessna 172C típusú repülőgép, az Őcsényi Repülőklub tulajdona. A jobb oldali ajtón külön kialakított fotóablakkal rendelkezik. Adataink alapján az egyik legtöbb (legalább 300 óra) régészeti célú repülést teljesítette Magyarországon, Miklós Zs., R. Goguey és Czajlik Z. kutatásai során. A repülővezetők Talabos G., Cziráki P., Ürmös P. és R. Goguey voltak.

C: CTSW-ultralight 2004-es, Y – 5122 lajstromjelű repülőgép fedélzete 2014. július 7-én a Dévai Repülőtéren (Hunyad megye, Románia). A navigálásra alkalmas, beépített GPS mellett látható az adatrögzítésre használt, a fényképezőgéppel összekötött és a tartalék készülék (mindhárom Garmin típus). A repülőgéppel dolgozott Romániában Czajlik Z. és Szabó M., a repülővezető S. Câmpean volt

kapcsolatos összes problémát, mint ahogy az alsó szárnyas gépek sem eleve alkalmatlanok a feladatra. A cél világos; lehetőleg el kell kerülni, hogy a repülőgép egyes részei benne legyenek a képben. Ez nem esztétikai szempont, egyszerűen nem jó, ha hasznos területet takarnak ki. A kedvezőbbnek tűnő felső szárny esetében legalább három alkatrészre, a szárnyra, a dúcra és a kerékre kell figyelni, ami időnként nagyobb nehézséget okoz, mint az alsó szárny elkerülése.

Mindkét esetben kulcskérdés a gép megfelelő irányítása. Gyakorlott repülővezető és légi fotós számára normál időjárási viszonyok között nem jelent problémát a feladat akkor sem, ha viszonylag széles látószögű objektívvel (pl. 24 mm körül) folyik a fotózás. Minthogy alsó szárnyas gépeknél a kabintető repülés közben csak vész helyzetben nyitható, ezeken a gépeken mindenképpen fotóablakra van szükség. Ilyet használt R. Goguey is az 1993-1997 közötti magyarországi repülési során, amelyeket a Burgundiai Régió F-GKRB lajstromszámú Robin 3000-es géppel hajtott végre (51.A ábra). A felső szárnyas gépeknél is készíthető fotóablak, de még egyszerűbb a nyitható ablakos gépek használata. Miklós Zs. rendszeresen – télen is – levett ajtóval repült, ami nagy kényelmet jelent a manőverezésben és a fotó elkészítésében, ugyanakkor nagy figyelmet igényel az objektív cseréjénél, a GPS használatánál, stb., rontja a repülőgép aerodinamikai tulajdonságait és bizonyos mértékig növeli üzemanyag-fogyasztását. Tapasztalataink szerint felső szárnyas repülőgépekből legjobb nyitható ablakon, vagy jól elhelyezett fotó-ablakon át, enyhén hátrafelé fotografálni. Ami pedig a repülő megfelelő hatósugarát illeti, régészeti légi fényképezéseknél minimális követelmény a 3 – 3,5 óra tiszta repülési idő képessége, de ideális esetben ez felel meg 5,5 – 6 órára, a végső gátat a jogszabály adja meg, amely azonos repülővezető esetén maximálisan napi 7 óra munkarepülést engedélyez.

Mindezeknek a kritériumoknak az 1970-es évek óta egész Európában a Cessna gépcsalád 152-es és (lehetőség szerint a 172-es) változata felel meg leginkább. Az utóbbi, nagyobb teljesítményű gép légióra-díja ugyan legalább 20%-kal magasabb, azonban középhegységi környezetben (pl. Börzsöny, Mátra, Bükk, Zemplén) még Magyarországon is szükség van az erősebb változatra (51.B ábra). Mindkét verzió esetében létezik

póttartályos megoldás, amivel általában 5 – 5,5 óra jól repülhető, de például az O. Braasch által használt C-172-es 7 órás repülésekre is képes volt. 2009 óta repülünk Erdélyben, ahol a magyarországinál jóval kevesebb Cessna üzemel, viszont népszerűek a Rotax-motoros, ún. ultralight repülők. Ezek közül a legerősebbet, CTSW-típust használjuk, amelynek ablaka nem nyitható, ezért fotóablakon keresztül dolgozunk (51.C ábra).

Az átlagos Cessna sportgépek akciórádusza egy, a bázisrepülőtérhez képest 120 – 160 km-es sugarú körön belül van. Póttartályos gépeknél (pl. O. Braasch is ilyet használt) ennek a faktornak kisebb a jelentősége, de ugyanazon a napon Szombathely és Debrecen környékének vizsgálata így sem célszerű. Az üzemanyag természetesen pótolható, de ennek is vannak korlátai. Amíg a Dunántúl viszonylag sok tankolási lehetőséget biztosít, addig a Dunától K-re mindössze öt olyan reptér (Jakabszállás, Szatymaz, Békéscsaba, Debrecen, Nyíregyháza és Gödöllő) van, ahol lehet repülőbenzint vételezni. A lista alapján érzékelhető, hogy az Alföldön jobb a helyzet, viszont Északkelet-Magyarországon komoly odafigyelést igényel az útvonal biztonságos megtervezése. Bár a magyar-francia kutatások során, az ország minden régiójának jobb megismerése érdekében több vidéki bázisrepülőtér (Sármellék, Siófok-Kiliti, Kaposvár, Debrecen, Nyíregyháza, Budakeszi-Farkashegy) használtunk, az elmúlt 20 évben a repülések többsége Pécsről, Ócsényból, Tökölről, kiemelt számban Budaörsről történt. Az utóbbi, vagyis Magyarország első közforgalmú nemzetközi repülőtere logisztikai szempontból a legjobb választás, azonban keleti irányban elég jelentős kitérőket kell tenni, ha a Budapesten túl szeretnénk dolgozni. Dunakeszi és Újhartyán között, részben a főváros, részben a Liszt Ferenc nemzetközi repülőtér miatt nem kereshetjük a területet, sőt az utóbbi miatt Budapesten jóval túl, csak Hatvan környékétől lehet keleti irányban szabadon repülni. Itt tehát – a különleges engedéllyel végzett légi fényképezések ellenére – egy viszonylag nagy, jelentős részben nem beépített terület tartósan kiesik a kutatásból.

A fent leírtak miatt a keleti területek aszimmetrikus kutatottságának másik logisztikai oka is jól meghatározható: a 160 km-es sugarú körből a Tiszántúl és Északkelet-Magyarország jelentős ré-



52. ábra. Régészeti célú légi fényképezésre alkalmas, Nikon D 750, tükörreflexes Leica-formátumú, teljes képmezős digitális fényképezőgép

sze kiesik, azaz ebben a zónában munkarepülés csak közbeiktatott tankolással, vagy póttartályos repülőgéppel végezhető. Egy további, nehezebben kutatható zóna a Délnyugat-Dunántúl, általában itt is szükség van a technikai leszállásra, amire az észak-dunántúli repüléseknél nem mindig kerül sor.

5.3.2. Fényképező eszközök

A repülések során használt kézi kamerákkal kapcsolatos elvárások legalább 50 éve azonosak: minden körülmények között precíz működés, min. 1/500-as, de inkább 1/800-as záridő, régebben a filmek révén, ma a kamerák segítségével változtatható fényérzékenység, jó rajzolatú, nagy fényerejű, megbízható objektív. Az utóbbival kapcsolatban nem árt hangsúlyozni azt régi fényképész szabályt, hogy a képek minősége (rajzolata, színvisszaadása) szempontjából fontosabbak a kameránál. Ez azt jelenti, hogy némi gyakorlattal a középkategória tetején lévő kamerák már alkalmasak céljainkra, az objektívből viszont a csúcsdarabokat érdemes választani.

A kutatástörténeti fejezet végén jeleztük, hogy a digitális tükörreflexes Leica-formátumú kamerák, valamint a nanokristályos objektívek használata – a fejlett GPS-es navigációval együtt jelentősen megnövelte a fényképezés hatékonyságát. A di-

gitális tükörreflexes technológiában időközben még egy fontos változás következett be, elérhető áruvá váltak az ún. teljes képmezős (*full frame*) kamerák (52. ábra). Ez azt jelenti, hogy a kamera lelket jelentő CCD-lapka a korábbi kisfilmes képméretnek megfelelően, azaz 24x36 mm-re dolgozik. Ez a gyakorlatban jóval nagyobb, 30 Mb körüli RAW-képeket jelent, amihez mind a fényképezőgépben, mind a későbbi archiválás során a korábbi tárhatalom kétszeresére van szükség.

Ma már a középkategóriás digitális tükörreflexes fényképezőgépeken is rengeteg funkció/beállítás van, aminek a légi fényképezések során csak a töredékét használjuk. Ezek közül talán a legfontosabb a záridő előválasztás, ami a felvételek élességéhez nélkülözhetetlen. Nem új lehetőség, már az újabb filmes gépekben is ismert volt, azonban fontos tudnunk, hogy a fénymérő rendszer ilyenkor is folyamatosan állítja a blendet, sőt – bizonyos mértékig – még az ideálisnál alacsonyabb ISO beállításnál is tovább tudunk fényképezni. A repülőgép gyors mozgása miatt nagy segítséget jelent ez, hiszen például ennek köszönhetően nem kell egyetlen fordulat alatt akár négyszer(!) átállítani a kamera rekesz, vagy ISO-értékeit. Beavatkozásra lehet viszont szükség a fényképezendő terület anyaga/színe miatt. Ha felvétel egy részén víz van, az nagyon megnövelheti a reflexiót, ami miatt a többi terület alul-exponálttá válhat.

Hasonlóképpen, ha a felvétel egy része nagyon világos (például az ásatási felszínek magas napállásnál), akkor a fotózott terület „beég”, azaz túlexponálttá válik. A két probléma közül a másodikat utólag sem lehet jól orvosolni, ezért – a hagyományos fényképezéshez hasonlóan – törekedni kell arra, hogy a légi felvételeink inkább enyhén alul exponáltak, mintsem túlexponáltak legyenek. Ezt a legegyszerűbben egy olyan beállítással érhetjük el, amely minden egyes felvételnél akár egy rekesz-értékkel csökkenteni a fénymérő alapján számolt adatot. A teljes képmezős kamerákon nagyon magas ISO-értékek is beállíthatók, ami azt a hamis illúziót keltheti, hogy akár még napszállta után is lehet légi fényképeket készíteni. Ez azonban nincs így, már az extrém ferdén megvilágított területeken is lehetnek problémáink és kiugróan jól sikerült felvételeink egyaránt.



53. ábra. Régészeti célú légi fényképezésre alkalmas, AF-S – Nikkor 24-70 f/2.8G ED, nanokristályos technológiával készült zoom-objektív

A legnagyobb odafigyelést azonban az igényli, hogy a napszálla előtti 1 -1,5 órában egyre gyakrabban kell emelni az ISO-értéket ahhoz, hogy a fényképezést folytatni tudjuk. Amikor pedig a földfelszínt már nem érik el a napsugarak, csak maga a Nap látszik, akkor érdemes befejezni a légi fényképezést. A gyakorlatban jól bevált az a beállításunk is, amelynek segítségével minden expozíciónál két felvétel, azaz egyszerű JPG és RAW készül. Az elsődleges feldolgozás során a JPG-file is jóformán minden igényt kielégít, ugyanakkor a RAW-állományok bármilyen későbbi részletes procedúrához alkalmasak. Felmerülhet a különféle, esetleg egyedileg kikísérletezett fehéregyensúly-beállítások használatának lehetősége is. Általánosságban erre is vonatkozik, hogy nem lenne könnyű a fényképezés során gyakran váltogatni, ugyanakkor jelentős hátrányát a kamera által automatikusan használt fehéregyensúlynak eddig csak ritkán tapasztaltuk. Sikvidékek intenzíven havas területeinek – sajnos nagyon ritka – fényképezésénél volt már szükség a beavatkozásra a helyenként nagyon erős reflexió miatt, illetve az ásatási felszínek rendszeres fotózásakor ugyancsak érdemes egyedi fehéregyensúly-beállítást alkalmazni.

Épületek és egyéb részletek helikopteres légi fényképezésénél segítséget jelenthetnek a sportfotózásnál használt teleobjektívek, a légi régészetben azonban nincs szükség rájuk. Az úttörők – ahogyan korábban említettük – Leica-formátumú kameráknál fix 50 mm-es, középformátumú gépeknél pedig fix 80 mm-es objektí-

veket használtak. Elsősorban a nagylátószögű, vagy teleobjektíveknél jobb rajzolatuk, illetve magasabb fényerejük miatt volt erre szükség. A panoráma képek készítését, vagy a részletek megörökítését pedig magasságváltással, azaz repüléstechnikával oldották meg, ami a gyakorlatban sokkal egyszerűbb, mint a nehézkes teleobjektívek használata. A korai zoom-objektíveket pedig gyengébb rajzolatuk és fényerejük miatt kerülték. Időközben azonban a zoom-objektívek rajzolata és fényereje lényegesen jobbá vált, mint az egykori fix lencserendszereké, ráadásul az átfogásuk (pl. 24-120) légi fényképezési szempontból ma már ideálisnak mondható. Minthogy súlyuk és hosszuk is csökkent, ami ugyancsak komoly előnyt jelent, ma már használatuk kizárólagossá vált a légi fényképezésben (53. ábra).

Általános megállapításaink természetesen egy konkrét gépcsaláddal szerzett két évtizedes tapasztalatokból származnak. Megjegyzendő, hogy a fent felállított kritérium-rendszernek és technikai követelményeknek mind a Nikon, mind a Canon gépek megfelelnek, a köztük való választást nem tartjuk lényeges kérdésnek.

A légi fényképezésben az 1930-as évektől a 2000-es évek elejéig filmeket használtak, az archív anyag túlnyomó részét világszerte, így a légi régészeti archívumokban is ezek a felvételek alkotják. A kutatástörténeti fejezetben bemutatuk alkalmazásuk kezdeti nehézségeit, ma már nyilvántartásuk, jó állapotban való megőrzésük, illetve digitalizálásuk jelenti a legfőbb feladatot. A hazai archívumok közül – Miklós Zs. fényképezései révén – az ELKH rendelkezik a legkorábbi, 1990-ben keletkezett filmes felvételekkel. Miklós Zs. a színes negatív filmeket (Kodak Professional Elite Color 400) tartotta a legmegfelelőbbnek régészeti célra (MIKLÓS et al 2011, 67), talán azért is, mert az akkori térképészeti gyakorlatban is a Kodak filmek voltak a legelterjedtebbek. Ugyancsak Kodak gyártmányú, de fordítós filmeket használt O. Braasch, akinek az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Légitrégészeti Archívumában található 1992-es felvételei még Ilford fekete-fehér filmre készültek. Archívumunk legtöbb légi fotója a kiváló szemcseméret-tulajdonsággal rendelkező Fujichrome Velvia Professional fordítós filmre készült, ezeket használta R. Goguey, majd Czajlik Z. is, egészen a digitális korszakig. Miklós Zs. kísérletező



54. ábra. Szárföld – Felső-tag (Győr-Moson-Sopron vármegye) A Lengyel és a Hallstatt kultúra települései a nagyméretű búzatáblában, 2003. június 22., Czajlik Z. felvételei.

A: Alapárkos és félig földbe mélyített épületek, továbbá gödrök nyoma.

B: Az újonnan fényképezett régészeti lelőhely koordinátás azonosítására alkalmas panorama-felvétel.

habitusát mutatja, hogy a hazai kutatók közül elsőként használt Kodak EIR hamis színes infra filmet (MIKLÓS et al. 2011, 67). Magyarországon egyébként – ahogyan a kutatástörténeti fejezetben is leírtuk, az első infra légi fényképezések az 1970-es években voltak. Felderítő régészeti célú hamis színes infra felvételeket azonban tudomásunk szerint O. Braasch készített először az 1993-ban (BRAASCH 1999, fig. 10-15; további magyarországi lelőhelyeket ábrázoló infra képei a 2000-es évekből: BRAASCH 2010, Abb. 1, 9, 13, 14). A hazai kutatók közül később Miklós Zs. (MIKLÓS 2007, 128, 134, 273) és Bertók G. / Gáti Cs. (BERTÓK – GÁTI 2014, 54, 85, 111-113, 136-138) közöltek színes infra felvételeket régészeti lelőhelyekről.

5.3.3. Helymeghatározó és navigációs eszközök

Talán meglepő, de tény, hogy a ma már az okostelefonokban is nélkülözhetetlen GPS-t először a légi fotósok használták a régészetben. Mind R. Goguey, mind O. Braasch repülőgépében volt helymeghatározó GPS és ezek adatait a kezdetektől feldolgoztuk a felvételek azonosítása során (GOGUEY – CZAJLIK 2003; BRAASCH 1997, Abb. 10; CZAJLIK 2021b). Ez egyébként korántsem volt általános az 1990-es évek elején, a nyugat-európai kutatók többsége a korábbi – borzasztóan körülményes – térképes helymeghatározást alkalmazta. Ennek lényege, hogy minden légi fotó lelőhelyről ún. panoráma kép készült (GOGUEY – SZABÓ 1995, 14-15), amin nemcsak a fényképezett terület, hanem minél több, a topográfiai térképen jelzett karakteres táj-elem szerepelt (54. ábra). Emellett a légi navigációs térképről leolvasott települések nevéhez, irányához és becsült távolságához kellett kötni azt a pozíciót, ami a légi fotó-lelőhely későbbi koordinátás azonosítására alkalmas volt. A leírás (pl. „Dunapentele É 2km”) azonban sokszor nem volt elég az azonosításhoz, ezért a kutatók – hasonlóan a 19. sz. közepének ballonistáihoz – gyakran rajzvázlatokat készítettek. Ez azonban óriási idővesztést okozhatott, részben ennek elkerülése érdekében alkalmazta R. Goguey A.-V. Richeton dokumentalistát magyarországi repüléseinek első öt évében.

A fentiek alapján könnyen belátható, hogy hatalmas jelentősége volt az azonnali, fedélzeten tör-

tendő koordináta-meghatározásnak, különösen a két külföldi specialista számára, akiknek egy korábban nem ismert területen kellett navigálni (R. Goguey ezért is alkalmazott külön pilótát!). Ráadásul a hazai monokultúrás gabonatermesztés miatt kialakult hatalmas parcella-méretek rengeteg problémát jelentettek a fent leírt módszer használatakor, hiszen esetenként csak nagyon távoli „fixpontokhoz” lehetett az újonnan azonosított lelőhelyeket hozzákapcsolni.

A helymeghatározó GPS-ek alkalmazása azonban nem oldott meg egy csapásra minden problémát. Az 1990-es években ugyanis még csak az USA műholdjaival kommunikáltak a GPS-ek és – polgári felhasználásra – kissé torzított adatokat kaptak. Ennél sokkal nagyobb gondot okozott, hogy folyamatos adatfelvétel (*tracklog*) hiányában, csak kézi adatrögzítésre volt lehetőség. Ez pedig azt jelentette, hogy nem a lelőhely, hanem a repülőgép helyzetét rögzítettük. Természetesen meg lehetett azt tenni, hogy a fotózott terület felett külön átrepülve mentettük el a koordinátát, de ehhez egyfelől a repülővezető ügyessége kellett, másfelől ez a manőver jelentős idővesztést okozott. A megoldást a *tracklog*, vagyis a teljes útvonal rögzítése hozta, mi 2001-től használunk erre alkalmas GPS-t (49. ábra). Néhány évvel később a Nikon digitális tükörreflexes kamerái pedig arra is képessé váltak, hogy az expozíció során a GPS-ből (vagy később a loggerből) megkapott koordináta-adatokat – minden más, a kamerára és a beállításokra vonatkozó adattal együtt – rögzítsék (51.C ábra). Ez óriási előrelépés volt, hiszen – elvben – szükségtelenné tette a képek helyzetének utólagos meghatározását, illetve jóval biztonságosabbá tette a lelőhely-adatok tárolását. Az, hogy sok kutató – köztük e sorok írója – nem tért át ennek a megoldásnak a használatára, leginkább azzal magyarázható, hogy a GPS-t az alumínium-kabin valamelyik ablakába kell helyezni a folyamatos vétel érdekében, a kamera viszont tőle 1-2 m-re dolgozik, vagyis kábelre van szükség. Ez pedig rendkívül zavaró, akár veszélyes is lehet fényképezés közben.

Noha bizonyos repülőgépekbe már közel két évtizede (az erdélyi repüléseink során használt CTSW-kbe 2004-ben, illetve 2007-ben) navigációra alkalmas GPS-eket építettek be, ez a technológia csak a legutóbbi évek PDA-s, illet-

ve okostelefonos fejlesztései révén valójában használhatóvá. Bár a navigáció a repülővezető feladata és ismert területen a hagyományos légi navigációs térképpel is kiválóan lehet tájékozódni, magának az – akár korábban már kutatott – lelőhelynek a megtalálásához is koordinátákra van szükség. Ezt a legutóbbi időkhöz nyomtatott koordináta-listákkal, vagy – ha volt fedélzeti navigációs GPS – abba felvitt pontokkal oldottuk meg. Sok esetben azonban ez sem elég a precíz azonosításhoz. Ha sem a pilóta, sem a régész nem ismeri a pontos helyszínt és nem elég karakteres a lelőhely (pl. jól látható földvár), akkor hosszú percekig lehet körözni anélkül, hogy a legcsekélyebb esélyünk lenne a feladat megoldására. Segíthetnek a helyszín legalább 1:10.000 méretarányú topográfiai térkép-kivágatai, a terepen készült fotók és a műholdas felvételek. A legnagyobb előrelépést azonban az utóbbi 5 évben elérhetővé vált mobiltelefonos applikációk jelentik, amelyeken – részletes térképi háttérrel – folyamatosan láthatók a fotózandó területek és a repülőgép aktuális helyzete. Ez nagyon meggyorsíthatja a fényképezendő terület azonosítását. Természetesen a legkönnyebb annak a légi fotó régésznek a helyzete, aki a kutatási területet terepen is ismeri és saját kutatások esetében ez nagyon gyakran így is van. Miklós Zs. megyényi területekre emlékezett terepbejárásokból, a régészeti célú légi fényképezésben nagy szerepe van a vizuális memóriának, nemcsak a légi régész, hanem a régészeti légi fényképezést rendszeresen segítő pilóta részéről is. A fent felsorolt információk alapján úgy lehet a legjobban pl. egy magányos templomrom nyomát megtalálni, ha egészen pontosan memorizálunk minden lehetőséget, felkészülve arra is, hogy a keresett lelőhely akár kilométerekkel arrébb kerül elő, amint azt az adataink alapján sejtettük (55. ábra).

Felmerülhet, hogy miért szükséges az összes – akár a mindennapos gyakorlatban ma már nem is alkalmazott – elv és módszer ismerete a repülés során? Az egyik ok az, hogy a régészeti légi fényképezésben jóformán minden repülés hoz olyan helyzeteket, amelyek nem oldhatók meg fent leírt módszerek mindegyikének rutinszerű ismerete, sőt a korábbi sikertelen próbálkozások részletes elemzése, a tanulságok feldolgozása nélkül. Például azért, mert elég



55. ábra. A középkori Arany falu korábban ismeretlen templomának nyoma Vaskút (Bács-Kiskun vármegye) határában. 2003. május 24., Czajlik Z. felvétele

gyakran olyan időjárási helyzetben repülünk, ami ugyan biztonságos, de szél, feláramlások, stb. miatt másodperceink is alig vannak a keresgélésre, annyira dobál a gép. A másik – a kora nyári repülések során ugyancsak nem ritka szituáció – hogy viszonylag nagy területen figyelhetünk meg régészeti jelenségeket, amelyek azonosítása a GPS-es adatrögzítéssel együtt sem végezhető el a fent említett panoráma képek elkészítése nélkül, sőt gyakran az sem elég, jelentős emelkedésekre is szükség van a fényképezés során. Itt jegyezzük meg, hogy a korábban kizárólagosan használt fix objektívekkel jóformán minden lelőhelynél szükség volt az emelkedésekre/süllyedésekre. Az utóbbit gyakran a szűkített fordulók során, nagy sebességgel hajtottuk végre annak érdekében, hogy mind az áttekintő, mind a részletfelvételek egy-két teljes kör alatt elkészüljenek. Ezt a módszert is mindmáig használjuk, elsősorban az időnyereség érdekében, ugyanakkor az is igaz, hogy a legjobb – közel függőleges kameratengelyű – fotók amúgy sem készíthetők el

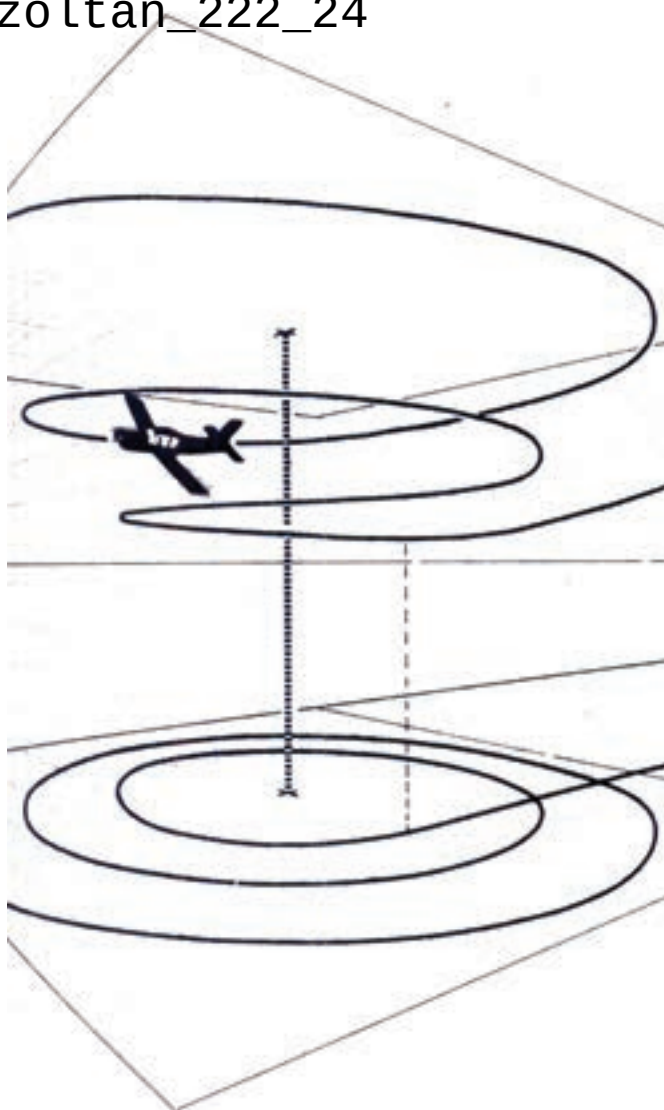
másképp. A nagyon megdöntött gép ugyanis mindenképpen süllyed, ezt a jelenséget fordítjuk a javunkra a fotózás során (56. ábra).

Jól látható, hogy a régészeti célú légi fényképezés technikai hátterének kialakítása során ma már minden, így a repülőgép, a kamera, és a GPS azt szolgálja, úgy vannak az egyes elemek egymással is összehangolva, hogy egységnyi idő alatt minél nagyobb területet deríthessünk fel, minél több lelőhelyről készíthessünk jó minőségű fotó-dokumentációt. A hatékonyság nemcsak a pénzek helyes felhasználása miatt fontos. Az a tény, hogy folyamatosan rengeteg változó körülményhez alkalmazkodva próbáljuk az alkalmas pillanatokat, azaz időablakokat minél jobban kihasználni, fotózatlanul maradó lelőhelyek sorát eredményezheti, ha feleslegesen elpazaroljuk az időt a keresgéléssel, vagy egy-egy lelőhely indokolatlanul hosszadalmas fényképezésével.

5.4. Kutatási és repülési stratégia

A R. Goguey-val közös repüléseink egyikén kérdeztem meg tőle, hogy miért nem fordít nagyobb figyelmet a várak, halomsírok, vagyis az ismert régészeti lelőhelyek és környezetük dokumentálására? „Azért, mert az majd az ön feladata lesz.” Azt hihetnénk, hogy egyszerűbb, az új lelőhelyek megtalálásánál kevésbé izgalmas feladatról van szó, de ez csak az első próbálkozásokra igaz. Valóban könnyebb a régészeti légi fényképezést a földvárak kutatásán keresztül megtanulni, mint a gabonatáblák megfigyelésének lehetőségeit kitapasztalni. Hosszabb időtávon azonban az erősítések intenzív fotózásakor is rengeteg nehézséggel kell megküzdeni. Látszik ez abból is, hogy miközben Miklós Zs. első Tolna megyei várfotózásai már 1990-ben megtörténtek, könyvében a legkésőbbi felvételek 2003-ban készültek, azaz 14 év kellett ahhoz, hogy lezárhassa munkáját (MIKLÓS 2007).

A földvárak kutatása során hosszú évekig az volt a legfontosabb szempont, hogy minden lelőhelyről készüljön fotó-dokumentáció, lehetőleg különböző évszakokban. Ma már – részben az időközben nagyot fejlődött GE-rendszernek köszönhetően – a legtöbb erősítésről rendelkezünk légi, vagy műholdas felvételekkel, azaz



56. Ferde tengelyű légi fényképezés folyamatosan fordulva és süllyedve. J. Dassié alapján (DASSIÉ 1978, fig. 18)

elsődlegesen dokumentálnak tekinthetők. Ugyanakkor számos példa – így a börzsönyi őskori sáncok téli fényképezése – bizonyítja, hogy megfelelő körülmények esetén, jól kiválasztott időpontokban végrehajtott fotózásokkal fontos kérdések (elmosódott sáncok, teraszok, utak, kapuk egykori létezése) tisztázható. Különösen nagy jelentősége van a havas időszakban végzett kutatásoknak, hiszen ezek száma és hossza csökkenő tendenciát mutat, továbbá ritkán esik egybe az egyes területek műholdas felvételezésével (57. ábra).

Fentebb bemutattuk, hogy melyek azok a fontosabb adatforrások, amelyek használatával, az adatok kigyűjtésével fel kell készülnünk – főként az ismert – régészeti lelőhelyek kutatására. Arról is szó esett, hogy a repülés során nagymértékben kell a vizuális memóriánkra támaszkodni, mert



57. ábra. A napállástól, a hóborítás nagyságától és a repülési magasságtól függően eltérő részletek mutatkoznak meg Kemence – Pléska-szikla (Pest vármegye) őskori magaslati erődített településénél (DINNYÉS et al. 1993, 143.).

A: A nagy hóban, magasabbról fényképezve a déli, alacsonyabb, elkeskenyedő rész is látszik. 2006. január 26., Miklós Zs. felvétele (HUN-REN BTK RIA 205.964).

B: A kisebb hóban, alacsonyabbról és napnyugta előtt fényképezve a déli rész már takarásban volt, viszont északon egy alsóbb terasz(?) vált megfigyelhetővé. 2018. január 25., Czajlik Z. felvétele

térképek, korábbi fotók, stb. tanulmányozására a fedélzeten nincs mód és idő. A fényképezés során észre kell venni minden, korábban nem, vagy kevésbé látható részletet, annak érdekében, hogy azokról külön felvételek készüljenek. Egy-egy fontos, de a helyszínen nem észlelt és ezért a képek szélére került, vagy csak félig megörökített régészeti jelenség sok problémát tud okozni a feldolgozás során. Természetesen előfordulhat, hogy bizonyos új információkat csak a laborban „fedezünk fel”, azonban mindenképpen törekedni kell arra, hogy már a fotózás alatt teljes és részletes képünk alakuljon ki az új eredményekről. Jó példa erre

a topográfiai szempontból gyakran igen bonyolult képet mutató halomsírműzők kutatása. Ezeken a komplex lelőhelyeken – mint a közel 90 éve fotózott Százhalombatta esetében is – minden szezon hoz új eredményeket. Összefüggésben azzal, hogy erről a területről alternatív módszerek (geofizika, ALS, szisztematikus felszíni leletgyűjtés) révén is sok téradattal rendelkezünk, amelyek a fényképezések során új szempontokra/területekre hívják fel figyelmünket.

Főként a kora nyári időszakban előfordulnak olyan napok, hogy egy-egy területen lefényké-



58. ábra. Szisztematikus felderítő légi régészeti kutatás a Pesti-síkságon (Pest vármegye). 2022. június 20. és 24. (Repülővezetők: Tóth G. és Urbán G., régész-légi fényképezés: Czajlik Z.)

pezzhetetlennek tűnő mennyiségben észlelünk új légifotó lelőhelyeket. Ez a szituáció általában az őszi búza/árpa érésének köszönhetően állhat elő és rövid időre nagy területeket érinthet. Korábban erre úgy reagáltak, hogy egész napos fotózásokkal, az érintett zónákat több irányban átrepülve igyekeztek a lelőhelyeket dokumentálni. Sokszor azonban ez sem volt elég, szükség volt szelekcióra is, azaz csak a nagyobb, látványosabb, vagy valamilyen szempontból kiemelt fontosságú növény-jeleket örökítették meg. A filmes korszakban a repülés a felszíni leletgyűjtés során alkalmazott *random sampling*-re hasonlított (vö. JANKOVICH 1993, 4. alsó ábra), ma repülhetünk a sávós módszernek (MESTERHÁZY – STIBRÁNYI 2012, 1. kép) megfelelően. A gyakorlott pilóta minden, az útvonalunktól balra eső lelőhelyet meg fog találni, így mi koncentrálnunk a jobb oldalra. A repülés végeredményben kissé emlékeztethet a térképészeti légi fényképezésekre, azzal a nem elhanyagolható különbséggel, hogy – a két oldalra figyelő személyzetnek és a 300 m-es terep feletti magasságnak köszönhetően – a vonalak közötti távolság elérheti az 5-6 km-t! A digitális kameráknál nem telik az idő filmcserével, a zoom-objektívek használatával ritkábban kell magasságot váltani a lelőhelyek dokumentálásához. GPS-ek segítik a navigációt, rögzítik a pozíciót, sőt mutathatják a korábbi már ismert lelőhelyeket is. Mindez azt

eredményezi, hogy a GPS és a digitális kamerák használata, továbbá a repülővezetők évek alatt kialakult rutinja sokkal hatékonyabbá tette a fényképezést, egységnyi idő alatt háromszor-öttször annyi területet tudunk lefényképezni, mint korábban (58. ábra).

5.5. A légi felvételek és az adatok feldolgozása

Hasonlóan más régészeti terepi munkákhoz, a légi felvételek és a kapcsolódó adatok feldolgozása is két fontos fázisra bontandó. Az elsődleges feldolgozás az azonnali adatmentéseken, naplózáson és az összes lelőhely egyedi azonosításán túl elsősorban archiválást jelent, ideértve a biztonsági másolatok elkészítését is. Ügyelni kell a körülmények minél részletesebb leírására a leszállást követően azonnal, mert a sokszor feszített repülési program egyes részleteit utólag legfeljebb a képek alapján tudjuk finomítani. A részletes feldolgozás sajátossága, hogy nagyon ritkán készül el minden lehetséges munkafázisa. Nem a feldolgozatlan ásatásokhoz hasonlóan, hanem egyszerűen azért, mert az archívumoknak nem szükséges teljesen feldolgozott légi régészeti információkat őriznie. Egy jól kialakított rendszerben az egyes lelőhelyeket érintő kérdéseknek a jövőben bármi-

kor elvégzendő részletes feldolgozással megválaszolhatónak kell lennie.

5.5.1. Elsődleges feldolgozás, archiválás

Az elsődleges feldolgozás célja hasonló, mint a terepi dokumentáció elkészítése, azaz mind a repülés körülményeit, mind a fotózott területeket és a legfontosabb eredményeket pontosan rögzíteni kell. A repülési körülményeket a repülési naplóban vezetjük, ideértve a repülőgép típusát, lajstromszámát, a repülővezető nevét, a repülés időtartamát és útvonalát. Ajánlott az időjárás és a megfigyelési (növényzet/talaj) körülmények lejegyzése is, különösen akkor, ha az a feladat végrehajtása során változott. A leszállást követően még aznap el kell végezni a fotók és a GPS-koordináták (a *tracklog*) letöltését és ellenőrzését, erősen javasolt a biztonsági mentések elkészítése is. A koordináták és a felvételek gyors átnézése nemcsak technikai kérdés, a következő napok, hetek légi fényképezési stratégiáját is befolyásolják az elsődleges eredmények. Egy-egy repülési munkafázis lezárását követően el kell készíteni a légi fotó lelőhelyek meghatározását. Ez jelenti egyfelől a szekvencia elkészítését (azonos lelőhelyhez tartozó légifotók összenézését), másfelől azoknak a parcelláknak a meghatározását, ahol a légi fotó lelőhelyek vannak. Általában már ekkor elkészülnek a rövid szöveges leírások is, amelyekben utalás történik az esetleges előzményekre, illetve rögzítjük a legfontosabb látható jelenségeket, amennyiben lehetséges a régészeti kort. Az adat-rendszer archiválását 1993 – 2019 között elsősorban Excel-táblázatokkal (59. ábra), KML-fedvényekkel és a légi fotók éves, azon belül napokra, esetleg napszakokra bontott rendezésével oldottuk meg.

2020-tól működik az – egyelőre csak erdélyi adatokkal feltöltött – webes régészeti légifénykép adatbázisunk. A Légifotó Archívum és a fényképekhez tartozó térinformatikai adatok tárolására és vizualizálására a Bartus D. és Rupnik L. egy teljesen új adatbázisrendszert, valamint egy adminisztrátori és felhasználói online frontendet hoztak létre. A PHP-SQL backend az ELTE saját szerverén fut, az adatbázis minden rendelkezésre álló információt tartalmaz a fotókról és a fotózott lelőhelyekről egyaránt. A webfelületen futó frontend felület egyik alapvető alkotóeleme az egyes lelőhelyek poligonjainak interaktív tér-

képen történő megjelenítése és kereshetősége, ami a Javascript alapú Google Maps API-t használja. A térképes nézet mellett a felhasználók az adatbázisban különböző szempontok szerint végezhetnek egyszerű és összetett kereséseket, szűréseket, listázásokat, kigyűjtve egy adott területet, időpontot, vagy régészeti jellegzetességet. Az így kiválasztott adatbázis elemekhez tartozó összes ismert információ, valamint a feltöltött fotók különböző megjelenítési elvek és rendezési szempontok szerint tekinthetők meg. (CZAJLIK et al. 2020).

A repülési útvonal, a fotó- és a műholdas háttér-adatok alapján a geolokáció, sőt a ferde tengelyű légi fényképek illesztése *quasi* automatikusan is elvégezhető. Ez a technológia a teljes archiválási és elsődleges feldolgozási munkafolyamatot átalakíthatja, nagymértékben felgyorsíthatja (DONEUS et al. 2016), az interpretációkhoz és általában a felvételek felhasználásához újfajta kiindulási alapot biztosíthat. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy – amennyire ez a publikált ausztriai feldolgozások, így elsősorban a Lajta-projekt (DONEUS – GRIEBL 2015) alapján megítélhető – jóval egyszerűbb, könnyebben fényképezhető légifotó lelőhelyek meghatározásáról van szó, mint a hazai gyakorlatban. A technológia adaptációja tehát kérdéseket vethet fel éppúgy, mint a bécsi kutatók által korábban kifejlesztett, fotogrammetriai kiértékelésen alapuló kartográfiai nyilvántartás (DONEUS 1997).

Legyen szó azonban bármilyen régészeti légifotó nyilvántartásról, mindenképpen könnyebb a digitális adatok tárolása, rendszerezése és a bennük való keresés, mint a filmes gyűjtemények esetében. Az utóbbiaknál a tárolás is jelentős helyet és leltári nyilvántartást igényel és már az elsődleges feldolgozáshoz is célzerű a felvételeket beszkenneálni. Az utóbbira a filmek esetleges állapotromlása, tehát végső soron az archívumokban tárolt információ megőrzése miatt is nagy szükség van.

Fontos leszögezni, hogy sem az archivált adatok, sem a keresést/nyilvántartást segítő adatbázis nem biztosít további feldolgozás nélkül hagyományos értelemben meghatározott régészeti lelőhely-adatokat. Sőt, a munka neheze ezután kezdődik, hiszen át kell nézni az egyes

Fénykép	Kép- szám	EOV (X)	EOV (Y)	Név	Leírás	Tér- kép	Dátum	Sorszám
	DSC1 0	750863	302429	Bélapátháza	A behavazott erdőben zárt területek (kazánok) nyoma látszik a völgy keleti oldalán.	87-411, 87-412	2006.01.25	III
	DSC2 2	750863	302429	Bélapátháza	A behavazott erdőben hatszögletű árok(?) nyoma látszik a völgy nyugati oldalán.	87-411, 87-412	2006.01.25	III
	DSC7 1	776152	299585	Miskolc - Leányvár	A behavazott erdőben az ismert középkori vár markáns erősítése látszik.	88-312, 88-314	2006.01.25	III
	DSC1 06	769800	289500	Sáhy - Pusztá - Szőlő	Földvár?	88-333	2006.01.25	III
	DSC1 25	727700	292250	Mátradereske - Kamuk	Földvár?	87-332	2006.01.25	III

59. ábra. Az elsődleges feldolgozás egyik eredménye: az azonosított légifotó-lelőhelyek legfontosabb adatai (Czajlik Z., 2006).

légi fotó lelőhelyekről készült összes felvételt, ki kell közülük választani az illesztésre, illetve az értelmezésre alkalmas darabokat és el kell készíteni az illesztést. Ezt követően – az egyéb nyilvántartási adatok figyelembe vételével és a felvételek gyorsértelmezésével alakíthatók ki a régészeti lelőhelyek határai. Nagyon sok légi fotó lelőhely esetében több, akár tucatnyi régészeti lelőhely határolható le, a sokat fotózott területeken pedig a légi fotó lelőhelyek is gyakran összefüggenek egymással, azaz a helyes lelőhely-meghatározás nemcsak időrabló, de komoly gyakorlatot igénylő feladat is. A fejlett térinformatikai ismeretek mellett a légi fotók értelmezésében szerzett magas fokú jártasságot is feltételez, ezekkel a munkafázisokkal az ELTE Légitérészeti Archívumában elsősorban Rupnik L. foglalkozik (60. ábra).

5.5.2. Részletes feldolgozás

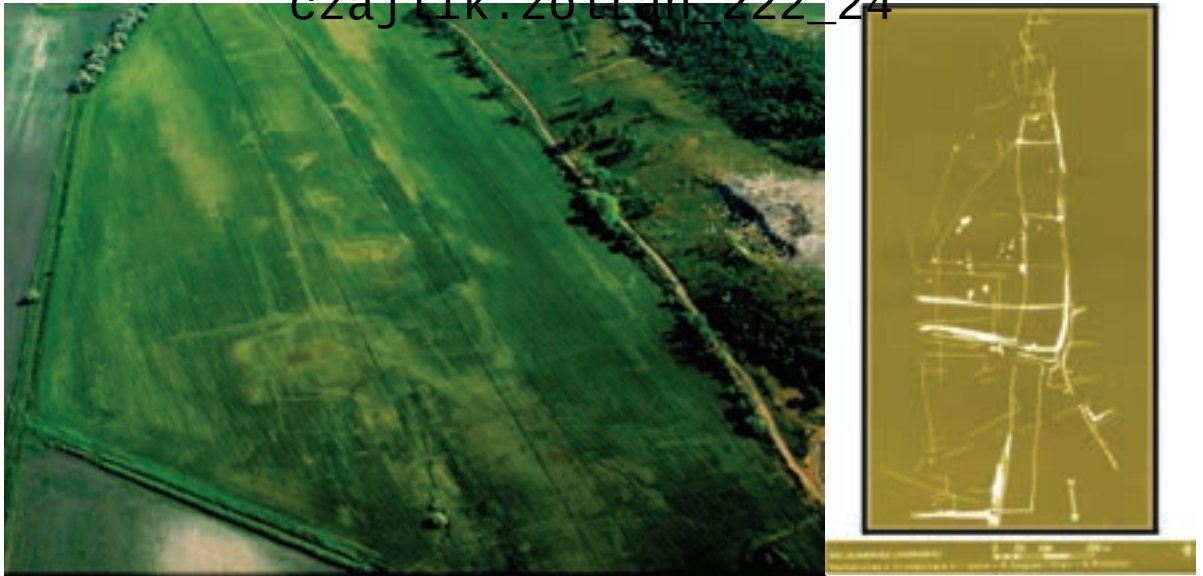
Amint a kutatástörténeti fejezetben láthattuk, a légi fénykép értelmezés nemcsak egyidős magával a légi fényképezéssel, de ha az 1786-ban megjelent Airopadia-t (BALDWIN 1786) figyelembe vesszük, jócskán meg is előzi azt. A bal-

lonok kosarában ugyanis már akkor vázlatokat, azaz lényegében értelmezéseket készítettek, amikor a fotografálás még meg sem jelent. Az is nyilvánvaló, hogy később a ballonisták könnyen tudtak közel függőleges kamera-tengellyel fényképezni és a repülőgépes légi fényképezések során sem merült fel a II. világháború végéig, hogy ezen változtassanak. Az ortofotók alapján ugyanis jól lehetett térképeket készíteni, miközben a ferde tengelyű légi felvételek átrajzolása nagyon nehézkes, gyakorlatilag megoldhatatlan volt. Az akkori légi fényképészek, így Neogrady S., részben emiatt sem tartották alkalmasnak professzionális célra a ferde tengelyű felvételeket. A kézi kamerás légi fényképezés olcsósága, flexibilitása, különösen a repülési időpont és a repülési magasság rugalmas változtathatósága azonban az 1970-es évekre egyértelműen sikeresebbé tette a ferde tengelyű légi fényképezést a régészetben. Ebben szerepet játszott sok, látszólag apró, esetenként a térképészek szemléletével erősen konfrontálódó különbség:

- a térképészetben az ortofotózások repülési magassága egyre nőtt, ami nem segítette a régészeti jelenségek, főleg nem a finom részletek



60. ábra. Szárföld – Felső-tag (Győr-Moson-Sopron vármegye, vö. 54. ábra). Hallstatt-település nyoma. Czajlik Z. 2003. június 22-én, a 2009. június 17-én és a 2010. június 27-én készített felvételei alapján illesztette és a lelőhely kiterjedését meghatározta Rupnik L. (2021)



61. ábra. Beloianisz – Nagy Vadas (Fejér vármegye, 1993. június 12., R. Goguey felvétele, A.-V. Richeton értelmezése). Zárt területek, karámok, árkok, parcella-határok, határhasználati nyomok? A területet terepbejárásunk (Czajlik Z. és Tankó K., 2006. április 11.) alapján nem lehetne régészeti lelőhelynek tekinteni

észlelését, azaz végső soron nehezítette a régészeti értelmezés tartalmi részét,

módszer megkerülhetetlen szerepét a tájrégészeti kutatásokban (STOERTZ 1997).

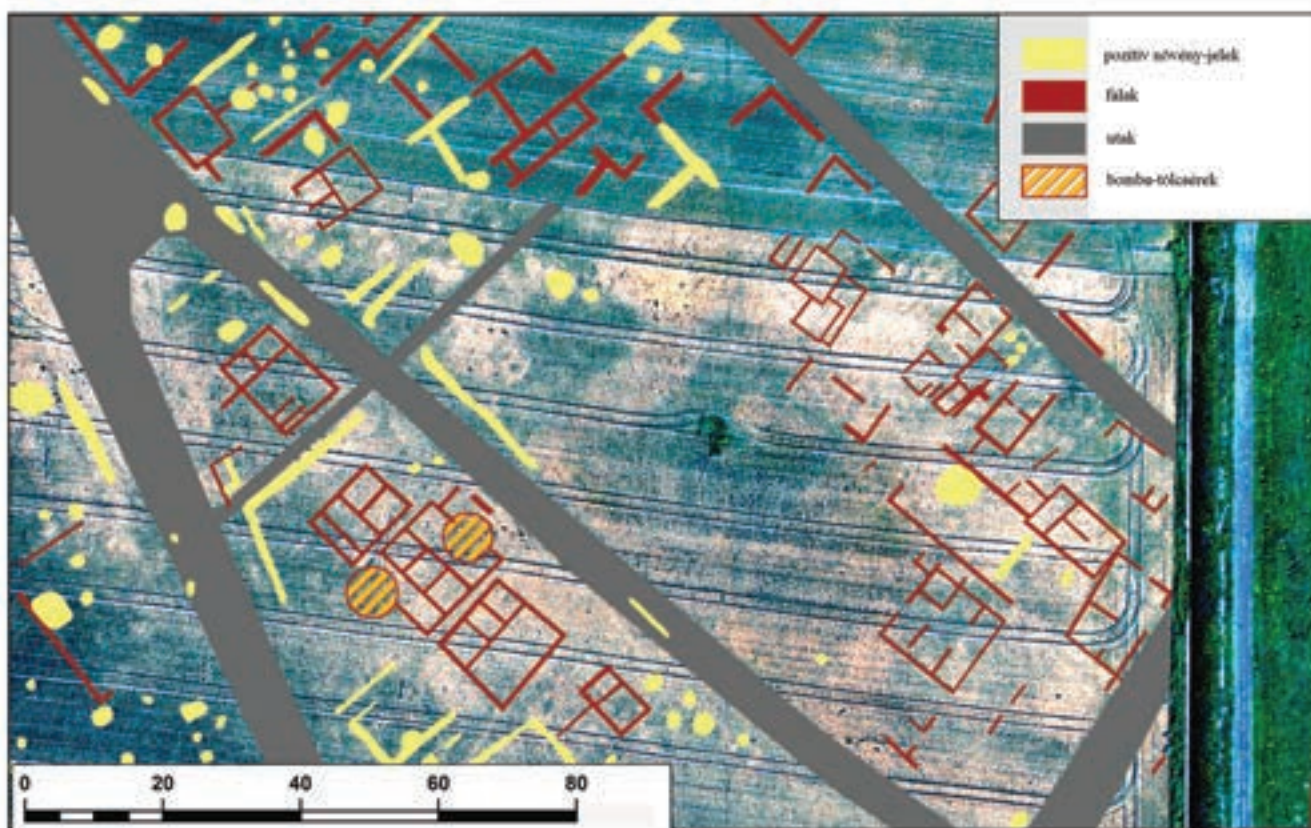
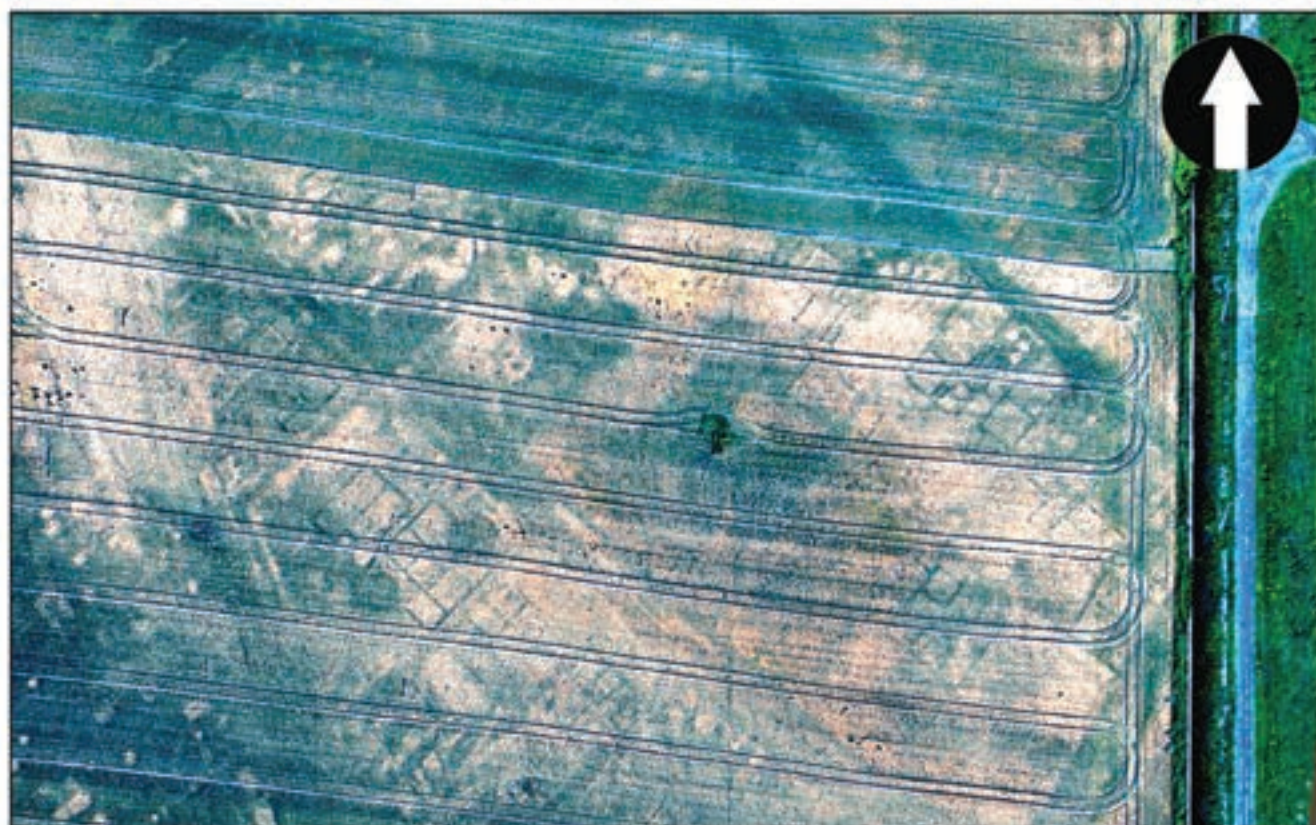
- a térképészeti célú légi fényképezést a növényzet és az árnyékok okozta problémák miatt nem a kora nyári időszakban és nem a késő délutáni órákban végezték és végzik, azaz nem gyűltek megfelelően a tapasztalatok a régészeti szempontból helyes időablakok kiválasztásához,

- az értelmezéssel kapcsolatos technikai problémák fékeztek az adatgyűjtést, nem észlelve azt, hogy a nagymennyiségű, de nehezen értelmezhető fotó sokkal kisebb problémát jelent, mint az el nem készített és a táj változása miatt már meg nem ismételhető felvétel.

A felvételek gyarapodó számával azonban nem tartott lépést az értelmezés, noha ebben az időszakban már számos archívumban dolgoztak professzionális régészeti légi fénykép értelmezők. A ferde tengelyű fotókat vetítők segítségével „rektifikálták” és ennek a képnek a régészeti tartalmát rajzolták át a meglévő térképi háttér segítségével (61. ábra). Az egyenkénti illesztéssel nagyon nehéz volt a különböző képekről, netán különböző repülésekből származó régészeti információk, jelenségek „összemozaikolása”, a részletek pontos megjelenítése. Ennek ellenére máig példamutató, nagyszerű munkák születtek, igazolva a régészeti légi fényképezés, mint

A filmszkennernek és a térinformatikai szoftverek megjelenésével javult a helyzet, a képek digitálisan illeszthetővé és értelmezhetővé váltak (DONEUS 1997). Az 1990-es években és a 2000-es évek elején először a képek digitális javítása és értelmezése vált szoftveresen megoldhatóvá (Photoshop), ezért ebben az időszakban ezeket az értelmezéseket igyekeztünk a térképi tartalommal összevetni. Az Agisoft szoftver megjelenése azonban óriási változást hozott, bonyolult, sok képi forrásból származó fotómozaikok váltak elkészíthetővé, amelyek felhasználásával részletes értelmezések, légifotó-térképek készíthetők el. Ezek pontossága függ a légi felvételeken azonosítható és más források (térképek, műholdas felvételek, esetenként terepi mérések) segítségével pontosan illeszthető pontok számától és elhelyezkedésétől. Mindez visszahat a légi fényképezésre is: mindig törekedni kell arra, hogy minél több, a fényképezett régészeti jelenségtől minden irányban azonosítható pont legyen a képeken, illetve bizonyos felvételeket éppen a jó illeszthetőség érdekében készítünk el.

A kutatott terület részletes megismerésében, az illesztéseknél, az értelmezéseknél megkerülhetlenné vált a műholdas anyagok felhasználása, az említett szoftverek mellett talán ez a harmadik legfontosabb új tényező az értelmezések elké-



62. ábra. Komárom (Szöny) – Pannonia-dűlő (Komárom – Esztergom vármegye), 2011. június 12., Czajlik Z. felvétele. Illesztette és többszintű elemzést készítette: Rupnik L. (RUPNIK et al. 2018, fig. 10)

szítése során. Bármilyen platformról legyen is szó azonban, soha nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a digitális állományok transzformációja, illesztése minden esetben adatvesztéssel jár, azaz a teljes információ csak az eredeti, nyers képekben áll rendelkezésünkre.

A fedélzeten dolgozó légifotó-régész és a légi fotókat értelmező dokumentalista együttműködése nagyon fontos, a jóminőségű fotótérképezéshez elengedhetetlen. A dokumentalista, vagy légi fotó értelmező részletekbe menően ismeri a különféle, humán hatások okozta eltérések, jelek lehetőségeit, egymáshoz való viszonyait, amelyek segítségével régészetileg értelmezhető struktúrákat rajzol meg és szerkeszt ki.

Az értelmezés első lépése az adott légifotó lelőhely fotósorozatán belül az illesztésre és értelmezésre legalkalmasabb felvételek kiválogatása, amit ezen fotók digitális képjavítása követ. Az illesztés topográfiai térképek és/vagy Google Earth-fedvények segítségével, minél több kontrollpont segítségével, különféle transzformációk segítségével valósítható meg (részleteit lásd: HOLL – PUSZTAI 2011, 327-328). Az értelmezés a beillesztett képen, különféle rétegstruktúrákat felépítve valósítható meg. Mindenképpen érdemes különválasztani a modern információkat a régészeti adatoktól, illetve – ha egyértelműen elkülöníthető – a régészeti objektumok jellegük és feltételezett koruk szerint – hasonlóan a nagyfelületű feltárások összesítő rajzaikhoz – külön-külön rétegekbe rendezhetők (62. ábra). Megjegyzendő, hogy léteznek olyan régészeti légi fotós térinformatikai rendszerek (pl. a Bécsi Egyetemen), ahol valamennyi légifotó lelőhely adatait objektumokra szétválasztva, térképi rendszerbe illesztve és értelmezve tartják nyilván (DONEUS – MAYER 2001).

Az értelmezésnek több fázisa van. Az első tulajdonképpen már a repülőgép fedélzetén bekövetkezik, amikor a légi régész kiválasztja a régészeti szempontból releváns jelenségeket. Főként a talaj-, de esetenként a növény-jelek is lehetnek természetes eredetűek. Az utóbbiak (pl. az egykori medrek nyoma) is fontossá válhat a tájtörténet szempontjából, vagyis nemcsak az egykori közvetlen humán hatások nyomait rögzítjük. Ugyanakkor a megfigyelhető emberi beavatkozások sem feltétlenül régészeti korúak, a háborús lövészárkok és az 1960-as években

még álló tanyák nyomának rögzítésével nem célszerű terhelni légi fotó gyűjteményünket és feldolgozó kapacitásainkat. Szerencsés körülmény, hogy általában mind a régészetileg fontos tájváltozások, mind a modern nyomok jól elkülöníthetők az érdektelen információktól. Az utóbbi jelenségek mindkét esetben feltűnően éles, a régészeti jelenségeknél feltűnőbb kontúrral jelentkeznek (63. ábra).

A hagyományos ferde tengelyű légi fényképezés során a megfigyelő (vagyis a légirégész) jelenléte és tapasztalatai mindenképpen szükségesek. Ez, pontosabban a fent részletezett válogatás a fényképezett, illetve a nem dokumentált területek között mára erős kritika tárgyává tette a technológiát a passzív megoldásokkal (pl. térképészeti célú légi fényképezés) szemben (VERHOEVEN – SEVARA 2016; VERHOEVEN 2017). Nem szabad azonban elfeledni, hogy a felszíni leletgyűjtések adatait leszámítva a légi fotó archívumok őrzik a legtöbb nondestruktív régészeti információt számos európai országban, amelyek sok esetben alapját képezték/képzik minden további kutatásnak. Másfelől a tapasztalt megfigyelő nem-



63. ábra. Kecel – Kévés-tanya nyomai (Bács-Kiskun vármegye). Az 1986-ban nyomtatott 1:10000-es topográfiai térképen még álló épületek nyomai 1993. június 13-án, R. Goguey felvétele



64. ábra. Szárföld (Győr-Moson-Sopron vármegye) északi határának régészeti légi fotó térképe az újkőkori hosszú házak és a rézkori alapárkos épületek kiemelésével. Czajlik Z. 2003. június 22-i és 2007. június 10-i felvételei alapján készítette Rupnik L. (2011)

csak jelen van a légi fényképezéseknél, hanem döntéseivel nagyban befolyásolja annak hatékonyságát, eredményességét (CZAJLIK et al. 2021, 1-3).

Itt jegyezzük meg, hogy a drónos légi fényképezésnél mind az aktív, mind a passzív megoldásokra van lehetőség. A régészeti jelenségek, a lelőhelyek és az egész táj áttekintésének lehetőségét és memorizálását, a határtalan térélményt azonban csak akkor kaphatjuk meg, ha magunk is ott vagyunk a repülőeszköz fedélzetén. A tájban való fizikai jelenlét segíti az összefüggések megértését, lehetővé teszi a lelőhelyek, így a megtelepedésre alkalmas platók, az erődíthető csúcsok megkeresését. A régészeti tudás mellett földtani, geomorfológiai és hidrológiai ismeretekre is szükség van, a megszerzett információ pedig az archeológia

mellett a felsorolt társtudományokat is gazdagíthatja (CZAJLIK et al. 2014, 461).

A filmes korszakban nagy figyelmet kapott az egyes légifotó-lelőhelyekre jellemző struktúrák meghatározása. Ez lehetővé teszi az egyes lelőhelyek, vagy azok bizonyos részeinek morfológiai osztályozását, vonalas, körvonalas, vagy pontszerű struktúrák elkülönítését. Ezt az értelmezési lehetőséget nemcsak a fent bemutatott problémák miatt volt célszerű kifejleszteni. A régészeti légifotó lelőhelyek nagy többsége nem a publikációkban, albumokban, kiállításokon megjelenő, látványos régészeti jelenség, hiszen gyakran csak néhány árok-részlet, gödrök nyoma jelzi a korábbi humán beavatkozást. Ezek a régészeti jelenségek pedig jól osztályozhatók morfológiai alapon.

Pontosabb összevetésre, elemzésre nagyobb, mikroregionális méretű foto-térképek elkészítésével lenne mód (kísérleti példák: CZAJLIK 2010, fig. 4; 64. ábra). A részletes, jelenség-szintű régészeti információ térképi megjelenítésére azonban egyelőre csak kevés laboratóriumban vállalkoznak (DONEUS 1997; DONEUS 2001; DONEUS – MAYER 2001). Ez annak ellenére így van, hogy a digitális technológiának köszönhetően ma már minden újonnan fényképezett légifotó lelőhely esetében térképi és/vagy Google Earth-illesztés készíthető és így az értelmezések jóval precízebbé váltak. A még mindig jelentős erőforrás és időigény miatt azonban ezt a munkát csak a további kutatásra, vagy publikálásra kerülő lelőhelyek esetében célszerű elvégezni.

5.6. Rokon módszerek a távérzékeléses régészetben

A kutatástörténeti fejezetben bemutattuk, hogy a légi régészet fejlődése a legkorábbi időszakról kezdve különböző magasságból, eltérő platformok felhasználásával zajlik. Ez a sokszínű technológiai háttér a 21. században egyre inkább a rendelkezésünkre áll, az akár 700 km-nél nagyobb pályamagasságú műholdaktól, a korábban 1000-2000, ma már jellemzően 5000-6000 m-ről dolgozó, ortofotózásra, illetve a terep felett 150 – 1500 m-en használt ferde tengelyű légi fényképezésre alkalmas repülőgépeken át, az 5 – 300 m-ről fényképező drónokig. Bár munkánk nagyrészt a ferde tengelyű légi fényképezéshez kapcsolódik, a következőkben összefoglaljuk azokat a lehetőségeket, amelyeket az eltérő fotó-platformok használata nyújt a régészet számára. Minthogy azonban a hangsúly a légi felvételek segítségével nyerhető információn van – eltérően M. Gojda összefoglaló kézikönyvétől (GOJDA 2020), illetve saját korábbi munkánktól (CZAJLIK 2022, 5. fejezet) – nem térünk ki az Archaeological Remote Sensing (ARS) technológián belül már-már önálló módszerré váló légi lézeres letapogatás (ALS, vagy LiDAR) bemutatására. Célunk ugyanis az optikai úton nyerhető, régészeti szempontból releváns jelek minél sokoldalúbb bemutatása, elemzése, amelyek forrása minden esetben képi információ. A felvételeken látható eltérések hátterében ugyanazok a jel-típusok állnak, megjelenítésükre az egyes rokon módszerek eltérő mértékben képesek. Itt is hangsúlyozandó, hogy a technikai fejlődés

egyre gyorsuló, ugyanakkor meggyőződésünk, hogy a különféle platformok párhuzamos használata előnyeik/hátrányaik figyelembe vételével a jövőben is megmarad.

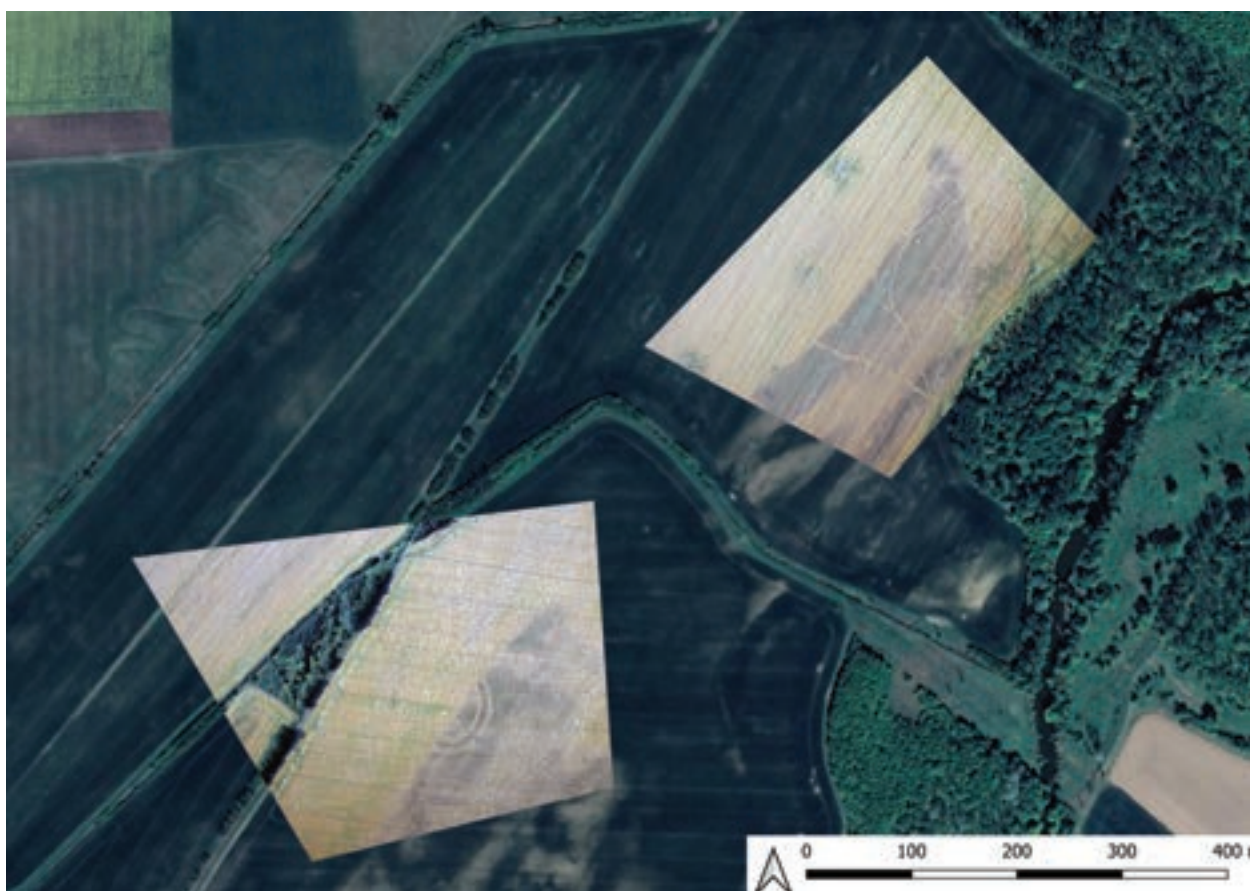
5.6.1. Az űrfelvételek felhasználása

A legtávolabbi platformot a műholdak jelentik. A hazai régészeti kutatásban először a LANDSAT TM hamis színes infra űrfotó-mozaikjai váltak elérhetővé. Elsősorban térkép-helyettesítőként használtuk őket (pl. RACZKY et al. 1997), egészen a 2009-től ingyenessé tett Google Earth rendszer megjelenéséig. Emellett tájrekonstrukciós kutatásokra is alkalmas, amint azt Tímár G. alföldi feldolgozásai megmutatták (TÍMÁR 2004).

Közép – Európában egyelőre kevés sikeres próbálkozást ismerünk a DISP-anyagok felhasználására. Pedig a DISP (Declassified Intelligence Satellite Photograph), azaz az Amerikai Egyesült Államok használatból kivont kém-műholdjainak tevékenységéből származó, 1995, illetve 2005 óta elérhető, összesen 208.000 felvétel számottevő része Kelet-Európából származik. Hazai példaként Rózsa Z. Békés vármegyei kutatásait említjük, aki a CORONA kém-műhold 1960-as években készült DISP-felvételei alapján Orosházánál és Székkutasnál azonosított őskori erődítéseket (RÓZSA 2010, 10-11). Itt jegyezzük meg, hogy a CORONA-program 1960-1972 között készült felvételei számos térségben azért alkalmazhatók sikerrel, mert a modern táj-átalakításokat megelőzték (PHILIP et al. 2002, 110; CASANA 2020, fig. 1).

Az űrfelvételek újabb forrását jelentik az 1999-től megjelenő, kereskedelmi célú műholdas rendszerek (pl. IKONOS-2, QuickBird). S. Campana vizsgálatai alapján (CAMPANA 2002) térségünkben – a MePAR-hoz hasonlóan – döntő az alkalmas (kora nyári) időpontban készült felvételek kiválasztása.

A Google Earth-rendszer segítségével térségünkben nagyon jól kutathatók az erődített települések, részben a domborzatban megfigyelhető egykori emberi beavatkozások nyoma, részben a talaj-jelek révén (lásd pl. SZEVERÉNYI – KULCSÁR 2012, BERTÓK



65. ábra. Ikervár – Antónia-majortól északra (Vas vármegye). Újkőkori rondella részlete és más jelenségek a CNES Airbus 2019. április 28-án készült felvételén, illetve a 2007. június 15-én készült légi fotókon (fotók: Czajlik Z., illesztés: Rupnik L., 2021)

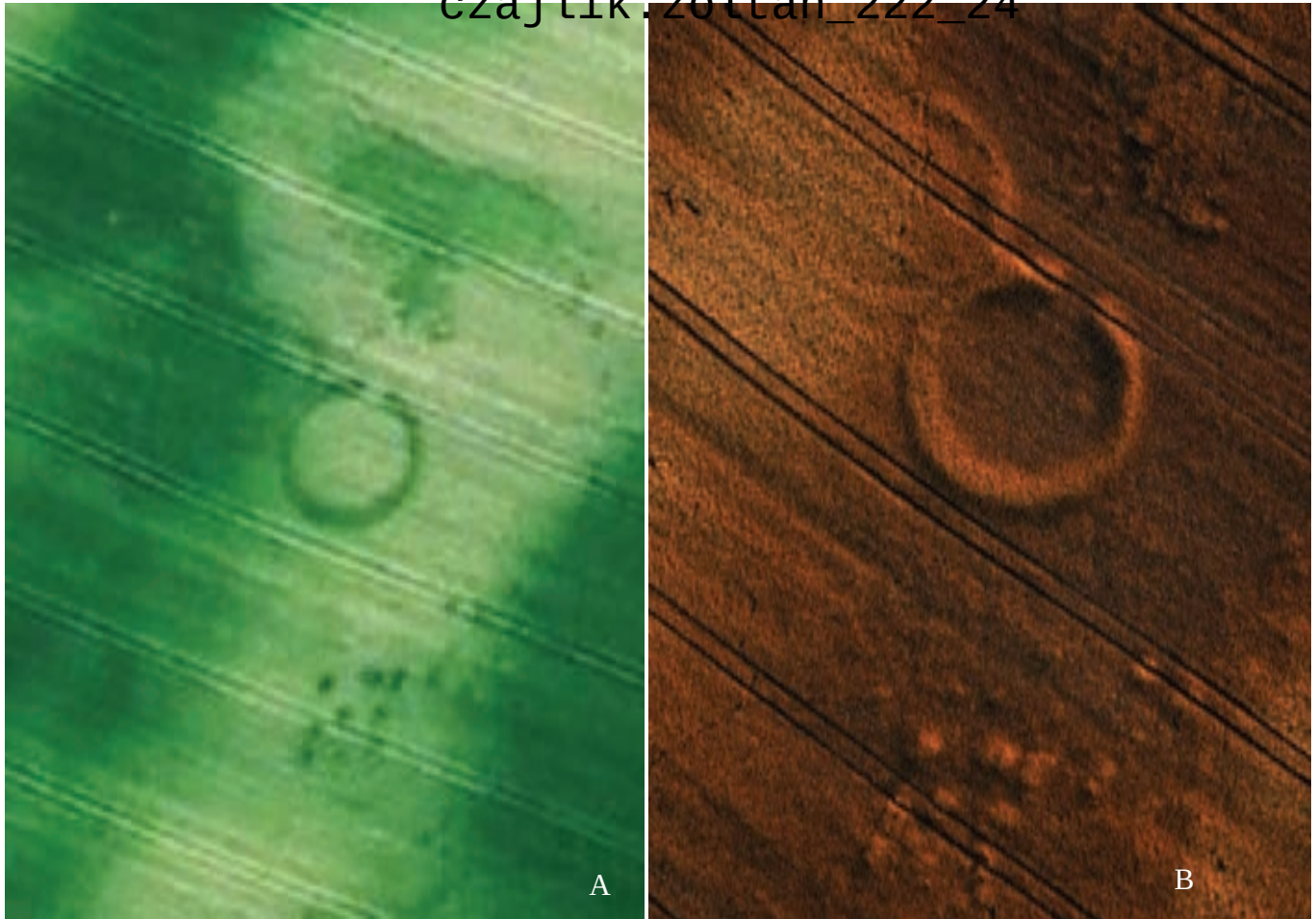
– GÁTI 2014). Hasonlóképpen jól látszanak a hosszan elnyúló jelenségek, különösen a szabályos vonalvezetésű római utak. Az egykori tájhasználat/átalakítás nyomai (pl. régi kataszteri rendszerek) ugyancsak gyakran megfigyelhetők (pl. BÖDŐCS 2020). Részben talaj, részben növényzeti jelek révén kör alakú struktúrák (erődítések, halomsírok nyoma) is azonosítható, problémát okozhat azonban a Newton-gyűrű-jelenség, amire I. Kuzma hívta fel a figyelmet (KUZMA 2013, II. tábla, 5-6). Bizonyos típusú régészeti lelőhelyek, vonalas objektumok (utak, sáncok), vagy árokka körülvevett, erődített települések, esetenként árokkeretes sírok azonosítására is alkalmas, főként jól ismert zónák esetében. Amíg a talajjelek többnyire folyamatosan megfigyelhetők, addig a szántóföldi növényzetben kora nyáron kialakuló elváltozások csak rövid ideig észlelhetők. Az O. Braasch által 2002-ben megtalált (BRAASCH 2003, Abb. 12), majd általunk 2007-ben fényképezett Ikervár – Antónia-majortól É-ra lévő újkőkori körárok (CZAJLIK et al. 2008, 125-126) látható a CNES Airbus 2019. április 28-án rögzített felvételén (108. ábra, v.ö. 102. ábra). Jól kivehető a kettős körárok vonala, sőt az árkokon belül húzódó paliszádsorok(?) helye is. A 2007. június 15-i Fujichrome Velvia filmre rögzített légi felvétel élesebb, kontrasztosabb, lényeges többlet-információ azonban nincs rajta (65. ábra). Ez a példa is azt mutatja, hogy a megfelelő időpontban és növényzeti állapotban készült műholdas adatgyűjtés ma már Közép – Európában nemcsak régészeti lelőhelyek, hanem jelenségek azonosítására is alkalmazható.

5.6.2. A térképészeti célú légi felvételek felhasználása

A külföldiek mellett több hazai intézmény őriz régészeti kutatásra alkalmas archív térképészeti célú légi felvételeket. Ezek első archaeológiai szempontú ismertetését a 2011-ben megjelent Régészeti Kézikönyvben találjuk meg (MIKLÓS et al. 2011, 51-52). Részletesebb bemutatásukat 2022-ben készítettük el (CZAJLIK 2022, 115-121), de rövidített formában könyvünk kutatástörténeti fejezetében is megtalálhatók. Mindkét nagy hazai archívum (HM Zrínyi Nonprofit Kft. és Lechner Nonprofit Kft. – minthogy az 1.10.000-es topográfiai

térképezéshez hozták őket létre – lefedi, sőt technikai okokból kismértékben túl is lépi Magyarország területét (vö. BÖDŐCS et al. 2019, 87). Az archív ortofotó-állomány nemcsak felderítésre, hanem régóta ismert lelőhelyek korábbi, gyakran növényzeti, vagy beépítési szempontból kedvezőbb állapotának megismerésére alkalmas. A fotogrammetriai feldolgozásra alkalmas felvételekből az erózióknak és a mezőgazdasági művelésnek kitett területeken bizonyos mértékig a korábbi domborzati állapotok is rekonstruálhatók (pl. Süttő – Sáncföldök területén: BÖDŐCS et al. 2019, 89).

A modern ortofotózás régészeti célú alkalmazásához egyelőre hiányoznak a hazai tapasztalatok. Ennek elsősorban az az oka, hogy magas költségük miatt csak állami szinten finanszírozhatók. Gyökeres változást jelent azonban a MePAR (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer) létrejötte. Ez egy olyan térinformatikával támogatott webes felület, amelynek révén a mezőgazdasági művelés alatt álló területeket a tulajdonosok és a hivatalos szervek is figyelemmel tudják kísérni, - nagy magasságból készített ortofotók segítségével. Ez az eljárás legfeljebb 3 évenként az Európai Unió előírásai szerint minden tagállamban ismétlődő, fő célja az agrártámogatási rendszerhez kapcsolódó monitorozás. A felület Magyarországon az állami Lechner Tudásközponthoz köthető, jelenlegi formája 2021-től érhető el. A böngésző jó minőségű ortofotó-képanyagot biztosít, 2007-től digitális felvételek alapján. A képek a Vexcel UltraCam berendezés egyre korszerűbb típusaival készültek, pixel-méretüknek a terepen jellemzően 0,4 m felel meg. Ez a berendezés a NIR-tartományban is működik, infra-felvételei azonban egyelőre nem elérhetők. A légi fényképezéshez általában Cessna 402 típusú repülőgépet használnak, az átlagos repülési magasság 5000 – 6000 m. A korábban, térképészeti céllal végzett ortofotózásokhoz képest – az ingyenes hozzáféréstől – régészeti szempontból lényeges különbség, hogy a 2014 – 2019 közötti légi fényképezéseket a növényzeti jelek észlelésében kulcsfontosságú kora nyári időszakban végezték el. A platformot – alacsonyabb magasságból – gyakran használják nagy területek légi lézeres letapogatására.



66. ábra. Lovasberény – Alsó Telek, TSz homokbánya (Fejér vármegye).

A: 2016. június, MePAR-felvétel: színeltérés alapján észlelhető árokkeretes temetkezések nyoma.

B: 2015. június 30., Czajlik Z. felvétele: főként magassági eltérés alapján észlelhető árokkeretek és temetkezések nyoma az őszi vetésű búzában

Az archív és a modern ortofotózás, de ma már a műholdasfelvételezés elsősorban térképészeti-felmérési-dokumentálási célokat szolgál. Ebből adódóan alacsony napszög esetén (általában 35 fok alatt) nem készülnek felvételek, ami erősen korlátozza a régészeti jelenségek észlelésének lehetőségét. Lecsökken, vagy el is tűnik a felvételezések idején az árnyékhatás, azaz a növények növekedéséből adódóan kialakuló magasságkülönbségek nem, vagy csak gyengén észlelhetők. Az ortofotókon, vagy a Google Earth rendszerben megfigyelhető növény-jelek túlnyomó többsége színeltéréssel jelentkezik. A MePAR-t analizálva megállapíthatjuk, hogy minden esetben a színkülönbség révén észlelhetők a régészeti jelenségek (66. ábra). Ez általában halványzöld-zöldesfehér/sötétzöld, ritkábban sárga/zöld differenciát jelent (vö. BRAASCH 1994, 89-92; DONEUS 2013, 171-180). A mélyzöld dominanciája az őszi vetésű gabonák májusi/június eleji állapotával függ

össze, amikor viszonylag hosszan látható a gabona-jeleknek ez a verziója.

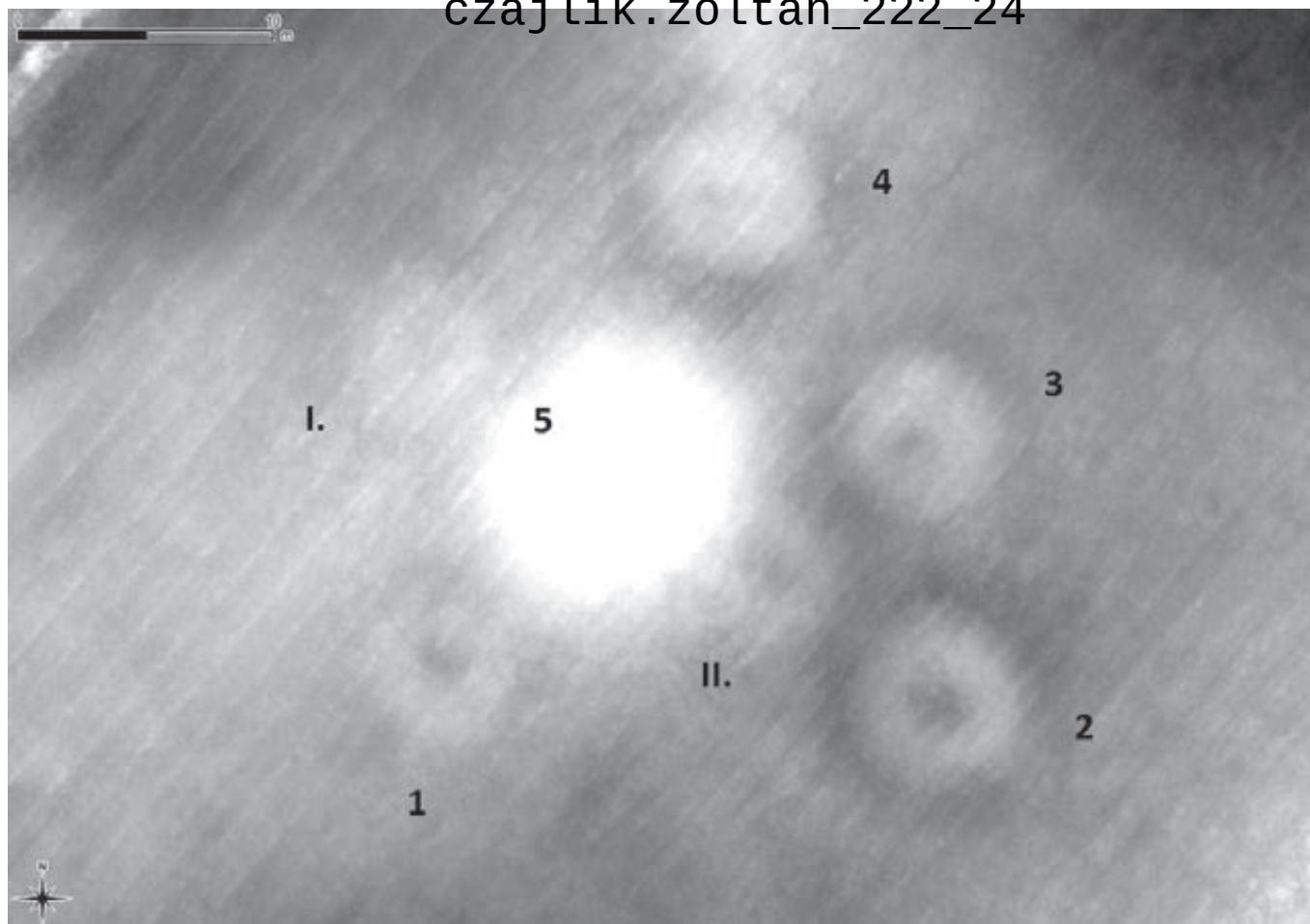
A következő fázis, azaz a sárga/zöld egy rövid ideig tartó állapot, így kevesebb régészeti jelenség dokumentálását teszi lehetővé. Az aratásig nyúló utolsó fázis ismét hosszabb, azonban bizonyos eseteket kivéve a szíkontraszt csak a sárga egymáshoz közeli árnyalataira szorítkozik, illetve el is tűnhet. Ilyenkor már jórészt az alacsony napszög teszi lehetővé a régészeti jelenségek megfigyelését, ami tehát az ortofotók készítése időpontja miatt nem lehetséges. Ráadásul a ferde tengelyű légi fényképezésnél az árnyékhatás a Napnak háttal készített fotókkal feltűnőbbé tehető. Minthogy a gabona-jelek mennyisége átlagos időjárás mellett az érés előrehaladtával egyre nő, az ortofotókon a fentiek alapján gyakran kevesebb régészeti jelenség detektálható, mint az ugyanarról a területről, ugyanolyan növény-



67. ábra. Nemesvámos – Balácsa-puszta (Veszprém vármegye)

A: 2016. május, MePAR-felvétel: a villagazdaság mellett színelterés alapján észlelhető középkori kőépületek az őszi vetésű búzában, vö. PÁTKAI-GYÖRFFY-VILLÁM 2023

B: 2022. július, MePAR-felvétel: a kőépületek nem, vagy alig észlelhetők az aratás előtt álló őszi vetésű búzában



68. ábra. Harkakötöny – Suba-major Kelet I. (Bács-Kiskun vármegye). Alacsony reliefű halomsírok domborzatmodellje. A római számmal jelzett tumulusok a drónos fotogrammetriai felmérés révén váltak felismerhetővé (MÉSZÁROS et al. 2017, 5. ábra)

zeti körülmények mellett készült ferde tengelyű, régészeti célú légi felvételeken. Különösen szembetűnő a különbség a negatív növény-jelek esetében. A hazai római villagazdaságok kőépületeit vizsgálva, az utolsó gabonaérési fázisban alig figyelhető meg színeltérés, így az árnyékhata hiánya jóformán „eltünteti” ezeket a jelenségeket. Jól látható ez a Nemesvámos – Balácsa-pusztai villagazdaság melletti középkori (?) épületek esetében, amelyek a 2016. májusi(?) fényképezésnél jól láthatók voltak, 2022. júliusában(?) azonban csak a markánsabb falakat/falalapozásokat lehetett észlelni (67. ábra).

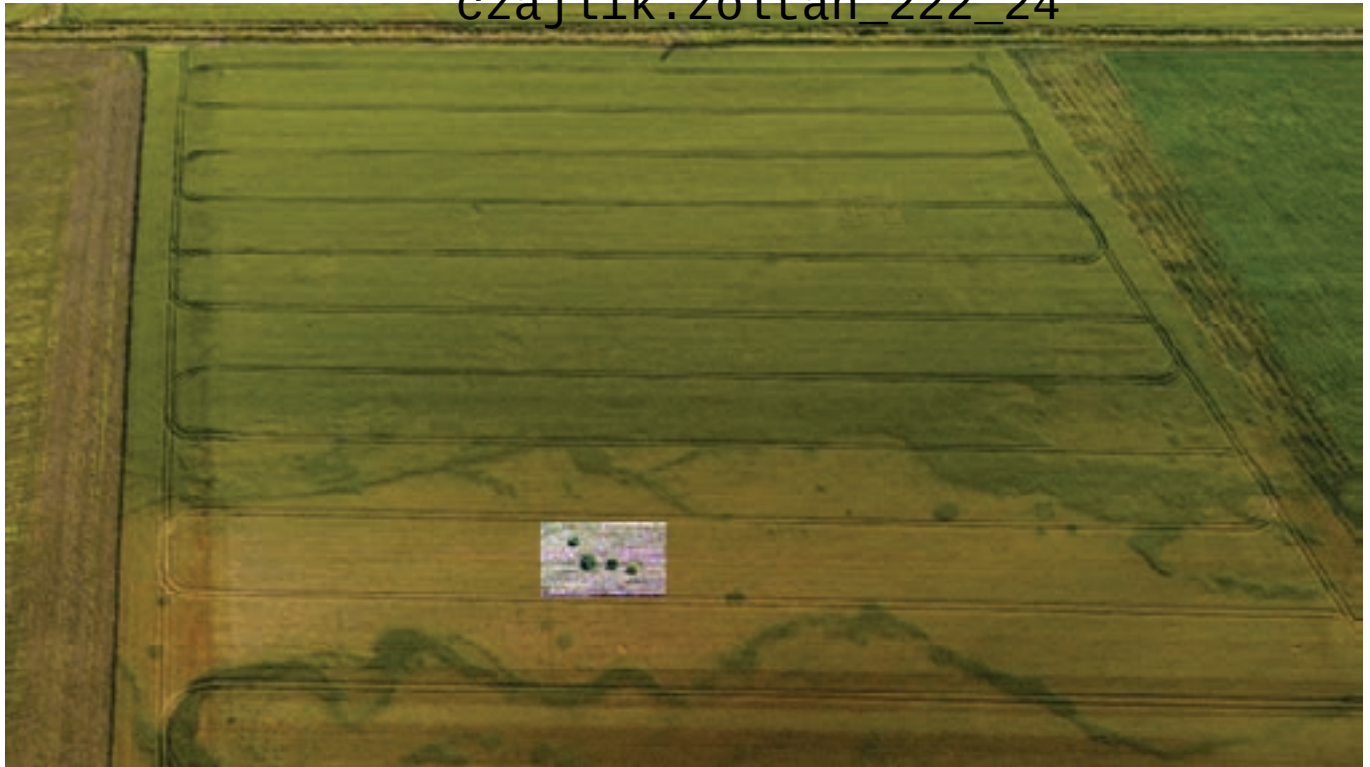
5.6.3. A drónos légi fényképezés

A drónos (vagy UAV, illetve RPAS) légi fényképezés – miként az összes rokon módszer – óriási előnye a kisgépes platformhoz képest, hogy a felvételeket függőleges kameratengellyel könnyen el lehet készíteni. Ezen túlmenően optimális megoldást jelent a kismagasságú ré-

gészeti légi fényképezésekre. Mindkét szempontból a ballonos repülések jelentik a gyökereit. Minthogy az ásatási felszíneket nehéz repülőgépből költséghatékonyan dokumentálni, számos alternatív módszert (tornyok, tűzoltólétra, rúdra szerelt távkioldós fényképezőgép, héliummal töltött ballon, robothelikopter) próbáltak alkalmazni a drónok elterjedését megelőzően (CZAJLIK 2022, 135-137).

A rohamos fejlődésük nyomán előállt – a lehetőségek időnként áttekinthetetlenül gyors változásával járó – technikai fejlődést S. Campana a „drónok dzsungelének” nevezte (CAMPANA 2017, 278). A drónokat többféleképpen használhatjuk légi fényképezésre, a három legfontosabb régészeti alkalmazás a következő:

- ásatási felszínek, feltárás alatt lévő régészeti jelenségek dokumentálása.
- programozott repülések révén nagyobb területek egybefüggő, fotogrammetriai feldolgozásra alkalmas légi fényképezése,



69. ábra. Vétesboglár – Nagy-mező (Fejér vármegye)

A: A lelőhely áttekintő felvétele. 2022. június 2., Czajlik Z. felvétele

B: Félig földbe mélyített épületek (vagy gödrök?) nyoma az őszi vetésű búzában (az „A” képen kiemelt terület). 2022. június 3., Czajlik M. drónfelvétele

- ismert régészeti lelőhelyek gyakori drónos megfigyelése.

A drónos platform az utóbbi négy-öt évben lényegében kiváltotta az ásati felületek repülőgépes,

motoros sárkányrepülő, siklóernyős, stb. légi fényképezését, használata átalakítja a műszeres felmérést/rajzolás is. A kutatástörténeti fejezetben láthattuk, hogy korábban is használtak olyan platformokat, elsősorban ballonokat, amelyekről ha-

sonló módon lehetett fényképezni, mint a drónok segítségével. A rögzített ballonok, jóval később a héliummal, vagy meleg levegővel töltött léggömbök segítségével magasba emelhető kamerák (BALOGH – SZABÓ 2013, 2. kép) stabilitása és a könnyen elkészíthető vertikális felvételek előnyök voltak a repülőgépekkel szemben. Problémát korábban az üveglemezek, majd a filmek cseréje, a távirányítás és legfőképp a fényképezendő terület földi kontrolljának hiánya jelentette. Ezeket a kérdéseket a hazai gyakorlatban a 2010-es évek elejétől digitális kamerával felszerelt, a földi pilótával stabil kép-kapcsolatban lévő kvadrokopterek segítségével oldották meg (BALOGH – SZABÓ 2013, POKROVENSZKI et al. 2016). Az évtized közepétől megjelenő drónok alkalmazásával még könnyebben el lehetett készíteni a fotó 3D-felméréseket (68. ábra), sőt az utóbbiak kitűnő eszköznek bizonyultak olyan felvételsorozatok elkészítésére, amelyek 3D-kiértékelésre is alkalmasak voltak (SZABÓ 2016, 66-75).

A technológiai fejlődés egyik fontos mozgatórugója a légi fényképek feldolgozásával kapcsolatban már említett Agisoft szoftver, a másik a drónok árának nagyléptékű csökkenése volt. Utóbbival kapcsolatban figyelemre méltó, hogy ma már kisebb költséget jelent a jó minőségű drónt megvásárolni, mint a ferde tengelyű régészeti légi fényképezésben használt professzionális Leica formátumú fényképezőgépet.

A legtöbb drón képes előre programozottan, útvonalát rögzítve repülni, ami nyílt területeken könnyen megvalósíthatóvá teszi a fotogrammetriai alapú terepfelméréseket. Ismert lelőhelyek megfigyelésében, monitorozásában, főként más terepi tevékenységekkel koordinálva (pl. felszíni leletgyűjtés, geofizikai felmérések) ugyancsak előnyös a drónok alkalmazása, a regionális, vagy annál nagyobb léptékű felderítésben viszont a konvencionális repülőgépes légi régészeti módszer jóval hatékonyabb (CZAJLIK – RUPNIK 2023).

A platform különleges tehát abból a szempontból, hogy mind az aktív, azaz a drónpilóta által befolyásolt, tallózó légi fényképezésre, mind a *quasi* automatikus felvételezésre használható. A drónok a fent jelzett, a látható fénytartományon túli és egyéb távérzékeléses feladatok (NIR, termális, ALS, geofizika) elvégzésére is alkalmasak. Ezek mindegyikében előnyt jelenthet a kis magasságú

repülés, ami komoly perspektívát jelent a platform alkalmazásában.

Érdekes eredményt hoztak a 2022-ben elvégzett összehasonlító fényképezések a gabona-jelek vizsgálatában. Vértesboglár – Nagy-mező lelőhelyet június 2-án repülőgépről fényképezte Czajlik Z., amelynek során az ismert római villagazdaság (O. Braasch felvétele 2003. június 27-én, közölve SZABÓ 2016, 216. kép) kőépületei mellett közel azonos irányítású, félig földbe mélyített épületek nyomát sikerült megörökíteni az ugyancsak pozitív növény-jelek révén megmutatkozó, egykori patak mellett. Egy nappal később, június 3-án, jobb észlelési körülmények mellett drónnal ismételte meg a fényképezést Czajlik M.. A közeli felvételeken a gödör-épületek formája elmosódottabb, feltehetően azért, mert a gabona-tövek egy részénél a gödör peremén túl is bekövetkezett némi – magasabbról már nem észlelhető magasság- és színeltérés (69. ábra).

A repülési magassága és egyéb lehetőségei tekintetében a drónos platformhoz hasonlítható helikopteres légi fényképezés kevesek kiváltsága. A francia rendőrség állományában szolgáló B. Lambot rendkívül sikeresen alkalmazta Champagne-ban folytatott régészeti kutatásai során (LAMBOT 1996). Magyarországon a legtöbbet feltehetően H. Szabó S., az MTI fotósa fényképezett helikopterből, ő azonban nem régészeti céllal dolgozott, legfeljebb várakat, templomokat örökített meg. Bár a kipróbálására túl sok lehetőségünk eddig nem volt, annyi tapasztalatot sikerült gyűjteni 2018-ban, hogy csak a nagyobb, erősebb helikopterekkel lehet olyan felvételeket elkészíteni, amit repülővel nem. Ide tartoznak az extrém kis magasságból (pl. lombkoronasínt felett néhány méterrel, vagy beépített területen) készítendő fotók, illetve a légi filmezés. Mindkét tevékenységre igaz azonban, hogy részben kiváltható drónos fényképezéssel, illetve filmezéssel, aminek a költsége a helikopterezés töredéke. Utóbbi ugyanis (pl. Robinson gépekkel) akár nyolcszorosa is lehet a repülőgépekének, ráadásul a helikopterek jóval gyakrabban szorulnak tankolásra és nincsen nyitható ablakuk, legfeljebb fotónyílásuk, vagy leszerelt ajtóval kell fényképezni/filmezni.

6. A LÉGI FOTÓ LELŐHELYEK MORFOLÓGIAI ÉS RÉGÉSZETI ÉRTELMEZÉSE

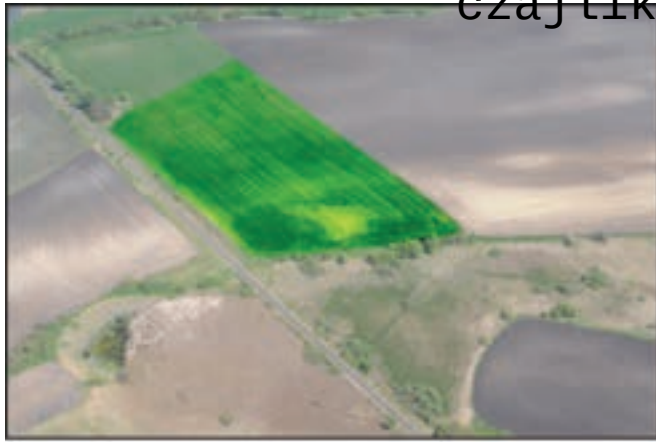
A régészeti célú légi fényképezések során, vagy a különféle rokon módszerek segítségével felismert lelőhelyek részben domborzati eltérésként, részben a talaj, fagy, nedvesség és növény jelek révén kirajzolódó geometriai alakzatokként ismerhetők fel. Ezek morfológiai vizsgálata már a repülés során elkezdődik. Amint azt korábban is írtuk, a légi régész elsődleges feladata az emberi tevékenység nyomainak azonosítása, lehetőség szerint a modern jelenségek kiszűrésével. Utóbbiak között vannak olyanok (pl. kárárok, vö. SZABÓ 2016, 320. kép), amelyek az évszázadok, sőt az évezredek során keveset változtak, így az újabbakat csak a jobb állapotuk különbözteti őket meg a régészeti előképtől. Más struktúrák (pl. újkőkori, vagy rézkori kör-árkok) csak egy-egy adott korszakra jellemzők, így a morfológiai azonosítás azonnal régészeti értelmezést is jelent.

A növény jelekkel kapcsolatosan korábban részletesen bemutattuk azokat a paramétereiket, amelyek segítik, vagy nehezítik a régészeti információ elválasztását minden más anomáliától. Említettük azt is, hogy a nem régészeti korú jeleket (pl. háborús lövészárkok, elpusztult tanya, faültetési gödrök, trágyázás nyoma) már a repülés során igyekszünk kiszűrni, ugyanakkor a fedélzeti munka fontos része a lelőhelyekkel kapcsolatos alapvető kérdések tisztázása. Ide tartozik a kiterjedés, illetve a különböző karakterű lelőhely-részek (pl. telep és temető) meghatározása, kiemelése a légi fényképek segítségével. A laboratóriumi feldolgozás során minden légi fotó lelőhelyről leírás készül. Ennek célja a régészeti korú humán hatások pontosabb meghatározása, klasszifikációja, amelyet azonban számos további, a fotókon észlelhető körülmény befolyásol. R. Palmerrel egyetértve fontos hangsúlyozni, hogy ezek a leírások nem jelentenek értelmezést, itt csak annak megelőző lépéséről, a fotó-olvasásról van szó (PALMER 2005, 97). Más kérdés, hogy ha pontosan és következetesen állítjuk őket össze, akkor segítik az értelmezésre alkalmas lelőhelyek/felvételek kiválasztását.

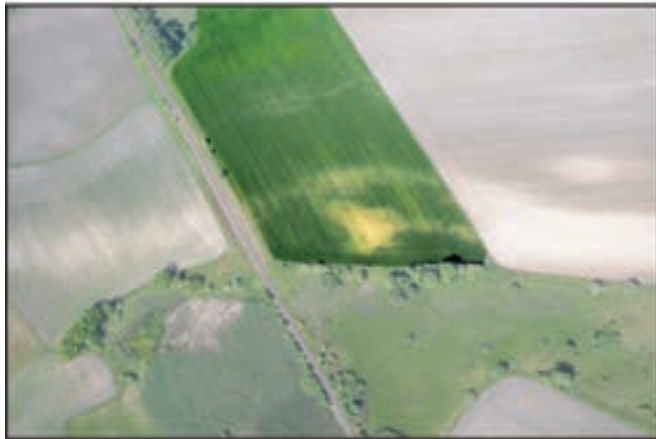
Az előzőekben kifejtettük, hogy a jelek észlelhetősége nem azonos a szántóföldi növények fejlődése során. A kalászosok esetében általában

már a pihis végén megmutatkoznak a növényjelek, de ezt követően még kb. hat hétig tart, amíg eléri a legjobban észlelhető, a részletek tekintetében leggazdagabb, jól értelmezhető érési fázist (70. ábra). Ez a periódus viszont csak rövid ideig, egy-egy régióban nagyjából egy hétig tart. Mindebből az is következik, hogy a légi felvételek túlnyomó része nem készíthető el az ideális időszakban, ami jelentősen nehezítheti klasszifikációjukat. Az egyes évek között is komoly különbségek lehetnek. Csapadékos években a leginkább alkalmas időszak rövidsége mellett a magassági eltérés hiánya sokszor komoly problémákat okozni az értelmezés során. Területi különbségek is megfigyelhetők, így a Duna-Tisza-köze középső és déli részén a sok és minden évben azonosítható növényjel jelentős részének pontosabb értelmezése a határozatlan kontúrok miatt nehézségekbe ütközhet. Banális problémának tűnhet, de a növényjelek szempontjából kiemelten fontos kora nyári időszakban gyakori a felhőárnyékok jelensége. A részben megvilágított, részben mélyárnyékokban lévő területeken nehéz jól értelmezhető felvételeket készíteni (LAMBOT 1996, fig. 6 és fig. 81). Természetesen a számítógépes feldolgozás sokat segíthet, de ma is igaz a régi fotográfus bölcsessége, amely szerint a jól exponált képek feldolgozása mindig pontosabb eredményre vezethet.

A változó körülmények mellett az állandó adottságoknak is komoly szerepe van az egyes területek értelmezhetőségében. A növényjelek felismerését és régészeti osztályozását megkönnyíti, ha a háttérben más anomáliák nincsenek, azaz a növényzet a régészeti jelenségek kivételével egységes képet mutat. Sok esetben azonban geomorfológiai eredetű eltérések is megfigyelhetők. Ezek felismerését segíti, hogy általában talaj-jelként (tehát pl. a Google Earth-rendszerben) is azonosíthatók. Régészeti szempontból is jelentősége lehet az egykori vízfolyások, meander-sorozatok észlelésének. Ezek elemzése az Alföld kutatásához kapcsolódóan már sok évtizedes hagyományokkal bír (pl. JEREM et al. 1992, fig. 1-3; TÍMÁR 2004). A távérzékeléses meder-dokumentálást kisebb léptékben is sikeresen alkalmazták a Lajtvölgyének tájrégészeti rekonstrukciója során (ZÁMOLYI et al. 2015), de más egykori vízfolyások feltöltődött medre is gyakran megfigyel-



A



B



C



70. ábra. A növény-jelek fejlődése Bikács – Marhaállás-dűlőben (Tolna vármegye) 2008. április 25-én (A), május 27-én (B) és június 3-án (C). Czajlik Z. felvételei, Rupnik L. elemzései

hető a régészeti célú légi felvételeken (69., 71. ábra, továbbá SZABÓ 2016, 154. kép).

Ugyancsak gyakoriak a talajvastagság gyors megváltozásán keresztül észlelhető, geomorfológiai eredetű eltérések. A szántóföldi művelés és az általa kiváltott erózió során a lokálisan magasabb térszínek felől a mélyebb irányba mozdul el a termőtalaj (és – adott esetben – a régészeti leletanyag), ami a kiemelkedések

színét sokszor világosabbá teszi, termőképességüket pedig enyhén csökkenti. E változások eredőjeként a dombokon lévő jelenségek jobban láthatóvá válhatnak. A folyamatok szemléltetésére rengeteg hazai példa idézhető, aminek kezdeti fázisát Dunatetőlennél láthatjuk (Bács-Kiskun vármegye), ahol az alacsonyabb szikes térszint nem művelik, viszont a művelt platón látszik, hogy az korábban több kisebb dombból állt (SZABÓ 2016, 155. kép). Előrehaladot-



71. ábra. Veszvény határa (Győr-Moson-Sopron vármegye). Vízfolyás feltöltődött medre szigettel/zátonnyal. A folyásirányt késsel, a pontszerű morfológiai jeleket (gödrök/kutak?) piros nyilakkal jelöltük. 2020. június 30., Czajlik Z. felvétele

tabb, minden területet egybeszántó állapotot figyelhetünk meg Apostag – Kovácsos-dűlőben (Bács-Kiskun vármegye, 72. ábra). Akár jó jelnek is tekinthetjük, hogy az utóbbi felvételeken a földbe mélyített épületek kontúrjai nehezen határozhatók meg, ellentétben Bodonhely – Ér-tői-rét (Győr-Moson-Sopron vármegye) légi fotójával. Szembeötlő, hogy a Rába menti lelőhely egyes részein jóformán kizárólag a nagyobb, mélyebbre ásott épületek észlelhetők, ami az intenzív talajműveléssel függhet össze.

Tanulságos, hogy ezeknek a jelenségeknek a kontúrjai – hasonlóképpen a mélyen megnyesett ásatási felszínekhez – sokkal könnyebben követhetők (73. ábra), mint az előző esetben. Az erózió előre haladásával számos régészeti jelenség a pusztulása előtti pillanatban válik igazán feltűnővé. Ez történt 1991. november 8-án, Semide-nél (Ardennek, Franciaország), ahol egy kora La Tène kocsisírt fedeztek fel talaj(!)-jelek segítségével (LAMBOT et al. 1995).

A növény-jelek révén bizonyos területeken megfigyelhetővé válnak a periglaciális talajfagy-jelenségek is (SCHWEITZER et al. 2015). Ezek nagyobb hálói összetéveszthetők a *Celtic-fields*-struktúrákkal (WILSON 2005, 70). Hasonlókat Sokorópátka (Győr-Moson-Sopron vármegye) és Gic (Veszprém vármegye) között fényképezett le O. Braasch 2003-ban (SZABÓ 2016, 157. kép). Közép-Európában azonban

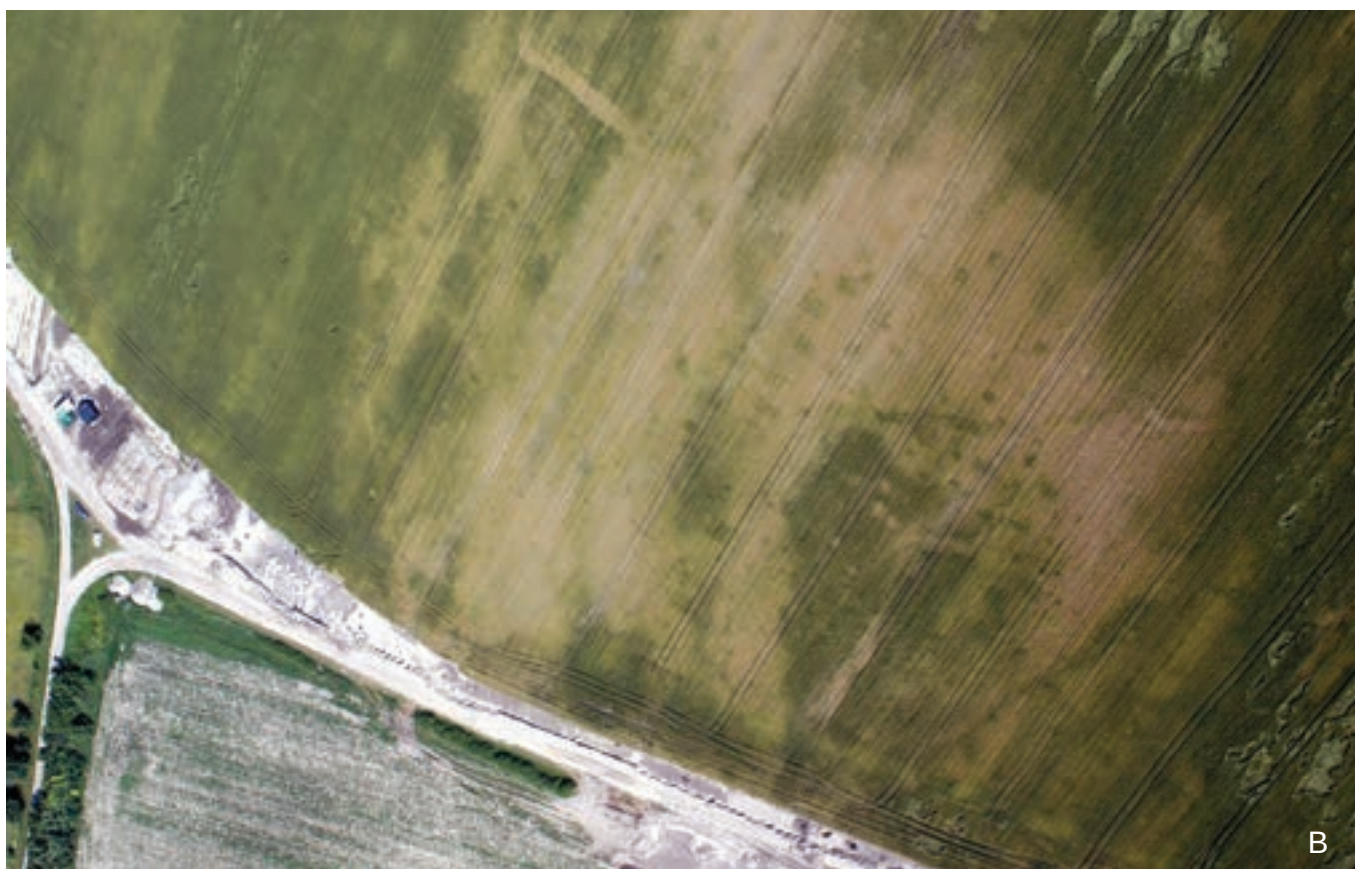
gyakoribbnak tűnnek a rövid oldalú, könnyen felismerhető poligonjaik. Ezeket dokumentálták *Carnuntum* környékén (DONEUS 2013, Abb. 37), illetve Vaszar – Ásoki-dűlőben (Veszprém vármegye) egy csontvázas temető fényképezése során (74. ábra). Az utóbbiak kis méretük és szisztematikus megjelenésük alapján könnyen kiszűrhetők, ellentétben a Lovászpata – Nagy-halomnál (Veszprém vármegye) fényképezett, talajműveléssel kapcsolatos(?) anomáliákkal, amelyek a még álló halomsírt övező kőkörfé(?) nyomán kívül minden más régészeti eredetű növény-jelet elnyomnak (75. ábra).

6.2 . A morfológiai típusok és a régészeti értelmezés lehetőségei

Az első légi fénykép értelmezési rendszerünket 2003-ban alakítottuk ki (CZAJLIK 2004b). Ebben alapvető volt a többnyire ismert és főként a vegetációs időszakon kívül kutatott erődítések (földvárak) és a felderítő célú légi fényképezések során megismert lelőhelyek elkülönítése. Az újonnan, főként növény-jelek révén azonosított jelenségeket az akkor ismert ásatási párhuzamok alapján igyekeztünk értelmezni, külön tárgyalva a temetkezéseket (halmok, árokkeretes és csontvázas, illetve hamvasztásos sírok) és a településeket (épületeket). Nyilvánvaló, hogy a feltárásokból nem eléggé ismert, komplex, vagy többféleképpen értelmezhető jelenségek



A



B

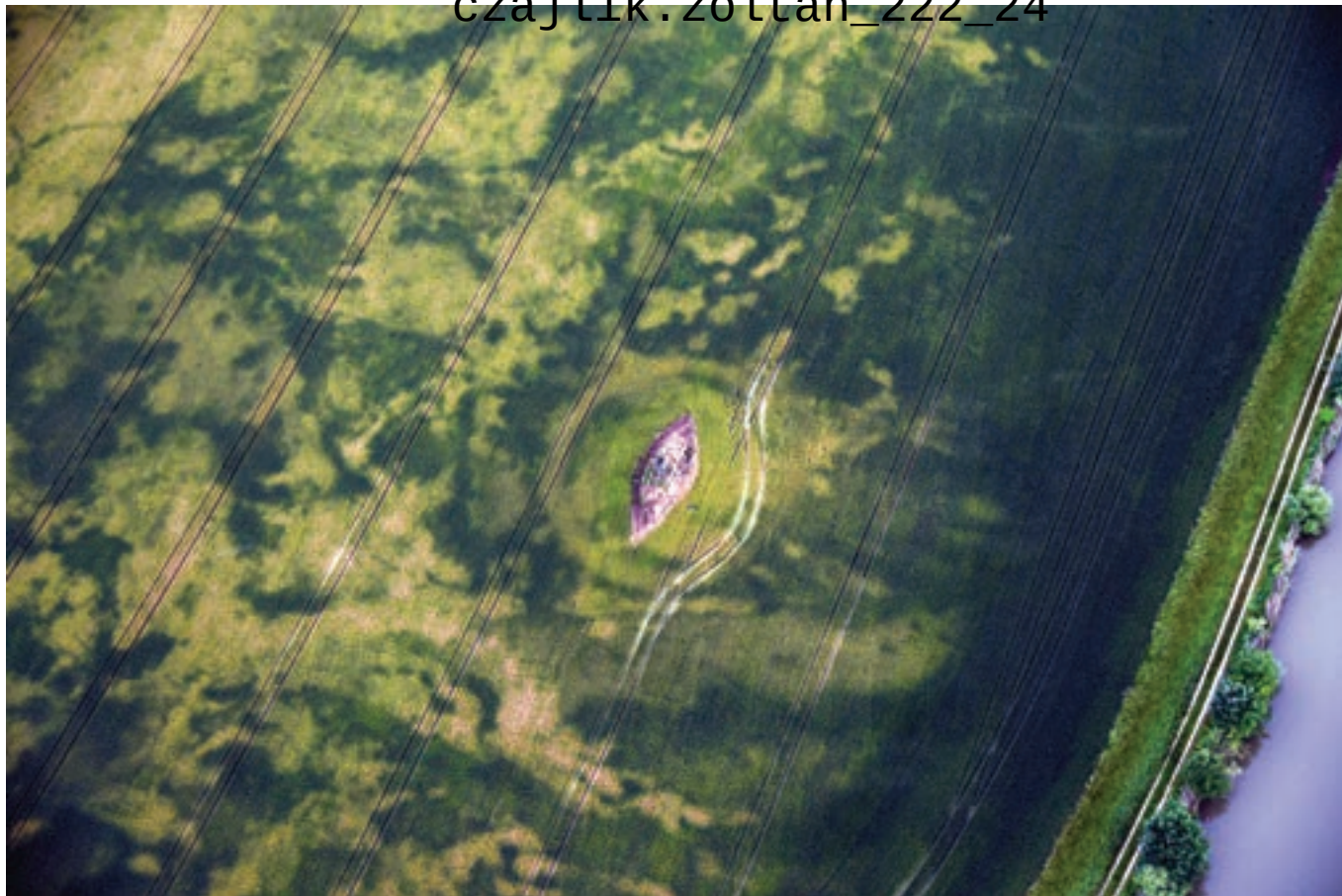
72. ábra. Apostag – Kovácsos-dűlő (Bács-Kiskun vármegye). Földbe mélyített épületek két nagyobb kiemelkedésen (A: keleti; B: nyugati), amelyek északi szélét érintette az M8-as autópálya építését megelőző feltárás. 2005. június 13., Czajlik Z. felvétele



73. ábra. Bodonhely – Ér-tói-rét (Győr-Moson-Sopron vármegye). Kora és késő vaskori földbe mélyített épületek nyoma az őszi vetésű búzában. 2021. június 22., Czajlik Z. felvétele



74. ábra. Vaszar – Ásoki-dűlő (Veszprém vármegye). Több sírcoportból álló csontvázaz temető periglaciális fagy-jelenségek hálójával a háttérben. 2003. június 22., Czajlik Z. felvétele



75. ábra. Lovászpataka – Nagy-halom (Veszprém vármegye). A képmező közepén álló halom körül szabályos kör(?) figyelhető meg a geomorfológiai, vagy talajművelési okból rendkívül egyenetlen háttért biztosító őszi búzában. 2022. június 2., Czajlik Z. felvétele

(pl. zárt területek/határhasználati nyomok, a kultikus struktúráként meghatározott különböző méretű körárkok, illetve az utak/vonalas jelenségek) nehezen illeszkedtek ebbe a rendszerbe. A tapasztalatoknak és az egyre jobban gyűlő adatoknak köszönhetően 2009-től igyekeztünk az értelmezés mellett a morfológiai alapok meghatározásában is előre lépni. Nyugat-Európa-hoz hasonlóan ezt olyan zónák tették szükségessé, ahol igen nagy területen voltak követhetők a különféle, egymással részben összefüggő jelenségcsoportok (pl. Szalkszentmárton környéke, Bács-Kiskun vármegye, lásd: CZAJLIK 2010, fig. 4). A rendszer alapelemeiként megmaradtak a települések és temetkezések, kiegészülve a vonalas jelenségekkel (utak), mint harmadik nagy kategóriával (CZAJLIK et al. 2010). Az egyértelmű értelmezést a terepi adatokkal ellenőrzött légi fotó lelőhelyek alacsony száma nehezíti, így egyre nő a nem kategorizálható, vagy többféleképpen is értelmezhető adatok mennyisége.

A hazainál jóval strukturáltabb, sok esetben nagy területeken összefüggő növény-jel halmozok feldolgozását segítő nyugat-európai osztályozási rendszereket úgy alakították ki, hogy a jelenségek túlnyomó többsége esetében a levegőből megfigyelhető elemi morfológiai típusokra épüljenek. Ezek nagy része alaprajzi/térképi jellegű, amit a természeti környezet (pl. egykori patakmeder nyoma) vizsgálata egészíthet ki. Az elemi morfológiai típusokba való besorolás tehát nem jelent azonnali régészeti értelmezést. Egy-egy típus sokféle célú jelenségre visszavezethető lehet, például egy hosszú vonal kialakulhatott egykori erődítés, út, vagy csatorna következtében is.

A légi régészetben alkalmazott morfológiai osztályozásban a legnagyobb hagyományokkal Anglia rendelkezik. Az RCHME (Royal Commission of Historical Monuments of England), illetve az 1983-ban alakult Aerial Archaeology Research Group (AARG) egyik fontos célkitűzése volt a légi felvételekben

Group	LINEAR FEATURES (lines and enclosures) and MACULAE						
A.11.	 A1111	 A1112	 A1121	 A1122	 A1123	 A1124	 A113
A.12.	 A1211	 A1212	 A1221	 A1222	 A1223a	 A1223b	
A.13.	 A13						
A.21.	 A211a	 A211b	 A212a	 A212b	 A213		
A.22.	 A2221	 A2222	 A2211a	 A2211b	 A2212		
B.	 B11	 B121	 B122				
C.	 C11	 C121	 C122	 C2			
I.-III.	 I	 II	 III	 I1	 I2		

76. ábra. A csehországi légi régészeti felderítések alapján meghatározható morfológiai típusok. A.1: zárt területek, A.2: vonalak, B: vonal-rendszerek, C: pontszerű (maculae) jelenségek. I: önálló pontszerű jelenségek, II: rendezett/rendezetlen pontszerű jelenségek, III: zárt területek és pontszerű jelenségek összefüggő és véletlenszerű kombinációja (GOJDA – HEJCMAN 2012)

lévő régészeti információ kinyeréséhez szükséges háttér-kutatások koordinálása, elvégzése. Az általunk ismert legaprólékosabban kidolgozott rendszert az RCHME keretein belül fejlesztették ki (EDIS et al. 1989). A morfológiai osztályozás kialakításában – mások mellett - G.S. Maxwell (MAXWELL 1983), I.B. Ralston és I.A.G. Shepherd (RALSTON-SHEPHERD 1983), továbbá R.H. Bewley (BEWLEY 1984) és J.N. Hampton (HAMPTON 1985) korábbi tanulmányait használták fel. A cél a növény- és talajjelek interpretáción alapuló klasszifikációja volt, vagyis az egyes típusokat nem a néha nagyon torz és a méret-adatok szempontjából nehezen kezelhető légi fényképek, hanem az értelmezett fotótérképek alapján határozták meg.

Annak érdekében, hogy az információ számítógépes adatbázisban kezelhető legyen, nemcsak a morfológiai típusok hierarchikus rendszerét határozták meg aprólékosan, hanem a méret- és a tájolás adatainak felvételére is alkalmas feltöltő felületet alakítottak ki. A mód-

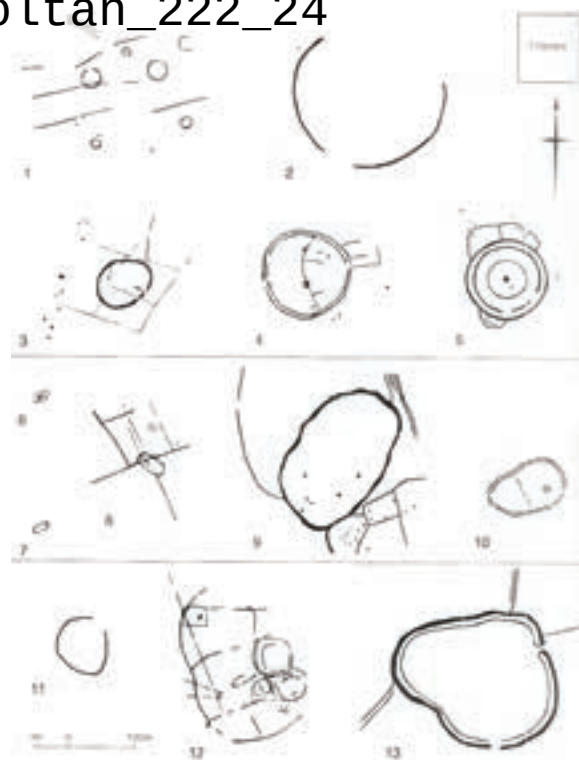
szer révén három régióból (Kent, Hertfordshire és a Temze-völgye), összesen 4000-5000 növény-jel csoport feldolgozását tűzték ki célul. Ez legalább ugyanennyi (a hazai tapasztalatok alapján ennek többszöröse) régészeti lelőhely alaprajzi adatainak térinformatikai feldolgozásához hasonló mértékű feladatot jelentett, hiszen a részletes morfológiai felosztással a régészeti jelenségekhez hasonló egységekre kívánták felbontani az értelmezésekben rejlő információt. A következő lépés a jelenség-szintű adatbázisok kialakítása lehetne, ezt tudomásunk szerint régióinkban eddig csak a Bércsi Egyetemen valósították meg (DONEUS 1997; DONEUS 2001; DONEUS – MAYER 2001).

Térségünkben először B. Kerman végzett az angliaihoz hasonló morfológiai osztályozást a növény-jelek alapján. Ő C. Stoertz rendszerét adaptálta a Mura-vidéken azonosított jelenségek klasszifikációja során. Összesen 4 kategóriát alakított ki, a körvonalas, a törtvonalas, a vonalas és a gödör típust (KERMAN 2002, 13-

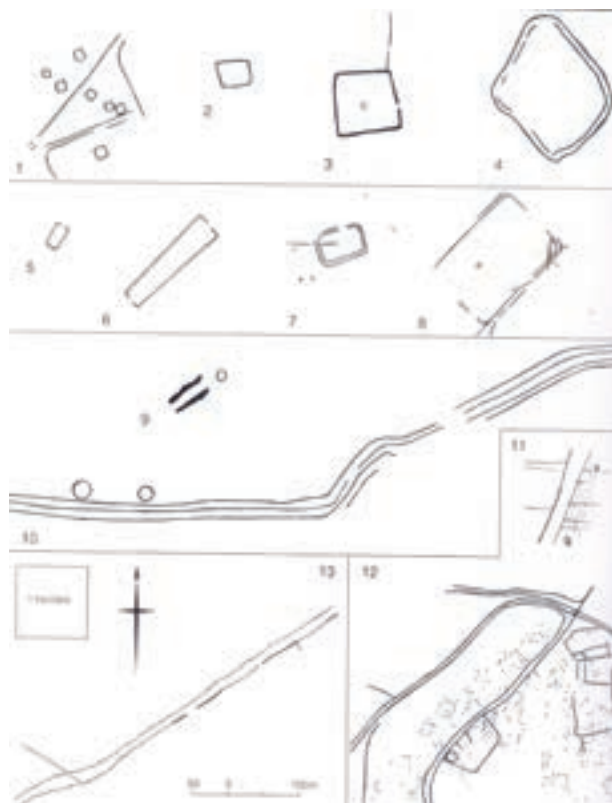
16). Az egyszerűsítést részben a művelési területek kis mérete és a növény-jelek egységes megjelenése, részben a légi fényképes információ fragmentáltsága indokolta. Az utóbbi a kisparcellás művelés következménye, általában jelenségek/jelenségcsoportok válnak láthatóvá, nem teljes régészeti lelőhelyek.

Két évtizedes tapasztalatok birtokában alkotta meg a csehországi viszonyokhoz igazodó osztályozási rendszerét M. Gojda (GOJDA – HEJCMAN 2012). Ő az RCHME/AARG által lefektetett alapokra épített, hangsúlyozva, hogy a szisztéma stabilitásához tízezernyi növény-jel feldolgozására van szükség. Ugyanakkor a jól kialakított típusok szükségesek az adatbázisok felépítéséhez, továbbá segítik a rokon módszerek (pl. ALS) hasonló karakterű adatainak kiértékelését. Helyi sajátosság, hogy az újkőkortól a koraújkorig számos olyan specifikus morfológiai típus van, ami formája alapján keltezhetőnek bizonyult. Ugyancsak a régióra jellemző a kitöltött területek (*maculae/spot*-főtípus) 80%-os túlsúlya a vonalas főtípusba sorolható jelekkel szemben. A harmadik főtípust a vonal-rendszerek jelentik, az összes altípus száma pedig 37 (76. ábra).

Minthogy egy hasonló osztályozás kialakítása a légi fényképek jelentős részének illesztését és értelmezését igényelné, ennek adaptálására egyelőre nem vállalkozhattunk. A kiindulást C. Stoertz egyszerűbb, a Yorkshire Wolds térségében készült légi fényképek fotótérképészeti feldolgozása során kialakított rendszere jelentette (STOERTZ 1997, 13-20). A munka közvetlen előképei egyfelől R. Palmer Danebury-nél (PALMER 1984, 9-10), másfelől R.P. Whimsternek a Welsh-mocsarak és Trent-völgy zónájában (WHIMSTER 1989, 26-34 és 66-68) elvégzett elemzései voltak. C. Stoertz négy főtípusra osztotta fel a jelenségeket: körvonalasra, törtvonalasra, vonalasra, illetve a „gödrökként” értelmezett pontokra. Rendszerében a körvonalas főtípusba három altípus tartozik, a szabályos, a nyújtott és a szabálytalan (77. ábra). A törtvonalas főtípust két altípusra, a szabályosra és a nyújtottra osztotta, a vonalas főtípusban ugyancsak kettő, a 100m-nél rövidebb és hosszabb altípusok szerepelnek. A pontok („gödrök”) megjelenhetnek önállóan, pontsorként, vagy csoportokban (78. ábra). Az



77. ábra. Körvonalas morfológiai típusú elemek C. Stoertz rendszerében: szabályos altípus: 1-5; nyújtott altípus: 6-10; szabálytalan altípus: 11-13 (STOERTZ 1997, fig. 5)



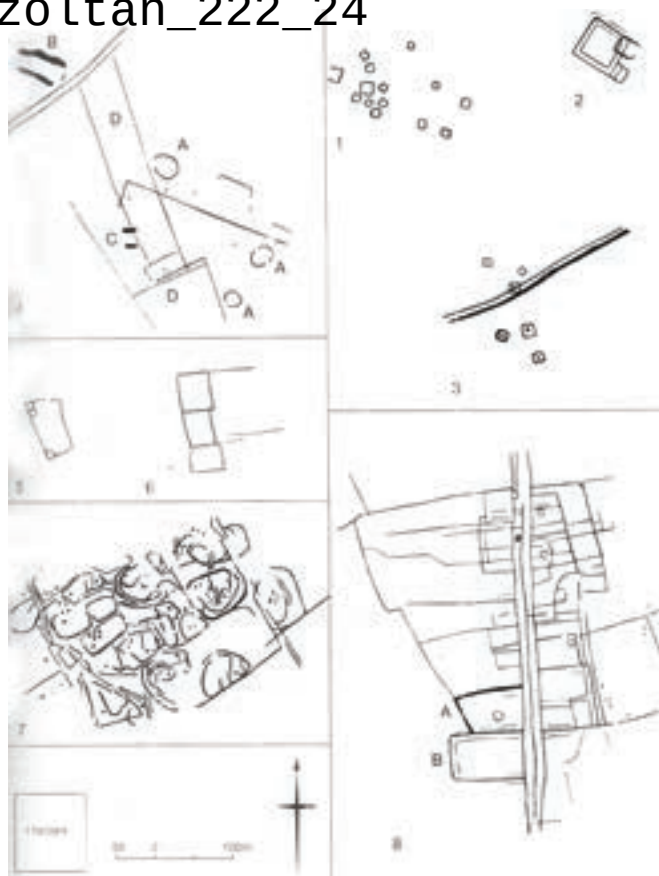
78. ábra. Törtvonalas, vonalas és pontszerű elemek C. Stoertz rendszerében: törtvonalas, szabályos altípus: 1-4; törtvonalas, nyújtott altípus: 5-8; vonalas típus: 9-10; pontszerű, csoportos altípus: 11-12; pontszerű, pontsoros altípus: 13 (STOERTZ 1997, fig. 6)

egyes morfológiai elemek egymáshoz való viszonya alakítja ki a különféle alakzatokat. Ezek lehetnek csoportosak (pl. párhuzamosan futó vonalak), kapcsolódók (pl. körvonalakba becsatlakozó vonalak), illetve szuperpozícióban elhelyezkedő (egymást keresztező) alakzatok (79. ábra).

Ez a kategorizálás a növény-, illetve az élesebb kontúrral rendelkező talaj-(nedvesség) jelek, esetleg bizonyos hó- és fagy-jelek, vagyis a geometriai alakzatok értelmezését segíti. Kimaradtak belőle a bizonytalanul lehatárolható talaj-elszíneződések, az alaprajz-szerűen megfigyelhető jelenségek (pl. épületek), illetve az összes, domborzati eltérésként definiálható légi fotó lelőhely. Az értelmezés során előfordulhat, hogy a geometriai alakzatok mellett az álló épületekre is figyelni kell (pl. templom körüli település/temetők esetében), továbbá a domborzati eltérések is interpretálhatók, azonban a távérzékeléses úton rendelkezésre álló információ túlnyomó többségét célszerű a morfológiai típusokra visszavezetni.

A klasszifikáció hazai adaptációja során pontosítottuk, illetve kiegészítettük a rendszert. A vonalas főtípus esetében a vonal hossza nem bizonyult megfelelő kritériumnak, ezért ezeket az altípusokat megszüntettük. Nincs szükség a nyújtott körvonalas és a pontsor altípusokra sem, mert ezek térségünkben ritkán fordulnak elő. Ugyanakkor – Csehországhoz hasonlóan – vonalakból és pontokból nem építhető fel minden Magyarországon észlelhető jelenség, ezért kellett létrehozni a kitöltött terület (vö. *spot/maculae*, lásd: GOJDA 2020, 212-214) főtypust és annak négyzet, téglalap és szabálytalan alakú altípusait.

Minthogy a rendszert alapvetően az óriási mennyiségű növény-jel csoportosítása érdekében alakították ki, továbbra is nehézséget jelent a domborzati eltéréssel rendelkező, vagy az álló emlékek besorolása. Nem célszerű azonban külön kategóriába rendezni az utóbbiakat, hiszen a még álló emlékek mellett egyre nő azoknak a jól felismerhető erődítéseknek, halmoknak, vagy éppen falusi templomoknak a száma, amelyek ma már csak növény-, illetve talaj-jelek segítségével azonosíthatók.

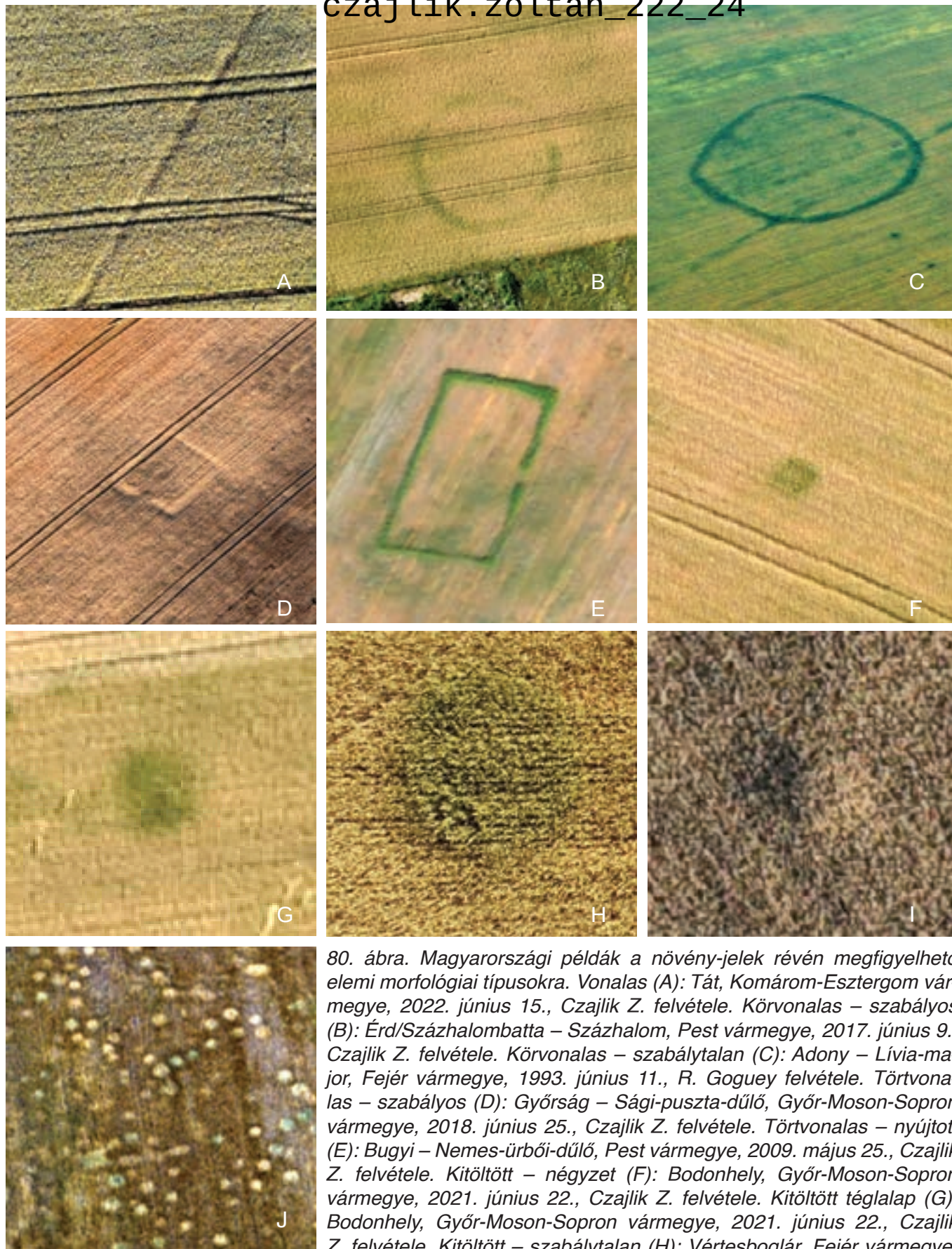


79. ábra. A morfológiai elemek egymáshoz való viszonya C. Stoertz rendszerében: csoportos: 1, 4; kapcsolódó: 5-8; szuperpozíciós: 2-4 (STOERTZ 1997, fig. 7)

A morfológiai rendszer hazai viszonyokra való adaptálása során öt morfológiai főtypust, ezen belül pedig tíz altípust alakítottunk ki (80. ábra).

A morfológiai főtypusok és altípusok azonban önmagukban nem mindig értelmezhetők. A körvonal tartozhat erődítéshez, de keríthet temetkezést, vagy temetőt is, a törtvonal egyaránt lehet karám, illetve árokkeretes temetkezés árka, stb. Ugyanakkor a fő- és altípusokból olyan alakzatok épülhetnek fel, amelyek könnyen megfeleltethetők bizonyos régészeti jelenségeknek (pl. erődítés, épület, sír). Ezek segítségével lelőhely típusokat lehet meghatározni (pl. erődített település, település, temető).

A morfológiai típusokba és altípusokba való besorolás nem old meg minden problémát, nemcsak azért, mert az alapelemekből különféle régészeti jelenségek, illetve lelőhelyek építhetők fel, hanem azért is, mert bizonyos régészeti jelenségek eltérő altípusokra is visszavezethetők. Hangsúlyozzuk, hogy ezek a meghatározások



80. ábra. Magyarországi példák a növény-jelek révén megfigyelhető elemi morfológiai típusokra. Vonalas (A): Tát, Komárom-Esztergom vármegye, 2022. június 15., Czajlik Z. felvétele. Körvonalas – szabályos (B): Érd/Százhalombatta – Százhalom, Pest vármegye, 2017. június 9., Czajlik Z. felvétele. Körvonalas – szabálytalan (C): Adony – Livia-major, Fejér vármegye, 1993. június 11., R. Goguey felvétele. Törtvonalas – szabályos (D): Győrság – Sági-pusztadűlő, Győr-Moson-Sopron vármegye, 2018. június 25., Czajlik Z. felvétele. Törtvonalas – nyújtott (E): Bugyi – Nemes-ürbői-dűlő, Pest vármegye, 2009. május 25., Czajlik Z. felvétele. Kitöltött – négyzet (F): Bodonhely, Győr-Moson-Sopron vármegye, 2021. június 22., Czajlik Z. felvétele. Kitöltött téglalap (G): Bodonhely, Győr-Moson-Sopron vármegye, 2021. június 22., Czajlik Z. felvétele. Kitöltött – szabálytalan (H): Vértesboglár, Fejér vármegye, 2022. június 3., Czajlik M. felvétele. Pont – önálló (I): Győrság – Sági-pusztadűlő, Győr-Moson-Sopron vármegye, 2018. június 25., Czajlik Z. felvétele. Pont – csoport (J): Jászberény – Alsó Muzsaj, Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, 2003. június 11., Czajlik Z. felvétele

sokszor nem jelentenek értelmezést, ugyanakkor legalább a régészeti jelenségek egy részét kizárják az interpretációs lehetőségek köréből.

6.3. Az európai példák alapján meghatározható régészeti jelenségek adaptációs kérdései

A morfológiai típusokból, az alaprajzi információkból és a domborzati eltérésekből felépülő régészeti értelmezés fő kategóriái Európában mindenütt hasonlóak: települések, temetkezések, hosszú vonalas jelenségek, területhasználati nyomok, erődítések, kultuszhelyek. Ezen belül azonban a regionális eltérések olyan jelentősek lehetnek, ami a régészeti jelenségek értelmezésének adaptációját is szükségessé teszi (81. ábra).

Az adaptációban segíthet a régészeti kultúrák szempontjából a Brit-szigetekhez képest sok esetben közelebb álló franciaországi, vagy közép-európai interpretációs lehetőségek ismerete. Átvehető például az őskori erődítések osztályzásának rendszere, hiszen Európában nagyrészt ugyanazokat a sémákat használták.

A vonalas főtípusra visszavezethető utak kutatása komoly hagyományokkal rendelkezik Magyarországon. Tipologizálásuk nem különbözik jelentős mértékben a Nyugat-Európában kidolgozott sémáktól. Vonatkozik ez a Római Birodalom viszonylag jól kutatott útvonalaira éppúgy, mint az ALS révén újabban kimutathatóvá

morfológiai típus	morfológiai altípus	régészeti jelenség	lelőhely típus
vonalas	vonalas	út	
		csatorna	
		parcella-határ	határhasználat
körvonalas	szabályos	erődítés	
		erődítés	erődített település
		körárok (neolit/rézkor)	rondella
		körárok (középkori)	
		körárok (árokkeret sírnál)	temető
		körárok (árokkeret halomnál)	temető
törtvonalas	szabálytalan	körárok (karám)	határhasználat
		erődítés	erődített település
		erődítés (római tábor)	erődített település
		erődítés (római őrtorony)	erődített település
		temetőárok	temető
		karám	határhasználat
	szabályos	alapárkos épület	település
		kőépület (római)	település
		kő/téglaépület (templom)	
		négyzet (árokkeret sírnál)	temető
		parcella-határ	határhasználat
		erődítés (római tábor)	erődített település
kitöltött terület	nyújtott	karám	határhasználat
		négyzet (árokkeret sírnál)	temető
		parcella-határ	határhasználat
		zárt terület (pl. tanya kerítése)	település
	négyzet	sírgödör	temető
		földbe mélyített épület	település
	téglalap	sírgödör	temető
		földbe mélyített épület	település
	szabálytalan	gödör, kút	település
		gödör	település
pont(szerű)	önálló	kút	település
		oszlopos épület	település
	pontcsoport	fakonstrukció	
		sírok	temető

81. ábra. A hazai légi fényképeken megfigyelhető jelenségek morfológiai osztályozása és az erre épülő fontosabb régészeti értelmezési lehetőségek

vált fakiholdó utakra. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy az eltérő terepi adottságok, különösen az alluviális területek speciális körülményei a részletek tekintetében nagyon is eltérő megoldások kialakítását tették szükségessé, amelyek akár egész régiókra jellemzők lehetnek. A levegőből kimutatható különbségek aprólékos elemzése a jövő érdekes és fontos feladata. Ez segítheti a hasonló elemi morfológiai típusok alapján felismerhető korai vízszabályozás, vízkormányzás nyomainak azonosítását is.

A Brit-szigeteken és Franciaországban egyaránt a légi fényképezések egyik komoly hozadéka volt a korábbi tájhasználati nyomok, a táj változásainak azonosítása. Bár vannak felismerhető hasonlóságok a hazai légi felvételeken (pl. a karamok esetében), három évtizedes intenzív légi fényképezés alapján kijelenthető, hogy a nyugat-európaihoz hasonló összetettségű határhasználat nyomai kevesebb helyen maradtak meg, a bizonyos településtípusokra (pl. tanyákra) ott nagyon jellemző zárt területek pedig kevésbé jellemzők a Közép-Duna-medencében. Mindez nem jelenti azt, hogy a légi felvételeken ne jelenne meg számtalan árok, tájhasználati nyom, pusztán arra szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy ezek értelmezéséhez, további osztályozásához még sok-sok adatgyűjtésre, elemzésre lesz szükség. Az óvatosság azért is indokolt, mert a háztartás, a kert kialakítása, a földművelés és az állattartás térhasználat a más talaj- és klimatikus viszonyok miatt jelentősen eltérő lehetett Közép-Európa kontinentális területein, mint Nyugat-Európában.

A települési jelenségek esetében látni fogjuk, hogy vannak nagyon hasonló (római villagazdaságok) és vannak jelentős különbségek (fáépület-típusok). A légi fényképezések alapján is feltűnően sok közösség használt földbe mélyített épületeket a Kárpát-medencében, miközben Franciaországban, vagy Dél-Németországban ezek alig fordulnak elő. Csehországtól az Atlanti-óceánig viszont jóval gyakoribbak az oszlopos szerkezetű épületek.

A nekropoliszok kialakításának feltételei, a hozzájuk kapcsolódó tájhasználati kérdések kevésbé kutatottak Közép-Európában, mint azokban a régiókban, ahol a régészeti célú

légi fényképezés nagyobb hagyományokkal rendelkezik. Ebben közrejátszik, hogy a temetkezések azonosítása a levegőből általában jóval nehezebb a fent felsorolt jelenség-típusoknál, ugyanakkor ahhoz ma már bőségesen van adatunk, hogy a légi fényképeken felismerhető temető-típusokat meghatározzuk.

A kultushelyek korszakonként nagyon különbözők lehetnek. Terepi adatok hiányában az újkőkori/rézkori rondellákon kívül egyelőre ezt a kategóriát nem lehet bemutatni. Feltehető ugyanakkor, hogy a már meglévő légi fényképeken számos, egyelőre fel nem ismert jelenség bújhat meg.

A légi fényképezés mind a struktúrák kiterjedéséről, mind azok egészen finom részleteiről információt adhat, ezért segítségével az erődítések, az út- és tájhasználat, a települések és a temetkezések adott tájra, esetleg korszakokra jellemző típusai, illetve sok esetben a típusokat alkotó jelenségek is jól osztályozhatók. Vizsgálatainkba igyekeztünk bevonni a rokon területek, így elsősorban a műholdas távérzékelés és az (archív) ortofotók elemzése során szerzett tapasztalatokat, esetenként a geofizikai kutatások és az ALS-felmérések eredményeit.

A funkció meghatározásán túl a legnagyobb nehézséget a távérzékeléses módszerek alkalmazásában a kulturális besorolással és a keltezéssel kapcsolatos kérdések eldöntése jelenti. Mindezen problémák megoldásában természetesen segítséget jelent az adott régió régészeti kultúráinak ismerete, az esetleges terepi adatok, illetve a légi fényképek alapján morfológiai párhuzamként használható, de más módszerekkel már jobban megismert lelőhelyek/jelenségek összegyűjtése.

6.4. A morfológiai típusok alapján meghatározható hazai régészeti jelenségek és lelőhely típusok

Amint azt korábban is hangsúlyoztuk, a morfológiai típusok és altípusok meghatározása csak az első lépést jelenti a légi fényképek tartalmi feldolgozásában. Sok fotón csak egy-egy vonal, vagy pont-csoportok, azaz olyan kisebb részletek figyelhetők meg, amelyekből az ismétlődő fényképezések során állíthatók össze

az értelmezett régészeti jelenségek. Nagyobb területek fotótérképén pedig a leírást egyszerűsíti a morfológiai típusok szabatos meghatározása. Az egymáshoz képest szuperpozíciós helyzetben lévő jelenségek (82. ábra) precíz elkülönítésében ugyancsak a morfológiai típusok felismerése nyújthat segítséget. A rájuk épülő régészeti értelmezés, azaz a régészeti jelenségeknek és a lelőhelyeknek a bemutatása a feldolgozó munka célja, ezért az eredményeket ennek megfelelően csoportosítottuk. Nem vállalkoztunk a hazánkban lehetséges összes, légi fényképezés során felismert, vagy felismerhető lelőhely típus feldolgozására. Inkább arra törekedtünk, hogy a saját kutatásaink során a legnagyobb számban megismert lelőhely típusokat és az azokat alkotó régészeti jelenségeket bemutassuk, azonos alapelvek alapján csoportosítsuk. A legfontosabb cél minden esetben a légi fényképes információ tartalmi szempontból helyes értelmezésének és az így felismerhető topográfiai összefüggéseknek a bemutatása volt.

A jól értékelhető légi felvételek elemzéséből származó információt hat nagyobb, egymástól többé-kevésbé elkülöníthető lelőhely típusba sorolva mutatjuk be:

1. települések
2. temetők
3. hosszú vonalas jelenségek
4. határhasználati nyomok
5. erődítések
6. rondellák

A különféle kiadványokban publikált fotóanyag alapján mindegyik lelőhely típus esetében igyekeztünk összegyűjteni az európai tapasztalatokat. Itt jegyezzük meg, hogy már az 1930-as évek végén az általunk használthoz nagyon hasonló csoportosításban mutatták be a légi felvételeken észlelhető régészeti lelőhelyeket (BUTTLER et al. 1938) és ez a tagolás a gyűjteményes munkákban azóta sem sokat változott. A közölt magyarországi, illetve az ELTE BTK RTI Légirégészeti Archívumában őrzött felvételek alapján meghatároztuk a térségünkre jellemző morfológiai típusokat és altípusokat, a hozzájuk tartozó régészeti jelenségeket és a lelőhelyek típusait, illetve az adott jelenségkör esetleges speciális légi régészeti módszertanát. A tárgyalás sorrendjét a hazai, vagy az egyes régiókra

terjedő észlelési lehetőségek szabták meg, ezen a kritériumon belül pedig a gyakoriságot vettük figyelembe. Települések nyomát mindenütt sikerült légi fényképezéssel megfigyelni, ez a messze a legnagyobb arányban ismertté vált lelőhely alaptípus. Jóval ritkábban, nem minden régióban, de a Dunától keletre és nyugatra egyaránt azonosítottunk temetkezéseket. Utak nyomát jóformán kizárólag a Dunántúlon lehet meghatározni, ami minden bizonnyal összefügg az egykori Pannoniában kiépített fejlett úthálózattal. A légi fényképekkel térképezett határhasználati nyomok néhány kivételtől eltekintve a síkságokra, így a Duna – Tisza-közé, a Mezőföldre és a Kisalföldre, e régiókon belül is a döntően az alluviális területekre jellemzők. Az erődítések a távérzékeléssel újonnan azonosított lelőhelyek növekvő száma ellenére a legkisebb mennyiséget képviselik az alaptípusok között, a légi fényképezésnek köszönhető eredmények többsége korábban már ismert védművek vizsgálatához kapcsolódik.

A légi régészeti (és az egyéb távérzékeléses) adatok értelmezését a hasonló jelenségekkel való összevetés, a párhuzamok gyűjtése segíti. Egy-egy lelőhely részletes vizsgálatában szerepe lehet a geofizikai felméréseknek, a felszíni leletgyűjtésnek, a fúrásnak, stb., de talán a legfontosabbak a feltárások. A franciaországi kutatásokban mérföldkövet jelentett, amikor számos, levegőből azonosított vaskori lelőhely (pl. Acy-Romance, Ardennek, LAMBOT 1996, fig. 13-17; Semide, Ardennek, LAMBOT 1996, fig. 50-51; Saint Loup Champagne, Ardennek, LAMBOT 1996, fig. 74) esetében végeztek eredményes kutatásokat. Hasonló kontroll-átadások Bajorországban is voltak, erődítések, újkőkor végi kultushelyek topográfiájának megismerése érdekében (BECKER 1996b).

A régészeti célú légi fényképezések elemzésén alapuló feltárásokról szóló publikációk Magyarországon is gyarapodnak. A római villagazdaságok kutatásával kapcsolatban Vértesszőlőst (Komárom-Esztergom vármegye, CSIKÓ 2014) és Cserdit (Baranya vármegye, SZABÓ et al. 2014) említjük. Légi felvételek alapján azonosított földbemélyített épületeket és gödröket tártak fel a kora vaskorból Árpásnál (Győr-Moson-Sopron vármegye, TEICHNER 2021, 100-119) és Bodonhelynél (Győr-Moson-Sopron vármegye).



82. ábra. Jászkísér – Ladányi-tanya (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye). Körárkos csontvázas sírok, földbe mélyített épületek és gödrök. A települési objektumok vágják a temetkezéseket, azaz későbbiek. 2004. június 20., Czajlik Z. felvétele

gye, TEICHNER 2021, 120-145), a késő vaskorból és a hunkorból Harc – Janyapusztánál (Tolna vármegye, CZAJLIK et al. 2010), a késő vaskorból és az Árpádkorból Ráckeresztúr – Malontai út mellett (Fejér vármegye, CZAJLIK et al. 2015). *Brigetio* (Komárom/Szőny, Komárom-Esztergom vármegye) katonai táborának modern feltárása intenzív légi régészeti és geofizikai térképezést (BARTUS et al. 2016, BORHY et al. 2017) követően indult el (BARTUS et al. 2018). Bizonyos esetekben a fordított kutatási sorrend is számos tanulsággal szolgálhat a növény-jelek értelmezését illetően. Ez történt Árpás/Mórichida – Dombiföld (*Mursella*, Győr-Moson-Sopron vármegye) esetében, ahol az 1975-1989 közötti destruktív kutatásokat (SZŐNYI 2005, 70-74) követte a nondestruktív (légi fényképes/geofizikai) vizsgálat-sorozat 2010-2012 között (SZABÓ 2007; TEICHNER 2021, 33-99). A párhuzamosan folytatott nagy felületű légi és terepi kutatás is rengeteg információt biztosíthat a foto-értékeléshez, példaként Decs-Ete középkori mezőváros (Tolna vármegye)

gye) topográfiai programját idézzük (MIKLÓS - VIZI 2009).

Temetkezések kontroll ásatására került sor Százhalombatta – Százhalomnál (Pest vármegye, T. NÉMETH et al. 2016) és Várongnál (Tolna vármegye, SZABÓ et al. 2018). Ferde tengelyű légi felvételek alapján végzett útfeltárásról Érd határából (Pest vármegye, SZABÓ 2014), újonnan azonosított erődített települések kutatási programjáról Solt – Tétel-hegyről (Bács-Kiskun vármegye, SZENTPÉTERI 2010), Kakucs – Turjánról (Pest vármegye, JAEGER et al. 2018) és Boconád – Alatka-pusztáról (Heves vármegye, FARKAS et al. 2020), újkőkori körárok szondázó ásatásáról pedig Szemely – Egyesről (Baranya vármegye, BERTÓK et al. 2008) rendelkezünk adatokkal.

Kulcskérdés, hogy a feltárási felszínek térképe megegyezik-e a légi felvételek értelmezésével, illetve amennyiben nem, úgy milyen eltérések figyelhetők meg? További terepi adatok bevonásával olyan tanulságok levonására is esély mutatkozhat, ami segítheti a különböző jelen-

ségek légi fénykép alapján történő értelmezését. Ezért az egyes morfológiai típusok, régészeti jelenségek és lelőhely-típusok bemutatásánál ezekre a módszertani lehetőségekre is igyekszünk kitérni.

6.5. Épület-nyomok, településjelenségek régészeti értelmezése

1938-ban angliai régészeti célú légi felvételekből válogatott fotóalbumot publikáltak Németországban. A könyvben a megjelenés helyének és időpontjának történelmi kuriozitásán túl számos különleges fotó, közte egy, a 17. században felhagyott falu alaprajzi pontosságú dokumentumát láthatjuk (83. ábra). A Gainsthorpe (Lincolnshire, Nagy-Britannia) környékén 1925. március 3-án készült fotón a különféle lakó- és gazdasági épületeket, udvarokat és utcákat az enyhe árnyékhata mellett fagy-jelek tették láthatóvá (BUTTLER et al. 1938, 50).

Már az 1930-as évekből ismerünk növény-jelek révén azonosított vaskori települést (Dyke Field, Dorchester, BUTTLER et al. 1938, 46) és római kori villát is (Ditchley at Charlbury, Oxfordshire, BUTTLER et al. 1938, 47, továbbá a korábban említett, már a 16. században ismert *Calleva Atrebatum* (Silchester, Hampshire) római városának *insula*-rendszerét bemutató felvételt is publikálták (BUTTLER et al. 1938, 49). Az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Könyvtárában megtalálható mű további érdekessége, hogy alig vannak benne légi fotó értelmezések, viszont a legtöbb felvételt hosszú leírások, azaz „fotó-olvasatok” kísérik. Angliában egyébként nem ritkák a Gainsthorpe-hoz hasonló felhagyott középkori települések: egy vízfolyás két partján állt Walburn (North Yorkshire, Nagy-Britannia) esetében utcák és bizonyos fokig szabályos terület-felosztás nyoma rajzolódik ki a hóban (HORNE 1999, fig. 3).

Franciaországból már 1954-ből ismerünk publikált római villát Villeperrot zónájából (Deilly, Yonne, Franciaország, BARAY et al. 2004, 19). A villaépületek gyakran képviselik a telepjelenségeket a közölt franciaországi légi fotók között: pl. Blannay, Les Quartiers, Yonne, Fran-



83. ábra. Gainsthorpe, Lincolnshire, Nagy-Britannia. A: Fagyjelek révén láthatóvá vált, a 17. században felhagyott település maradványai. 1925. március 3., BUTTLER et al. 1938, 30. B: Ugyanaz a lelőhely 77 évvel később, 2002. november 4-én (BARBER 2011, fig. 8.18)

ciaország, LAURENT 2004, 122; Frémontiers, Somme, Franciaország, BRÉART 1999, 41; Saint-Just-en-Chaussée, Oise, Franciaország, BRÉART 1999, 43; Comblanchien, Côte-d'Or, Franciaország, DELÉTANG 1999, 76; Arlay, Jura, Franciaország, AUBERT 1999, fig. 8. Dél-Németországban az 1970-es – 1980-as években számos esetben azonosí-

totta őket O. Braasch, így Ehingen-am-Ries-nél (Donau-Ries, CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 207) és Achstetten-nél (Biberach, PLANCK et al. 1994, 175). Ausztriából Pötschingnél (Alsó-Ausztria, DONEUS 2013, Abb. 64) és Winden am See-nél (Burgenland, DONEUS 2013, Abb. 67) ismerjük villaépületek légi felvételeit.

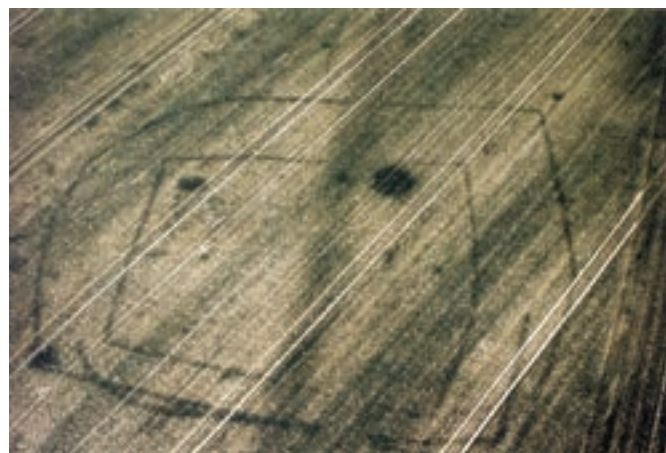
Észlelés szempontjából a római villákhoz hasonló feladatot jelentenek a növény-jelek alapján azonosított középkori kő (vagy téglá) épületek (BALZER 1989, 96-97). Közülük a templomok (pl. Papenheim bei Warburg, Westfalen, Németország: BALZER 1989, 94-95) mellett nemcsak a települések, hanem gyakran a temetők nyoma is megfigyelhető. A Salisbury (Nagy-Britannia) katedrális mellett sírhelyeket és harangtorony BARBER 2011, fig. 5.11, a Thiron-Gardais-ban (Eure-et-Loire, Franciaország) álló apát-sági épületek mellett kolostor-traktusok nyomát (DELÉTANG 1999, 124), Weihestettenben (Bajorország, Németország, CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 230-231) és Vron-ban (Somme, Franciaország, DELÉTANG 1999, 125) teljesen elpusztult kolostorokat azonosítottak a levegőből.

Már 1972-ből ismerünk légi fényképezéssel azonosított újkőkori lakóépületeket Bonnard-nál (Yonne, Franciaország, DELOR 2004, 46-47). A ritkán észlelhető ún. hosszú házak oszlop-konstrukcióinak nyomai különösen jól láthatóvá váltak az 1976-os szárazság idején Cuiry-les-Chaudardes-nál (Aisne, Franciaország, DELÉTANG, 1999, 18). Regensburg-Hartingnál 1981-ben (Bajorország, BECKER 1996, 85), később pedig Csehországban is megfigyelték őket (GOJDA 2020, 221-222). A Cseh-medencében és a kapcsolódó régiókban viszonylag nagy számban sikerült azonosítani feltárási adatokkal összevethető kora vaskori oszlopszerkezetes épületeket (pl. Straškov és Račíněves, GOJDA et al. 2022, fig. 4-5). Ugyanebben a régióban egy másik földfelszíni épület-típus, a gerenda/boronavázás konstrukciók is ismertek a kora vaskorban. Ezek a légi fényképezések során jól észlelhetők (pl. Kolín, Rovné, Kozárovce és Pasohlávky, GOJDA et al. 2022, fig. 4, 6-7).

A negyedik, az európai régészeti légi fényképezésben ugyancsak jól ismert telepjelenség-típus a törtvonalas árokkal bekerített, néhány épület-

es gödörmaradványból felismerhető tanya. Korai légi fényképes azonosítására 1959-ből van adatunk La Chapelle-sur-Oreuse-nél (Yonne, GRIZEAUD 2004, 94), publikált fotót pedig 1978-ból ismerünk róla (La Roche-Marion, Vouille, Deux-Sèvres, DASSIÉ 1978, photo 78). Galliában a késő vaskori és a római kori (helyenként a középkori) tanyasias településeket szabályos, esetleg szabálytalan törtvonalas árok határolták, amelyeket gyakran azonosítottak régészeti légi fényképezéssel (84. ábra). Burgundia északi részén ezeknek a lelőhelyeknek a 23%-át csak levegőből, 43%-át pedig levegőből és terepbejárással egyaránt azonosították (NOUVEL 2005). Jelentőségüket mutatja, hogy H. Delétang egy külön fejezetet szánt rájuk a franciaországi légi régészeti kutatások eredményeit összefoglaló munkájában (DELÉTANG 1999, 55-62). Ez a vaskori települési típus – némileg módosult formában – Közép-Európában is azonosítható légi fényképek segítségével. A Muraközben B. Kerman dokumentálta őket nagy számban (KERMAN 2002, 34-35).

Itt kell megemlíteni az ugyancsak a légi fényképezéseknek köszönhetően gyarapodó számban ismertté vált *Viereckschanze*-konstrukciókat, amelyek egy részének talán hasonló funkciója lehetett. Minthogy ezek Észak-Franciaországban, Svájcban, Dél-Németországban (pl. Nordheim, Heilbronn, PLANCK et al. 1994, 146), Csehországban, Ausztriában, sőt Délnyugat-Szlovákiában is ismertek, azonosításuk nem elképzelhetetlen Magyarországon sem. A bekerített tanyák középkori változatára is érdemes felhív-



84. ábra. Neufmoulin (Somme, Franciaország). Árokkal körülhatárolt tanyasias település gödrök (esetleg földbe mélyített épületek?) nyomával. R. Agache felvétele (BRÉART 1999, 17)

ni a figyelmet, hiszen ilyeneket Csehországban is azonosítottak (Říp-hegy környéke, GOJDA 2020, 134).

A zárt területek funkciójának meghatározását szerencsés esetekben a belsejükben észlelhető, az árkokkal azonos irányítású tároló, vagy lakó-épületek nyomai (pl. Jalognes, Cher, DELÉTANG 1999, 57) teszik lehetővé. Sajnos azonban a belső struktúrák gyakran nem, vagy csak szelektíven érzékelhetők. Különösen tanulságos ebből a szempontból Acy-Romance (Ardennek, Franciaország) esete. Itt a települést határoló árkokon kívül csak a tároló gödrök feltöltött látszódtak, a feltáráskor azonban egy utat és a mellette álló oszlopos szerkezetű épületek maradványait is sikerült azonosítani (LAMBOT 1996, fig. 14-15). Az árokkereten belüli, légi fényképezéssel nem megfigyelhető régészeti jelenségek problémája a hazai zárt területek esetében jóformán mindig felmerül, ami nagyon megnehezíti értelmezésüket.

Kevésbé látványos települési nyomokat publikáltak Svájcban, Unterstammheim – Äppelhusen (LECKEBUSCH – NAGY 1999, fig. 5) és Rheinau – Mannhusen (LECKEBUSCH – NAGY 1999, fig. 7) zónájából. A felvételeken földbe mélyített gödrök és épületek(?) nyoma észlelhető, kő- vagy téглаépületek, árokkaal körbezárt területek nem. Franciaországban nem, Svájctól keletre viszont ez a Közép-Európára jellemző épület-típus a légi-fényképes szakirodalomban is szerepel. A hazai tapasztalatok alapján ugyanakkor az is valószínű, hogy a közölnél jóval nagyobb arányban válnak ismertté a Kárpát-medencétől nyugatra is a fotózások során.

A 2000-es évek elejéig publikált települési jelenségekkel kapcsolatos európai légi fényképes tapasztalatokat összegezve tehát megállapítható, hogy azonosításuk egyik lehetőségét az alaprajzuk, arányaik alapján jól felismerhető, kőből (vagy téglából) készült épületek, földfelszíni építmények maradványai, illetve bizonyos típusú árokkaal körbevett területek jelentik. Egyik esetben sem feltétlenül figyelhető meg minden, a településhez tartozó, feltáráható jelenség a levegőből. Nyugat-Európában kevésbé publikáltak, Közép-Európában azonban feltehetően jóval gyakoribbak a különféle mé-



85. ábra. Pápa – Alsó-réti-dűlő (Veszprém vármegye), kőépület nyoma, 2003. június 22., Czajlik Z. felvétele

retű, feltöltődött gödrök, illetve a földbe mélyített épületek maradványai.

6.5.1. A római villagazdaságok kőépületeinek felismerése

A téглаépítmények kivételével a hazai szabályos törtvonalas negatív növény-jelek kőépületek, a légi fotó lelőhelyek jelentős részei római villagazdaság. A téma légi régészeti vonatkozását Szabó M. a közelmúltban megvédett doktori disszertációjában dolgozta fel (SZABÓ 2017). Munkájából és saját kutatásaink alapján is látszik, hogy ezeknek az épületeknek számos variánsa létezett, a nagyobb alapterületű főépülettel rendelkezők azonban a Dunántúlon ritkák (SZABÓ 2020, 4. ábra). Ebből következik, hogy bár általában hosszabban megfigyelhető és gyakran látható negatív növény-jelek segítik azonosításukat, a hazai lelőhelyek észlelése kisebb méretűk (lásd: SZABÓ 2020, 2. ábra) miatt nagyobb odafigyelést igényel. Saját kutatásainkból több példát is hozhatunk erre, 2003-ban Veszprém vármegyében, Pápa – Alsó-réti-dűlőben (CZAJLIK 2004a, 114, 85. ábra) 2007-ben Komárom – Esztergom vármegyében Vértesszőlősnél (CZAJLIK et al. 2008, 124 és CSIKÓ 2014) és 2010-ben Ete – Kecskés-dűlőnél (CZAJLIK et al. 2012a, 114 és 127) fényképeztünk le viszonylag kisméretű kőépületeket, Pest vármegyében pedig Érd – Hosszú-földek (CZAJLIK et al. 2010, 87) és Tök – Kövesek (DINNYÉS et al. 1986, 337-338) lelőhelyeknél dokumentáltunk hasonló struktúrákat. A 2022-ben Fejér vármegyében fény-

képezett Vértesszőlősnél, Érd – Hosszú-földeknél és Tök - Köveseknél a légi fényképezések során a kő-épületek mellett földbe mélyített épületek, illetve gödrök nyoma is jól észlelhető volt (98. ábra).

O. Braasch néhány Baden-Württembergben készült felvételén megfigyelhető, hogy bizonyos villagazdaságok épületeinek egyes helyiségei ugyanolyan, vagy nagyon hasonló negatív növény-jeleket okoztak, mint a falak, illetve a fal-alapozások (86. ábra; továbbá: Sontheim, Heidenheim, PLANCK et al. 1994, 171). A képek alapján arra lehet következtetni, hogy ezeknek a helyiségeknek a *terrazzoból*, vagy más anyagból készült padlója és padló-alapozása, illetve az egyszerre rároskadt *tegula*-törmelék még megvan és hasonlóképpen akadályozza a növény fejlődését, mint a falak/fal-alapozások (lásd még: BORHY et al. 2017, 2. ábra). Ezeknek a légi fényképeknek az értelmezésénél arra is érdemes figyelni, hogy a falak/falalapozások némileg keskenyebbnek tűnhetnek a valóságosnál. A gabonában kialakult jelentős magasságkülönbség esetén ugyanis közvetlenül a fal mellett, a magasra nőtt növények kihasználhatják az oldalirányban keletkezett több helyet (DONEUS 2013, Abb. 69, lásd: Tokod – Altáró-Erzsébet-akna, 87. ábra, vö. SZABÓ 2016, 225. kép).

Számos esetben (pl. Polgárdi – Cseplesz (Fejér vármegye), lásd: GOGUEY – SZABÓ 1995, 53. kép) a római korinak tűnő építmény nyomáról a fotók feldolgozása során kiderült, hogy újkori. Látványos példája ennek Perkáta – Parragpuszta (Fejér vármegye) nagy kőépülete, ami egy 18. századi major maradványának bizonyult (CZAJLIK et al. 2009, 7. kép). Problémát okozhat az is, ha a modern parcella-rendszer – mint Ete – Kecskés-dűlő (Komárom – Esztergom vármegye), vagy Pápa – Alsó-réti-dűlő (Veszprém vármegye) esetében – egybeesik a római kőépületek tájolásával (85. ábra), hiszen ilyenkor nehezebb a fiatalabb épület-nyomoktól való elkülönítés. Galliában számos római villát azonosítottak talaj-jelek segítségével (BRÉART 1999, 32-40), erre hazai példát egyelőre nem tudunk. Ugyanakkor néha a már ismert kőépületeket vegetációs időszakon kívül is sikerült megfigyelni: pl. Bakonya – Csucsá-dűlőben (Baranya vármegye, BERTÓK-GÁTI 2014, V.1.);



86. ábra. Heitersheim, Breisgau-Hochschwarzwald, Baden-Württemberg, Németország. Római villa-épület falai (és fal-alapozásai?), illetve a helyiségek *terrazzo*(?)-padlói, illetve a vastag tetőomladék(?) maradványok által okozott negatív növény-jelek. O. Braasch felvétele (PLANCK et al. 1994, 177)



87. ábra. Tokod – Altáró-Erzsébet-akna, Komárom-Esztergom vármegye. Római villagazdaság belső udvaros főépülete, 2020. június 24., Czajlik Z. felvétele

illetve Mány – Kőhányás-dűlőben (Fejér vármegye) és Nemesvámos – Balácsa-pusztán (Veszprém vármegye, 67. ábra).

6.5.2. A templomok

A szabályos törtvonalas negatív növény-jelek segítségével azonosítható települési jelenségek másik nagy csoportját Magyarországon a középkori templomok alkotják. A falra, vagy fal-

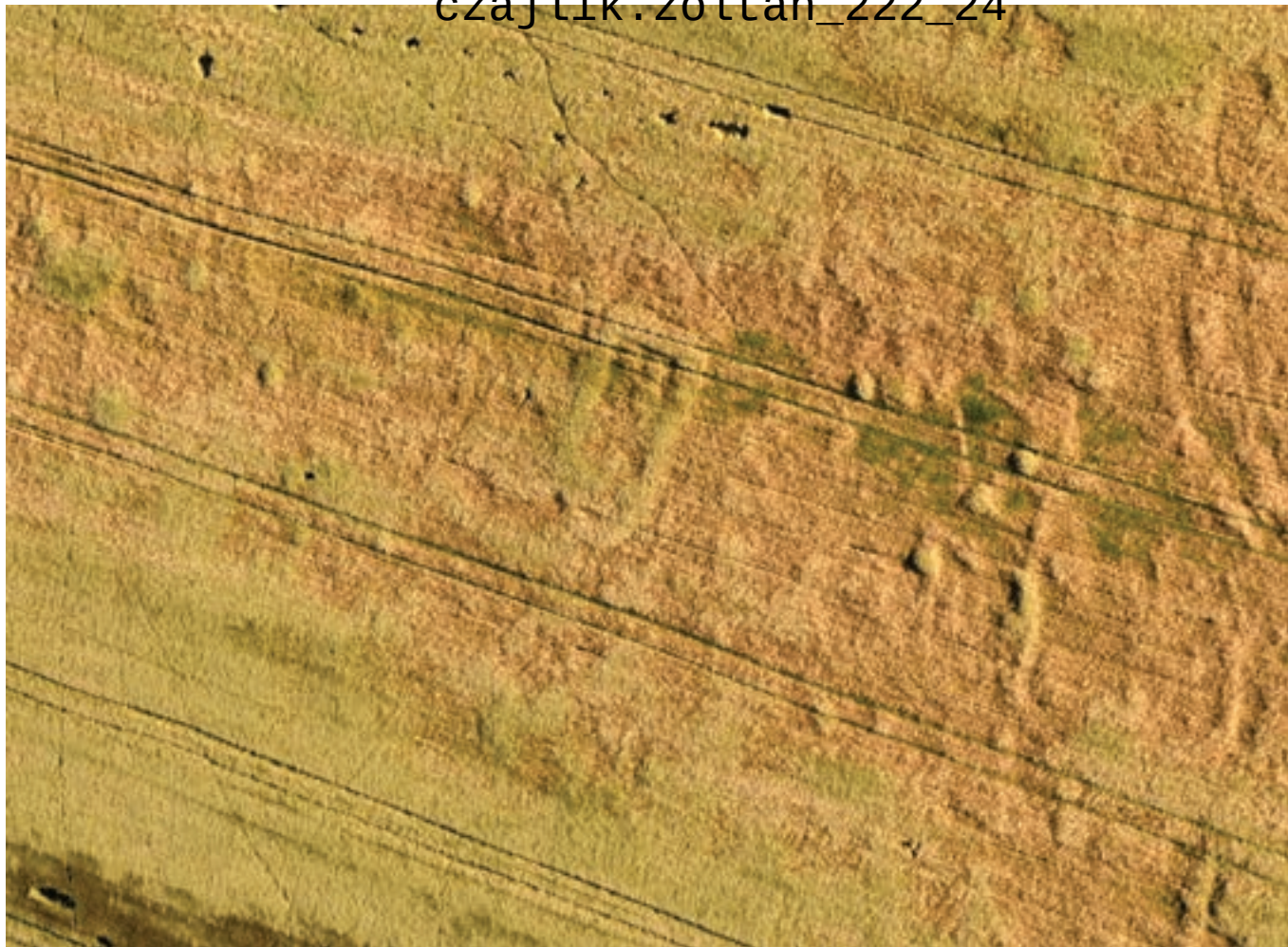


88. ábra. Kajdacs – Hatszázas-dűlő, Tolna vármegye (vö. K. NÉMETH 2011, 82-83). Középkori templom (amelyen a nyugati karzat két pillére is látszik) települési jelenségekkel (földbe mélyített épület és gödrök nyoma), 2009. május 18., Czajlik Z. felvétele

alapozásra utaló törtvonal mellett a fél-, vagy egész körív (templomapszis, kerek templom), a támpillérek, helyiségsorok nyoma, vagy más alaprajzi jellegzetességek utalhatnak erre. Magyarországon a régészeti légi fényképezés jelentősége a nagy számban elpusztult egyházi épület miatt Nyugat-Európához képest jóval nagyobb. Hasonlóan a római kori kőépületekhez, esetükben is indokolt a célzott légi régészeti kutatások szervezése, hiszen a módszer egyre fontosabb azonosítási lehetőséggé válik (lásd: K. NÉMETH 2011, 24., I-X. ábra). Tolna vármegyei tapasztalataink alapján, 10-12 fotózásra kijelölt helyszín közül egy megfelelő időpontban végzett repüléssel egy-kettőről sikerülhet alaprajzi pontosságú felvételt készíteni (88. ábra).

Fontos hangsúlyozni, hogy – eltérően a római villagazdaságoktól – a templomok esetében gyakran rendelkezünk közvetett adatokkal.

Általában a pontos helyszín is ismert, a légi fényképezés legfontosabb eredménye tehát az alaprajz. Véletlenszerű azonosításuk kis méretük miatt általában a római kőépületeknél is nehezebb. Segítséget jelent viszont, hogy mint a kő (és téglá)-épületek általában, az átlagosnál hosszabban megfigyelhetők. Tolna vármegyén kívül három, növény-jelek segítségével dokumentált középkori templom-nyomot ismerünk Somogy vármegyéből: Balatonszárszónál 1994-ben azonosított egyet a kerítőárok nyomával együtt O. Braasch (BÁLEK et al. 1997, 144). Somogyszil-Gadácsnál 1996-ban az AATW (a továbbiakban Aerial Archaeology Training Week) egy templom melletti település nyomait rögzítette (SZABÓ 2016, 140), a Bedegkérnél ugyanekkor készült felvételen viszont jól látszanak a templom körüli sírok (SZABÓ 2016, 152). További kettőt örökített meg Szabó M. 2009-ben Fejér vármegyében Sárszentmihálynál (SZABÓ 2016, 155) és



89. ábra. Környe – Nagy Patár, Komárom-Esztergom vármegye. Félköríves szentélyzáródású templom nyoma, 2019. június 11., Czajlik Z. felvétele

Soponyánál (SZABÓ 2016, 158). Az utóbbi felderítését kerítőfal segíthette, körülötte telepnyomok és egy temető-részlet egyaránt megfigyelhetők. Kerítőárok tehette feltűnővé O. Braasch számára a szabadszállási templomot (SZABÓ 2016, 151), ugyanakkor Vaskútnál (mindkettő Bács-Kiskun vármegye) 2003-ban csak a falak (alapozások?) nyomát (55. ábra) lehetett észlelni (CZAJLIK 2004a, 114). Azt, hogy az épület a középkori Arany falu közepén állt, a későbbi kutatások során sikerült rekonstruálni (BUZÁS et al. 2019, 16). Ezzel szemben a Páty - Hegyidűlő (Pest vármegye) védőárok-
kal övezett kerek templomától az egykorú település kb. 400 m-re DNy-ra lehetett (CZAJLIK 2009, 229. ábra).

Apáthyhoz nagyon hasonló, félköríves szentélyzáródású kerek templomot telep(?) nyomokkal Jánossomorjánál (Győr-Moson-Sopron vármegye) fényképezett le O. Braasch 1999-ben (SZABÓ 2016, 153). A Környe – Nagy Patárnál

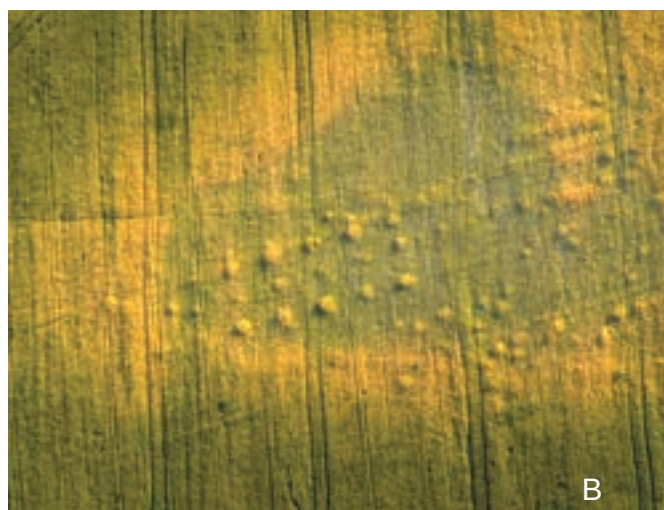
(Komárom-Esztergom vármegye) 2019-ben felderített félköríves szentélyzáródású nyugati karzatos templom falait/alapjait a pozitív növény-jelek alapján már elbontották, ugyanakkor a fotókat tanulmányozva elképzelhető, hogy álltak még további, hasonló orientációjú épületek a környezetében (89. ábra).

A templomok (egyházi épületek) mellett biztosan vannak további, fel nem ismert középkori építmények a hazai régészeti célú légi fényképezésen, amelyek beazonosításához elsősorban jól kutatott középkori települések rendszeres légi fényképezésére lesz szükség. A szabályos törtvonalból és félkörívből álló épületforma sem mindig középkori templom, amint azt a *Brigetio* (Komárom – Szőny, Komárom-Esztergom, megye) katonai táborában drónos légi fényképezéssel azonosított apszisos épület példája mutatja (BARTUS et al. 2016, fig. 3-6).

A szabályos pontcsoportként felismerhető oszlopszerkezetes épületek jelentik a római villa-gazdaságok kőépületei és a középkori egyházi épületek mellett a harmadik olyan épülettípust, amelyet Nyugat-Európából is ismerünk légi felvételeken. Először 1993-ban Undnál (Győr-Moson-Sopron vármegye) sikerült R. Gogueynek oszlopos szerkezetű épületek nyomait lefényképeznie (GOGUEY – SZABÓ 1995, 56. kép). A nyugat-európaiakhoz hasonló újkőkori hosszú házakat 2003. június 22-én, Szárföld – Felső-tagnál (Győr-Moson-Sopron vármegye) tudtunk dokumentálni (CZAJLIK 2004b, 8. kép, 90.A ábra). Hasonló jelenségeket örökített meg Czajlik Z. Rábatamásinál (Győr-Moson-Sopron vármegye) 2009. június 17-én (CZAJLIK et al. 2010a, 89 és 106.) Szabó M. pedig 2009. július 5-én (SZABÓ 2016, 211). A Fertőrákos – Kőhidai-dűlőben (Győr-Moson-Sopron vármegye, CZAJLIK 2022, fig. 6). 2018-ban lefényképezett oszlopszerkezetes épület feltehetően kora vaskori, a szomszédos régióban 2019-ben Szárföld - Szivattyúálmásnál dokumentált hasonló konstrukciót nem tudjuk keltezni. A típust a kisalföldi-soproni régió-
n kívül Tolna vármegyében 2007-ben Gerjen – Árpi-dűlőben, Somogy vármegyében 2009-ben Felsőmocsoládnál (CZAJLIK et al. 2010, 13. kép), Pest vármegyében 2010-ben Zsámbok – Mérges-pataknál, 2015-ben Galgahévíz – Felső-rétrnél és Kakucs – Faldina-tanyánál (90.B ábra), Fejér vármegyében 2019-ben Csákvár – Dobogónál (90.C ábra) sikerült megörökíteni.

Szárföld és Rábatamási kivételével minden említett lelőhelyen csak egy-két épületet tudtunk azonosítani. Az eddig dokumentált konstrukciók részleteikben jóformán minden esetben eltérnek egymástól, általában nem keltezhetők. Kivételt képeznek az újkőkori épületek jellegzetes oszloprendjük, illetve az esetleg felismerhető hosszanti gödrök nyoma miatt. Esetenként a település rendezett beépítése is segítheti a keltezést.

A Fertőrákos – Kőhidai-dűlőben lefényképezett oszlopos szerkezetű épület a felszíni leletanyag alapján lehetne újkőkori, azonban ugyanolyan tájolású, mint a biztosan kora vaskori földbe mélyített épületek (hiszen az utóbbiak a neolitikumban nem épülhettek). Az épületek általában nem túl nagy méretéből és az egykori oszlopok



90. ábra. Oszlopszerkezetes épületek légi felvételeken. A: Szárföld – Felső Tag (Győr-Moson-Sopron vármegye), 2003. június 22., Czajlik Z. felvétele. B: Kakucs – Faldina-tanya (Pest vármegye), 2015. június 12., Czajlik Z. felvétele. C: Csákvár – Dobogó (Fejér vármegye), 2019. június 25., Czajlik Z. felvétele

vastagságából következően az oszlophelyek nehezen, csak jó körülmények esetén észlelhetők, amit más jelenségek közelsége, esetleges szuperpozíciója (pl. Rábatamásnál) nehezíthet. Azonosításuk a felsorolt problémák ellenére – mint a földfelszínre épített épületek általában – rendkívül fontos, az egykori települések/háztartások tér- és munkaszervezésének megértése érdekében (93. ábra).

6.5.4. A borona/gerendavázis épületek

A téglalap-alakú törtvonalas pozitív növény-jelként észlelhető struktúrákat korábban alapárkos épületekként értelmeztük (CZAJLIK 2004b, 114). Ezt támogatta a belső szerkezeti részletek, így az osztófalakra utaló vonalak, esetenként a gerinctartó oszlopok helyét jelző pontszerű anomáliák felismerése is. A gyarapodó morfológiai elemzések alapján ugyanakkor nyilvánvalóvá vált, hogy ezek a növény-jelek egyelőre inkább általánosabb értelemben, borona/gerendavázis épületekként definiálhatók.

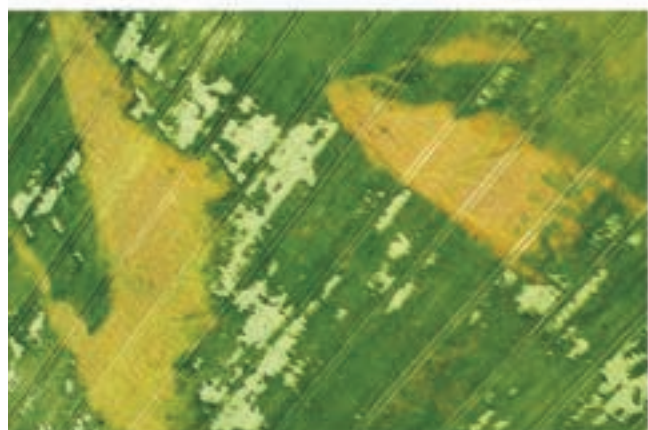
Az első felvételeket annak bizonyítékául, hogy a régióban azonosítható légi fényképezéssel ez az épület-típus, I. Kuzmának köszönhetjük, aki a Csallóközben, Komjatice (Komját, Nyitrai kerület, Szlovákia) határában 1994. májusában dokumentált egy lelőhelyet (BÁLEK et al. 1997, 129). Az első hazai adat O. Braaschtól származik, aki 1998-ban Vaszar (Veszprém vármegye) határában egy belső oszlopsoros, sekély árkok nyomával határolt épületet dokumentált (BRAASCH 2003, 64). 2003. június 22-én sikerült először nagyobb csoportjaikat Szárföldnél (Átaljáró, Macska-dűlő és Felső Tag, Győr-Moson-Sopron vármegye) lefényképezni (CZAJLIK 2004, 114). Részben ugyanezeket a lelőhelyeket később O. Braasch (SZABÓ 2016, 208), illetve Szabó M. (SZABÓ 2016, 210) is megörökítették. Győr-Moson-Sopron vármegyében, a kisalföldi régióban számos további lelőhelyet (Csornánál, Markotabödögénél, Oslinál: CZAJLIK 2004a, 114, CZAJLIK et al. 2008, 10. kép; Veszkenynél, CZAJLIK et al. 2011, fig. 19.4; Rábacsécsénynél, Győrszemerénél: CZAJLIK et al. 2009, 115 és Rábatamásnál: CZAJLIK et al. 2010a, 89 és 106, vö. SZABÓ 2016, 211; továbbá 2018-ban Kónynál, Győrnél és Abdánál, 2019-ben Veszkenynél, 2020-ban pedig Farádnál) sikerült azonosítani (91. ábra), de

vanhatnak hasonló, légi fényképezéssel megismert épületek Vas vármegyében Ikervárnál (CZAJLIK et al. 2008, 8. kép), Veszprém vármegyében Tüskevárnál (O. Braasch felvétele, SZABÓ 2016, 214), Somlóvásárhelynél (CZAJLIK 2004b, 114), Nagygyirmótnál és Jutaspusztánál). A Kelet-Dunántúlon Környe – Csákvári-dűlőben (Komárom-Esztergom vármegye, CZAJLIK 2010a, 89 és 106), Ercsi – Malontai-dűlőben (Fejér vármegye, CZAJLIK 2005, 125), Kajdacs – Vaskapudombon (Tolna vármegye), majd 2010-ben Cecén, 2022-ben Vértesbogláron (mindkettő Fejér vármegye), a Dunától keletre 2007-ben Dabas-Babádon (CZAJLIK et al. 2008, 11. kép), 2012-ben Apajon, 2013-ban Hernádon, 2018-ban Dabas – Fehérhádi-dűlőben, 2022-ben Dabas – Kis-földeknél (mind Pest vármegye) fényképeztük le az épület-típus nyomát. Hasonló jelenségeket Szlovákiából csak I. Kuzma korábbi légi fotóiról ismerünk, Ausztriából két lelőhelyről (Leobersdorf, Alsó-Ausztria, DONEUS 2013, Abb. 62 és Reisenberg, Alsó-Ausztria, DONEUS 2013, Abb. 149) publikált felvételeket M. Doneus. A légi fényképezések során azonosított épületek jelentős része az Északnyugat-Dunántúlon található, Szárföldtől északra olyan sűrűn sikerült őket megfigyelni, hogy településláncolatukról fotótérkép készülhetett (CZAJLIK et al. 2011, fig. 19.5). A 2010-es évektől kezdve a Kelet-Dunántúlon, illetve a Duna-Tisza-köze északi részén is egyre több lelőhelyüket sikerült azonosítani.

Az épület-típust általában a Lengyel kultúrához, illetve a rézkorhoz szokták kötni, ugyanakkor római vicusokban is feltártak hasonló konstrukciót Pátynál (Pest vármegye, BÍRÓ 2017, Abb. 96), illetve Levélnél és Mosonszentmiklósnál (Győr-Moson-Sopron vármegye, BÍRÓ 2017, Abb. 101.1-2). Valószínűleg egy ilyen épület nyoma látszik Mursella (Árpás/Mórichida – Dombföld, Győr-Moson-Sopron vármegye) 2022-ben készült légi felvételén (115. ábra) és felmerült ez az interpretációs lehetőség a baracsi (*Annamatia vicusa*, Fejér vármegye) értelmezésével kapcsolatosan is (SZABÓ 2016, 239-240. képek aláírása). A konstrukciót avar település-feltárásból is ismerjük, Rákóczi-falva – Bagi-földekről (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) közölte Kondé Zs. (KONDÉ 2015, 6. kép). Amint a fenti felsorolás mutatja, egyre nagyobb területen és egyre több korszakban lenne ér-



A



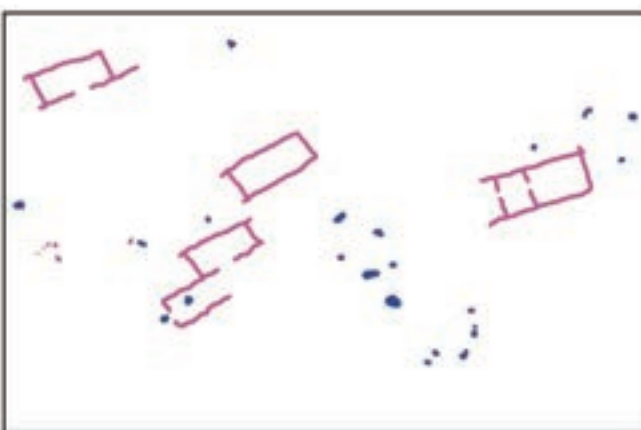
B



C



D



91. ábra. Borona/gerendavázas épületek a kisalföldi régióban, Győr-Moson-Sopron vármegyében: Csorna – Tízrendes 1 (A), 2 (B), 3 (C), illetve Osló – Tordosa-sziget; (D) 2003. június 22. és 2007. június 10., Czajlik Z. felvételei, Rupnik L. értelmezései



demés a borona/gerendavázis épülettípust a földfelszínre épített konstrukciók elemzésében figyelembe venni (93. ábra).

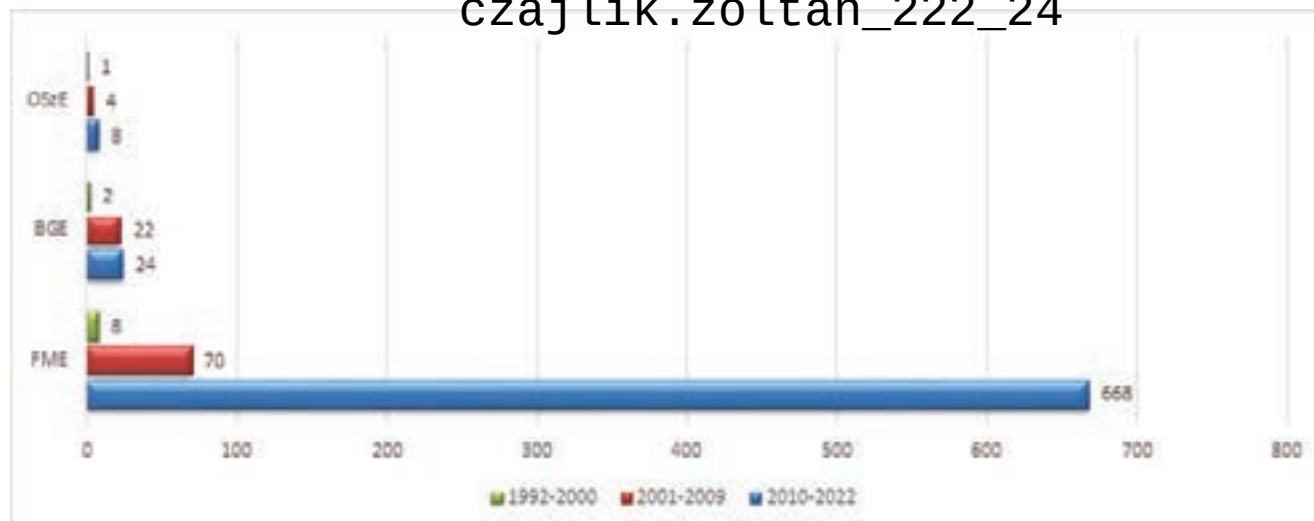
6.5.4. Földbe mélyített épületek

A hazai régészeti célú légi fényképezésben mára a leggyakrabban észlelt épület-típus a szabályos kitöltött jelenségek közé tartozó földbe mélyített épület. Amíg a Kárpát-medencében a legtöbb esetben ezek alapján ismerhetők fel a rurális települések, addig nyugatabbra a korábban már idézett svájci példák (LECKEBUSCH – NAGY 1999, fig. 5 és 7) kívül csak Csehországból, Szlovákiából és Ausztriából ismerünk légi fényképes párhuzamokat. A Řip-hegy zónájában több látványos lelőhelyet azonosított M. Gojda (GOJDA 2020, 131), közöttük az egyik legszebbet Ledčicénél (Mělník körzet, KUNA et al. 2004, fig. 14.a). Délnyugat-Szlovákiában I. Kuzma dokumentálta veremházak nyomát (BÁLEK et al. 1997, 130), Ausztriából pedig M. Doneus közölt több lelőhelyet (Rothenseehof, Alsó-Ausztria, DONEUS 2013, 171; Osip, Burgenland, DONEUS 2013, 173; Hanfthal, Alsó-Ausztria, DONEUS 2013, 176; Zwingendorf, Alsó-Auszt-



92. ábra. Szakcs – Somkúti-dűlő (Tolna vármegye). Patakok összefolyásánál lévő, a felszíni leletek alapján középkori település földbe mélyített épületek, gödörök és a falut(?) részben határoló(?) árkok nyomával (CZAJLIK – BÖDŐCS 2006, 5. kép; CZAJLIK et al. 2008, 127-129 és 12. ábra). A település a kisebb vízfolyásra néző domboldalon alakult ki. 2005. június 19., Czajlik Z. felvétele (A) és értelmezése (B)

ria, DONEUS et al. 2002, 359, DONEUS 2013, 272). Ezek régészeti korát nem ismerjük, néhány I. Kuzma által fényképezett Pozsony környéki lelőhely (Trnávka/Csallóköztárnok – Pri Majori, Bratislava/Pozsony - Panské, cf. HANZELYOVÁ et al. 1993, 1995) kora vaskori.



93. ábra. Az egyes épület-típusok légi régészeti kutatásának eredményessége Magyarországon a közölt, illetve az ELTE BTK RTI Légiirégészeti Archívumának feldolgozott adatai alapján. Földbe mélyített épületek (FME), borona/gerendavázis épületek (BGE), oszlopszerkezetes épületek (OE)

Nyomuk a felderítés során használt távolságból téglalapnak tűnik, magasabbról azonban (pl. MePAR-felvételeket vizsgálva) nehezen különböztethetők meg a nagyobb gödröktől. Azt feltételezhetnénk, hogy alacsonyabbról fényképezve egyértelműbb növény-jeleket észlelhetünk, ez azonban néhány 2022-ben végzett, kísérleti repülőgépes és drónos fényképezés alapján nem erősíthető meg. A Vértesszőlőnél (Fejér vármegye) június 2-án terep felett 200 m-es magasságból készített légi fényképeken téglalap-alakú konstrukciók a másnap, terep felett 30 m-es magasságból készített drón-felvételeken kissé szabálytalan oldalú nagy gödröknek tűnnek (69. ábra). A nagyobb gödrökhöz való hasonlóságuk értelmezési problémákat is okozhat, különösen a tavasszal, vagy a közvetlenül aratás előtt készült felvételek esetében.

Amíg a kő- és az alapárkos/gerendavázis épületek általában részleteikből is azonosíthatók, addig a földbe mélyített épületek elkülönítése más régészeti jelenségektől nehézségeket okozhat. A római villagazdaságok kis kőépületeinél és a középkori falusi templomoknál kisebb, a méretebb temetkezéseknél nagyobb jelenségek, amelyekhez hasonló méretű gödrök, lépcsős lejárójú kutak is léteztek. Azonosításuk jóval könnyebb, ha több észlelhető belőlük ugyanazon a területen, és ezek a növény-jelek legalább bizonyos mértékű térbeli rendezettséget mutatnak.

Az őskoriak általában csak csoportokban vannak, a római kortól kezdve segíthet az azonos

irányításuk, a közöttük lévő egyenletes távolság, a középkorban pedig egyes esetekben házsorok, utcák nyoma is felfedezhető. Más növényjelek, a topográfiai helyzet is utalhat rájuk, így például az, ha inaktív, ugyancsak a gabona által kirajzolt patakmeder mellett sorakoznak (27. ábra). Ennél a morfológiai típusnál tehát kiemelkedő jelentősége van a topográfiai helyzet és az egyéb jelenségek elemzésének, természetesen összevetve a terepi adatokkal (92. ábra).

Magyarországon az első földbe mélyített épületnyomokat valószínűleg R. Goguey fényképezte le 1993-ban Teleki – Szőlők-alja (Somogy vármegye) lelőhelyen. Egészen 2000-ig azonban alig gyarapodott számuk, ebből a nyolc évből az O. Braasch által 1999-ben azonosított nagyki-terjedésű mezőkeresztési településsel (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, SZABÓ 2016, 212-213) együtt mindössze nyolc lelőhelyet ismerünk ezzel az épület-típussal, ami éves átlagban 1 db azonosított lelőhelyet eredményezett.

2001 – 2009 között már 70 esetben dokumentáltuk ezt a konstrukciót, ami az éves átlag majdnem nyolcszoros emelkedését jelenti. Érdekes módon ugyanebből az időszakból a korábbinál jóval több publikált lelőhelyet ismerünk a Pécsi Légiirégészeti Téka (a továbbiakban PLT) gyűjteményéből is: Némethkér (Tolna vármegye), O. Braasch felvétele, 2002. 06.04. (SZABÓ 2016, 215); Környe (Komárom-Esztergom vármegye), Szabó M. felvétele, 2007. 06.20. (SZABÓ 2016, 214); Szabadegyháza (Fejér vármegye), Szabó M. felvétele, 2008. 05.10. (SZABÓ 2016, 220);



94. ábra. Ráckeresztúr – Malontai út mellett (Fejér vármegye). Kelta (Kr. e. 3. sz.) és Árpád-kori földbe mélyített épületek az őszi vetésű búzában. 2003. június 5., Czajlik Z. felvétele

Gátér, O. Braasch felvétele, 2009. 07. 02. (SZABÓ 2016, 221); Dusnok, O. Braasch felvétele, 2009. 06. 15. (SZABÓ 2016, 242); Hajós (mindhárom Bács-Kiskun vármegye), O. Braasch felvétele, 2009. 05. 25. (SZABÓ 2016, 206-207); Baracs (Fejér vármegye), *Annamatia vicusa*, Szabó M. felvétele: 2011. 05. 26. (SZABÓ 2016, 200). További adatok a PLT részéről nem állnak rendelkezésünkre, ugyanakkor az ELTE esetében 2010-től újabb növekedés tapasztalható. 2010 – 2022 között 668 olyan lelőhelyet dokumentáltunk, ahol legalább 1 földbe mélyített épület volt meghatározható. Ez éves szinten több mint 51 azonosított lelőhelyet jelent, azaz ötvenszeresét a 90-es évek átlagának (93. ábra).

Nem kisebbítve a külföldi kutatók érdemeit, az eredményesség javulása jól jelzi a közép-európai észlelési lehetőségekhez és a régészeti jelenségekhez való adaptálódás fontosságát a légi régészetben. Különösen egy viszonylag kisméretű (átlagosan 3-5x5-7 m-es) régészeti struktúra ese-

tében, aminek az azonosításához (a középkori templomokhoz hasonlóan) csökkenteni kellett a Nyugat-Európában szokásos, terep feletti kb. 250 m-es repülési magasságot cca. 150 m-re.

Eltérően a korábban meghatározott típusok többségétől és hasonlóan a középkori templomokhoz, földbe mélyített épületeket Magyarország teljes területén lehet levegőből azonosítani. A Kárpát-medencére jellemző épület-típus először a vas korban jelent meg és egészen a középkor végéig megtalálható a falusias településeken. Sok korszakra következtethetünk tehát a légi fényképek alapján, ezek köre az adott régió régészetének ismeretében általában némileg szűkíthető. Az egyes korszakok tekintetében lehetnek kisebb, esetleg légi fényképeken is észlelhető alaprajzi eltérések, ennek vizsgálatához azonban légi felvételeken alapuló kontroll-ásatásokra van szükség.

2008-ban Czajlik Zoltán vezetésével volt szondázó ásatás a Ráckeresztúr – Malontai út mellett



95. ábra. Árpás – Megág-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye). Kora vaskori telepjelenségek: földbe mélyített épületek (fekete), nagy gödrök (piros) és kis gödrök (kék). 2003. június 22., Czajlik Z. felvétele (A) és értelmezése (B)

(Fejér vármegye) 2003-ban azonosított kelta falusias településen (94. ábra). Egy Kr. e. 3. századi kelta épület mellett egy azonos irányítású, de a felszíni leletgyűjtés eredményei alapján nem várt Árpád-kori épületeket tártunk fel (CZAJLIK et al. 2010, 82). Az ugyanott kiásott kelta földbe mélyített épület kb. 5,6x4,0 m-es, viszont az Árpád-kori verzió lényegesen kisebb, csak 3,5x2,5

m-es volt. Ha a méretkülönbséget korhatározásra alkalmas jellemzőnek fogadjuk el, úgy ezen a lelőhelyen korszakanként kb. hat-hét épülettel számolhatunk.

Az ugyancsak 2003-ban azonosított Árpás – Megág-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye, CZAJLIK 2004b, 114, 95. ábra), illetve az először 2010-ben légi fényképezett Bodonhely – Ér-tóirét (Győr-Moson-Sopron vármegye) lelőhelyeken jóval nagyobb számú földbe mélyített épület figyelhető meg. Egy 2010-2012 közötti magyar-német kutatási program keretében elvégzett szondázó feltárás alapján a kb. 60 árpási épület (TEICHNER 2021, 100-119) többsége kora vaskori (HaC2/D1) lehet (NAGY – DRÁGAN 2021, 211-224), ugyanúgy, mint a Bodonhelynél kiásottak egy része (TEICHNER 2021, 120-145; NAGY – DRÁGAN 2021, 211-224). Hasonlóan nagyki-terjedésű, a felszíni leletek alapján kora vaskori települést ismerünk Szárföld – Felső-tagnál (Győr-Moson-Sopron megye, CZAJLIK 2022b, fig. 7). A lelőhelyről készült 2003-as, 2009-es, 2010-es és 2020-as légi felvételeket tanulmányozva feltűnő, hogy az épületek az átlagos kelta verzióknál szélesebbek, sőt van közöttük négyzetes alaprajzú is (vö. 80.F ábra). Kisebb



96. ábra. Mezőkövesd – Mocsolyás (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye). Különböző méretű és alakú, nagy számban, sűrűn elhelyezkedő gödrök és néhány földbe mélyített épület nyoma az érett búzatáblában. 2010. július 9., Czajlik Z. felvétele

számban, de hasonló, kevésbé hosszúkás épületeket Bodonhely – Ér-tói-rét 2021-es felvételein is megfigyelhetünk (73. ábra). Az ásási alaprajzok alapján (TEICHNER 2021, Abb. 139 és Abb. 142) azonban megállapítható, hogy a feltárt épületek közül a szélesebbek a késő vaskorra keltezhetők, azaz pusztán a légi fényképek értelmezésével a vaskoron belül nem tudunk datálni. Az egyes lelőhelyek részletesebb topográfiai és feltárási adatai alapján azonban a keltezés szűkíthető, erre a kora vaskori települések észak-dunántúli kutatása szolgáltatott jó példákat (CZAJLIK 2022b).

6.5.6. A településekre utaló gödrök (kutak) észlelési és értelmezési lehetőségei

A légi régészeti felderítés során gyakori, hogy csak pontszerű és szabálytalan kitöltött területeket tudunk megfigyelni. Amíg az előbbiek szabályos gödrök és kutak nyomára, addig az utóbbiak ugyancsak települési jelenségekre, így tároló/hulladékgödrökre utalhatnak. Az eddig tárgyalt települési jelenségek, azaz az épületek mind-

egyikére igaz, hogy nemcsak a kalászosokban, hanem más gabonafélékben, így a kukoricában is azonosíthatók növény-jelek segítségével. A földbe mélyített épületeknél kisebb hulladékgödrök, a tároló gödrök, a különféle kutak, a fazekas-kemencék és különösen az oszlophelyek esetében kizárólag a kalászosok, hazai viszonylatban az őszi árpa és az őszi búza, esetleg a búzarozs alkalmas arra, hogy jelezze a régészeti információt. A lefényképezett oszlopos szerkezetű épületek méretei alapján feltehető, hogy az észlelés alsó határa 40 cm körül lehet, azaz az ennél kisebb (pontszerű) régészeti jelenségek nem észlelhetők a légi felvételeken.

Az épületek segítségével meghatározott települések esetében a leggyakoribb kísérő jelenséget a gödörnek látszó, kitöltött struktúrák képviselik. Esetükben a légi felvételek alapján a méreteik, illetve a szabályos/szabálytalan voltak tanulmányozható. Az alaprajzi szempontból nagyon hasonló jelenségek (pl. a szabályos kutak, illetve tároló gödrök) nem választhatók el tőlük a fotók alapján. A különböző méretű és alakú,



97. ábra. Győrság – Sági-pusztá-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye). Földbe mélyített épület egy vele azonos orientációjú árokkal határolt területen. Tanyasias település maradványai? 2018. június 25., Czajlik Z. felvétele

nagy számban, sűrűn észlelhető gödrök (kutak) is településeket jelezhetnek. Mezőkövesd – Mocsolyásnál (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) nagy területen, valószínűleg számos korszak (a lelőhelyet átmetsző M3-as autópálya-feltárások alapján Szatmár csoport, Baden kultúra, szkíta kor, szarmata kor és hunkor) egymásba érő települési jelenségei figyelhetők meg (96. ábra, vö. CZAJLIK 2015, Abb. 7).

Hasonlóképpen ásatási adatok alapján tudjuk (EARLE et al. 2014, 4), hogy a Tárnok – Szőlő-hegyen (Pest vármegye) lefénnyképezett kisebb-nagyobb, kb. 300x200 m-es területen elszórtan elhelyezkedő gödrök a Vátia kultúra települését jelzik (CZAJLIK 2017, fig. 6). Egyéb támpont hiányában, ha a lelőhely felvételein csak gödrök figyelhetők meg, temetkezések nyomára is gondolhatunk. Segítséget jelent ugyanakkor, hogy a csontvázas temetkezések téglalap-alakú sírgödre jól elkülöníthető az egyéb jelenségektől, az égetéses sírok gödrei pedig szabályos alakúak, azonos

méretűek, általában csoportokat alkotnak, azokon belül pedig rendezetten helyezkednek el egymás mellett és nincsenek közöttük más objektumok, szemben a települési gödrökkel. A nagyon szabályos gödörösorok lehetnek hídpillérek nyomai, de gyakran inkább egykori fasorokra utalnak, a rácsban lévő pontszerű jelek esetében pedig többnyire letermelt erdőrészek nyomáról van szó.

A légi felvételek alapján gödörként értelmezhető, kitöltött struktúrák legalább alapvető funkciójának (településhez/temetkezéshez tartozik) felismerése azért fontos, mert nagyon sok régészeti célú légi felvételen csak gödrök/gödörcsoportok ismerhetők fel. Ennek nem feltétlenül az az oka, hogy az adott lelőhelyen már csak ezek a jelenségek őrződtek meg, gyakran csak egy nagyobb lelőhely részletét látjuk. Ez összefügghet a mozaikos felszínborítással, a mezőgazdasági parcellák méretével és határaival, vagy a talajvastagság jelentős változásaival.



98. ábra. Bony – Sashegy-alja (Győr-Moson-Sopron vármegye). Ortogonális árokrendszer és földbe mélyített épületek nyomai. 1998. június 8., R. Goguey felvétele

6.5.7. A településekhez tartozó vonalas jelenségek észlelési és értelmezési lehetőségei

A településekkel összefüggésbe hozható vonalas jelenségek a következő csoportokba sorolhatók: zárt területeket alkotó kerítőárkok/falak, illetve általában a településeket határoló struktúrák, belső kerítések, káramok árcai, továbbá a területfelosztáshoz és az udvarok, telkek kialakításához, valamint a vízlevezetéshez tartozó árkok és a közlekedéshez tartozó utcák esetleges nyoma. Azonosításukat segíti, hogy az egyik irányban jóval nagyobbak a fent jelzett 40 cm-es kritikus méretnél, így az ennél keskenyebb árkok/köSOROK is észlelhetők. Elmosódott talaj-jelleg is utalhatnak rájuk, de döntően a kalászos gabonafélékben láthatók meg, megfelelő körülmények esetén.

A franciaországi vaskori és római kori tanyasias települések esetében jól ismert határoló árkok és általában a sekély árok-jelenségek településekhez való kapcsolása egyelőre ritka a hazai légi felvételek esetében. A problémát az okozza, hogy az egyébként számos esetben azonosított

zárt területek jelentős részénél az árkokon belül nem ismerhetők fel régészeti jelenségek, vagy ha igen, azok hozzákapcsolása a zárt struktúrához kérdéses. A kevés egyértelmű példa között említhető a Győrság – Sági-pusztadűlőben (Győr-Moson-Sopron vármegye) készített felvétel, amelyen az árokkereten belül egy vele azonos irányítású földbe mélyített épületet figyelhetünk meg (97. ábra).

Légi fényképezés alapján azonosított, feltárt és publikált tanyasias települést Magyarországról egyelőre nem ismerünk. Ugyanakkor a nagyobb kiásott falusias települések esetében nem ritkák az árkokkal bekerített területek. A kelta korból Sajópetri – Hosszú-dűlőt (Borsod-Abaúj-Zemplén várhegye, SZABÓ 2007, carte 1), a kelta/római időszakból Ménfőcsanakot (Győr-Moson-Sopron vármegye, TANKÓ 2020, 9., 11. kép, 133), az Árpád-korból pedig az előzetesen magnetométeres geofizikai módszerrel kutatót, majd feltárt Hajdúdorog – Csárdadombot említjük (Hajdú-Bihar vármegye, RACZKY et al. 2002, fig. 11).

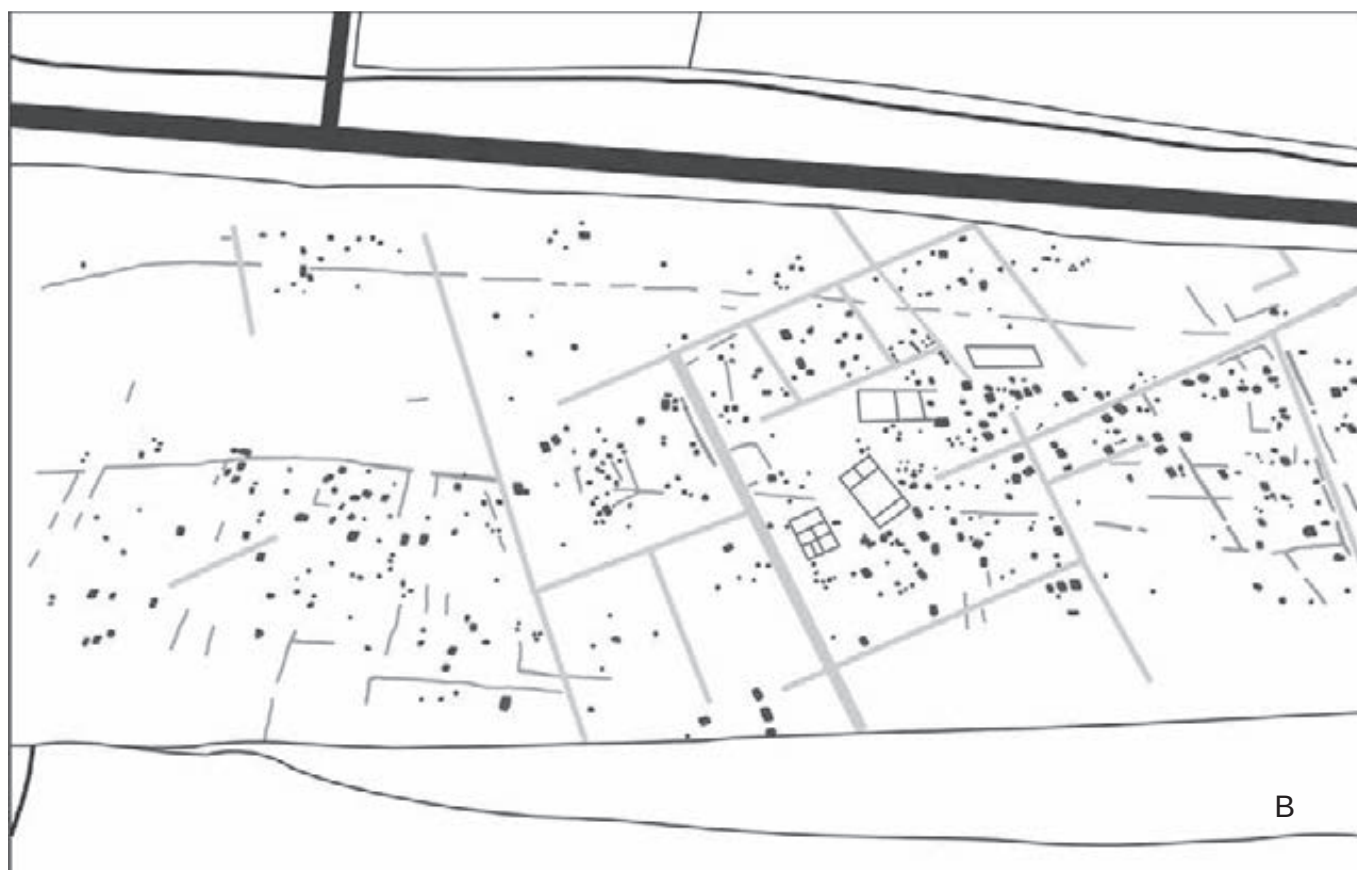


99. ábra. Böny – Pap-tag (Győr-Moson-Sopron vármegye). A középkori Örkény faluval azonosítható település árokrendszere és földbe mélyített épületei. 2019. június 24., Czajlik Z. felvétele

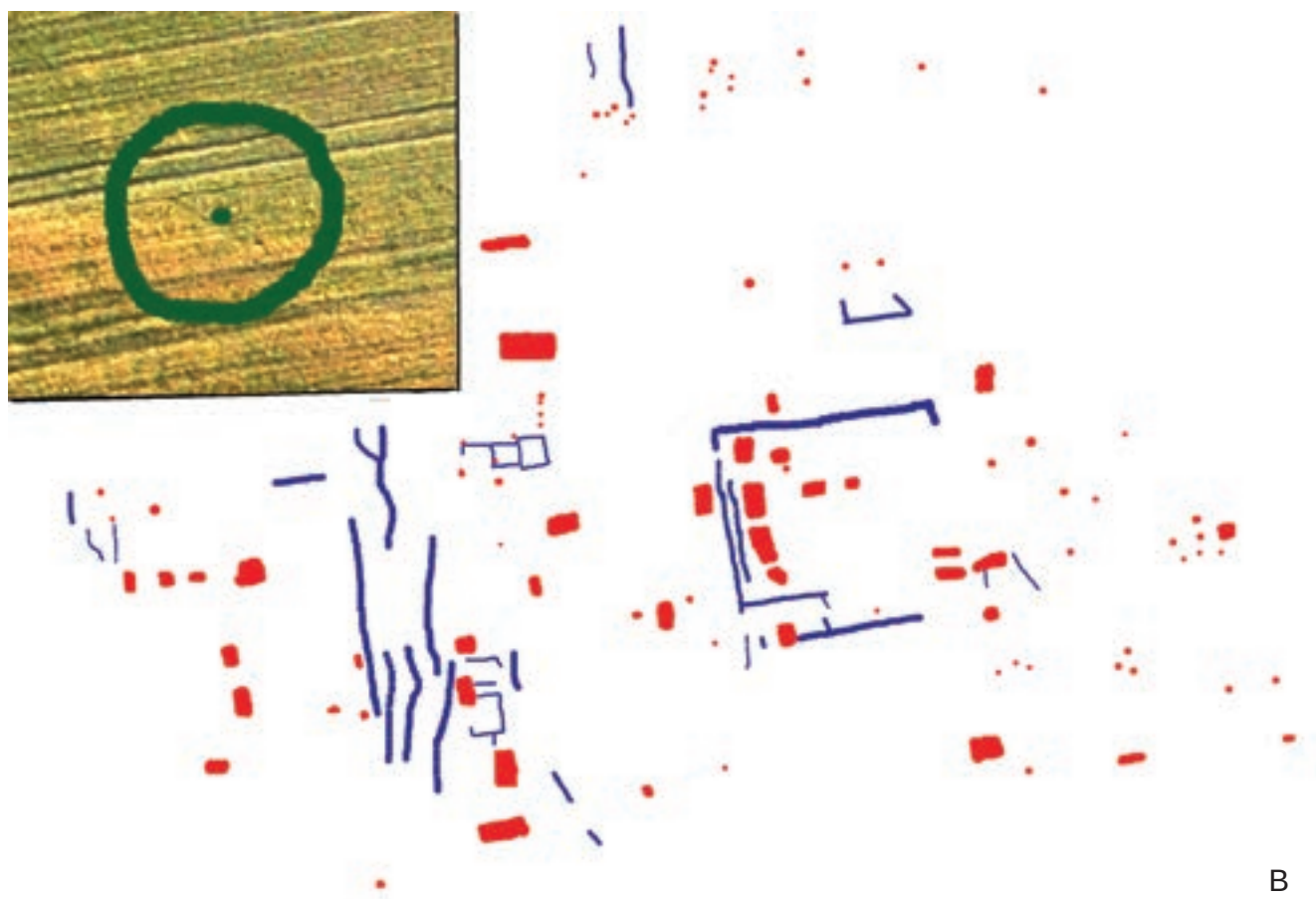
Az utóbbi két lelőhely, különösen Hajdúdorog – Csárdadomb esetében egy olyan árokrendszerről van szó, amelynek segítségével a település területét felosztották, meghatározva annak arculatát. Szemléletes példája ennek a megoldásnak Böny – Sashegy-alja lelőhely (Győr-Moson-Sopron vármegye), amelyet először 1998-ban fényképeztet le R. Goguey (98. ábra). A 2000-es években rendszeresen (2007-ben, 2008-ban, 2009-ben, 2015-ben és 2019-ben) fényképeztük a Cuhai-Bakony-ér mellett fekvő zónát, amelyen ma már egy 5-6, egymással nagyrészt összekapcsolható területből álló, legalább 400 ha teljes kiterjedésű légi fotó lelőhely-együttest ismerünk. Az egyes részek közös sajátossága, hogy többé-kevésbé mindenütt követhetők a települések belső területének felosztásához tartozó árok-rendszerek. Egyik legérdekesebb részét, az először azonosított Böny – Sashegy-alját 2009-ben fényképezte Szabó M., s erről a kb. 10 ha-os részletről készített értelmezése (SZABÓ 2016, 198-199), egy megközelítőleg 330/150 fokos tájolású, illetve egy rá nagyrészt merőleges árokszakaszokból álló rendszert mutat. A zónában a PLT munkatársai felszíni leletgyűjtést végeztek, ami alapján

a jelenségek feltehetően a római korba sorolhatók. A mikrorégió ELTE által folytatott intenzív légi régészeti kutatásának egyik fontos eredménye a 2009-ben Böny – Pap-tagnál felderített település, amelyet a 2019-es felvételek alapján Örkénypusztá – Báró-tanyával (mindkettő Győr-Moson-Sopron vármegye), azaz Örkény középkori faluval sikerült Rupnik Lászlónak megfeleltetnie. A középkori – a Sashegy-aljához képest kevésbé pontosan kialakított – parcella-rendszer tájolása kb. 30 fokban tér el (300/120 – 30/210) a tőle északra lévő római kori településétől. Azt is megfigyelhetjük, hogy a római rendszer téglalap-alakú, a középkori pedig inkább a négyzet-hez közelítő egységekből áll (99. ábra).

A Cuhai-Bakony-ér északi zónájában a sekély árkokkal, földbe mélyített épületekkel és kevés gödörrel jellemezhető településrendszer jelenség-típusainak összetartozása a légi fényképek alapján nagyon valószínű, - emellett érvelt Szabó M. is (SZABÓ 2016, 237-238. képek aláírása), ez azonban feltárások hiányában egyelőre nem igazolható teljes mértékben. A mikrorégió régészeti képe alapján ugyanakkor valószínű,



100. ábra. Baracs – Templomos (Fejér vármegye). Annamatia római segédcsapattábor vicusa két különböző ortogonális rendszer, továbbá kőépületek földbe mélyített építmények nyomaival. 2009. május 22., Czajlik Z. felvétele (A) és Rupnik L. értelmezése (B)

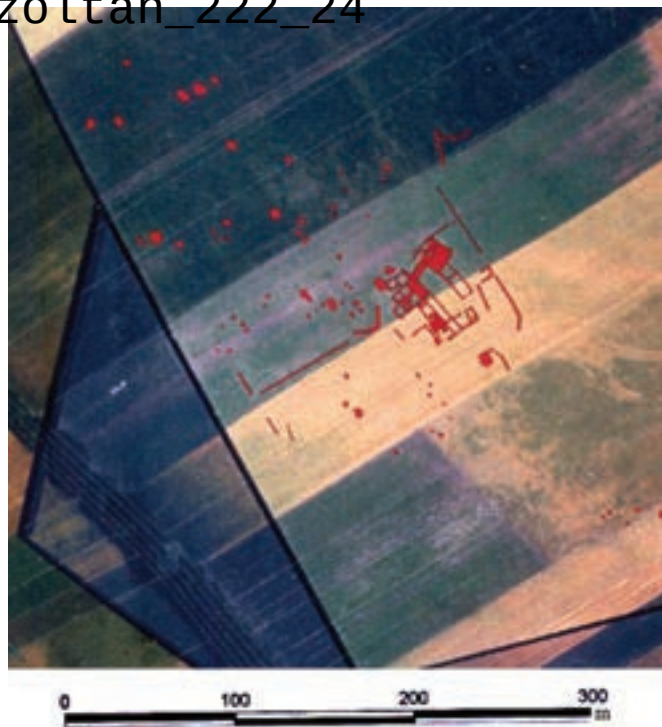


101. ábra. Baracs – Dudás-halom (Fejér vármegye). Rendezett beépítésű település és egy magányos halom nyoma. 2006. június 20., Czajlik Z. felvétele (A) és értelmezése (B)

hogy az árokrendszerek a római korban, később délnyugatabbra pedig a középkorban épültek ki, a kérdés tehát inkább az, hogy nem tartozhatnak-e inkább a határhasználat – később tárgyalandó – nyomaihoz?

Baracs – Annamatia római segédcsapattábor vicusának (Fejér vármegye) légi fényképes kutatását ugyancsak párhuzamosan végezte az ELTE és a PTE. Czajlik Z. 2009. május 22-én készült fotóját Rupnik L. (100. ábra), Szabó M. 2011. május 26-i felvételét maga a szerző értelmezte (SZABÓ 2016, 239-240. kép). A korábbi képen jóval nagyobb területen figyelhetők meg a jelenségek, a 2011-es fotó viszont jóval több színárnyalatot ad vissza, ami könnyebbé és egyértelműbbé tette az interpretálást. A bőnyi lelőhelyekhez hasonlóan a vonalas jelenségek ortogonális rendszerben vannak. A 2009-es fotón két különböző vonalas struktúra figyelhető meg, az utcáké mindenütt, a hozzájuk képest 50 fokos különbséget mutató árkok nyoma csak a lelőhely északi oldalán látszik. Az épületek nagy többsége földbe mélyített, ugyanakkor a 2009-es képen több kőépület, a 2011-esen Szabó M. szerint egy kőépület mellett elbontott gerendaváz épületek nyoma is észlelhető (SZABÓ 2016, 239-240. képek aláírása). Az utóbbival kapcsolatban fontos adalék, hogy a kiszedett kőalapozások nyoma is adhat pozitív növény-jelet, amint azt Rupnik L. a 2009-es értelmezéshez kapcsolódó magyarázatában megjegyezte (CZAJLIK et al. 2010, 88). Annak ellenére, hogy a két eltérő vonalas rendszer két különböző periódusra utal, a többi jelenség nem érinti ezeket, hanem mindenütt csak az üresen hagyott részeken vannak, így mindkét értelmezővel egyetértve az összes struktúrát római korinak tartjuk.

Örkénynél (Bőny – Örkénypusztá – Báró-tanya, Győr-Moson-Sopron vármegye) is rendezettebb Baracs – Dudás-halom (Fejér vármegye) középkori(?) települése, ahol nemcsak az azonos irányítású földbe mélyített (esetleg alapincézett?) épületek, hanem talán az utcákra utaló vonalas jelenségek is megfigyelhetők. Itt sem lehet kétségünk a jelenségek egyidejűségével kapcsolatban (101. ábra). Az épületek és gödrök jól észlelhető nyoma mellett utcákra utaló üres sávok és egy telekrendszer árkaiknak(?) tűnő törtvonalas jelenségek is vannak a hajósi (Bács-Kiskun vármegye) Árpád-kori és középkori településről

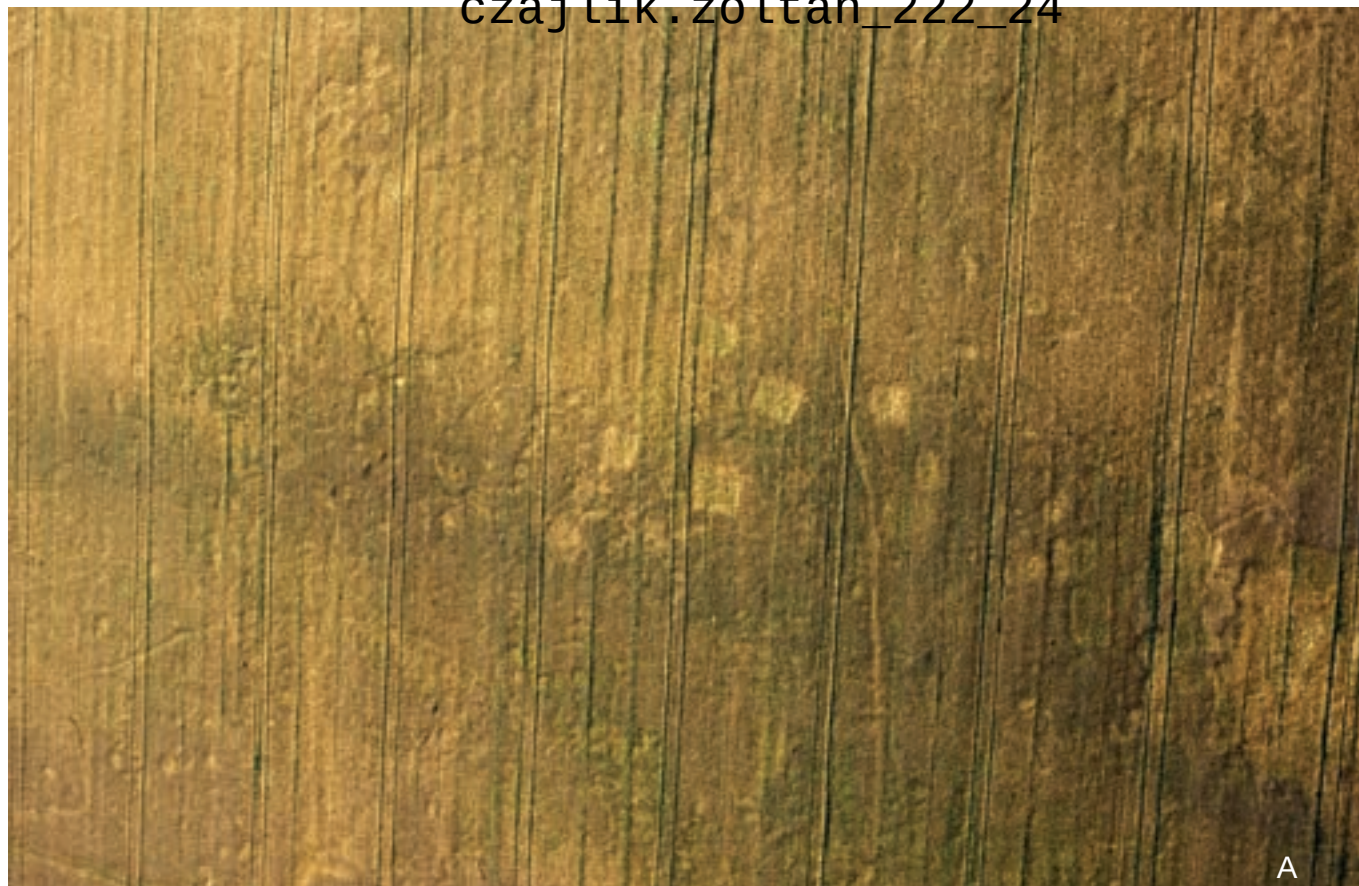


102. ábra. Au am Leithagebirge (Alsó-Ausztria, Ausztria). Illesztett fotómozaik alapján készült elemzés egy villagazdaság kő- és földbe mélyített épületeivel (DONEUS 2013, 150. ábra alapján)

készült légi felvételen (SZABÓ 2016, 206-207). Minthogy a birtok(?) nyomok csak a település egyik oldalán észlelhetők, elképzelhető, hogy a település szélét jelzik és irányításuk az egykori határhasználat orientációjához hasonló lehetett.

6.5.8. A települések rendezettsége, az orientáció és a beépítés intenzitásának kérdései

A fentiekben láthattuk, hogy a településeken megfigyelhető vonalas jelenségek összefüggésbe hozása a többi struktúrával úgy képzelhető el, ha kialakításuk megelőzte, vagy szinkronban volt az építmények, gödrök, stb. létrejöttével. Ugyanakkor a baracsi vicus épületeit elemezve felmerülhet a kérdés, hogy mennyire megbízható a villagazdaságok negatív és pozitív növényjeleinek, azaz a római kori kő-, illetve földbe mélyített struktúrák összekapcsolása? Szabó Máté szerint a kőépületek, illetve általában a kő-konstrukciók (azaz a negatív növény-jelek) összetartozása könnyebben igazolható a légi felvételek segítségével, mint a földbe mélyített épületek és árkok, illetőleg a kő-építmények egyidejű kialakítása. Mindkét esetben a fő érv a jelenségek azonos, vagy hasonló orientációja (SZABÓ 2020, 219). Ezekkel a megállapításokkal teljes mér-



103. ábra. A: Szárföld – Átaljáró (Győr-Moson-Sopron vármegye). A felszíni leletek alapján Árpád-kori földbe mélyített épületek. Tanyasias település maradványai? 2003. június 22., Czajlik Z. felvétele. B: Rábacsécsény – Vajda-tag (Győr-Moson-Sopron vármegye). Földbe mélyített épületek, tanyasias település maradványai? 2018. június 25., Czajlik Z. felvétele



104. ábra. Nagykozár – Cerina (Baranya vármegye). Laza szerkezetű, földbe mélyített épületek eltérő irányítású csoportjaival jellemezhető település(ek?). 2016. június 23., Czajlik Z. felvétele

tékben egyetértve, érdemes a jelenséget, mint a romanizáció egyik szimptomáját egy kicsit részletesebben, a légi fényképek segítségével áttekinteni. Azt, hogy a kőépületeket egy meglévő településhez idomulva hozták létre, igazolhatja, ha követték a már kialakult orientációs rendszert.

Ezt figyelhetjük meg az Au am Leithagebirge (Alsó-Ausztria, Ausztria) római villagazdaságáról készült légi fénykép értelmezésén (DONEUS 2013, Abb. 150). Itt a kőépületek, illetve a határoló falak irányítása (102. ábra) alkalmazkodik a földbe mélyített struktúrák tájolásához. Szabó M. értelmezéseit átnézve (SZABÓ 2020, illetve SZABÓ 2016, 41. kép), 18-ból 12 villagazdaság (Mosonszentmiklós – Kis Topa, SZABÓ 2020, 6. kép, 8; Bőny – Gulya-rét, SZABÓ 2020, 6. kép, 18; Bőny – Sashegy-alja, SZABÓ 2020, 7. kép, 18; Bezenye, – Országútra-dűlő III, SZABÓ 2020, 8. kép, 5; Újrónafő – Újtörés IV, SZABÓ 2020, 8. kép, 11; Nemeskér – Kődomb, SZABÓ 2020, 8. kép, 23 és Táp – Nemes-dűlő, SZABÓ 2020, 9. kép, 21, mind Győr-Moson-Sopron vármegye és Kerékteleki – Szolgagyőr-puszta, Komárom-Esztergom vármegye, 7. kép 20, valamint Vértesboglár – Kenderföldek és Nagy-rét, 7. kép, 43; Fehérvárcsurgó, – Nyugati Sóstó/Vasút mente, SZABÓ 2020, 8. kép, 37; Vértesacsa –

Vértesacsai-vízfolyás, SZABÓ 2020, 9. kép, 41, mind Fejér vármegye) esetében a földbe mélyített konstrukciók és a kőépítmények orientációja azonos, vagy nagyon hasonló. Feltűnő és további elemzés tárgya lehetne, hogy valamennyi említett lelőhely az Észak-Dunántúlon, többségük annak nyugati részén található.

Ugyanakkor megfigyelhető, hogy bár a fel nem sorolt villagazdaságok esetében nincs teljes összhang a különféle konstrukciók tájolásában, a legtöbb lelőhely esetében egyezés tapasztalható a földbe mélyített struktúrák egy részének és bizonyos kőépületeknek az orientációja között. Mindössze két olyan lelőhely van a légi fénykép értelmezések alapján (Levél – Maradvány-földek (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 7. kép, 7) és Tápszentmiklós – Halomszeri-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 9. kép, 22), ahol semmilyen egyezés nem figyelhető meg a tájolásban. Levélnél az értelmezés alapján szuperpozíciós helyzet (kronológiai különbség) is felmerülhet, a tápszentmiklói kőépület pedig egy kettős árok és vízfolyás által elzárt területen van, azaz a tájolás jelentős eltérése ellenére lehet érvelni a jelenségek összetartozása mellett. A föld- és kőépítmények irányításának azonosságai nemcsak az ismert villagazdasá-



105. ábra. Környe – Rákos-erdei-dűlő (Komárom-Esztergom vármegye). Földbe mélyített épületekkel jellemezhető település sűrűn és ritkán beépített részekkel. 2020. június 27., Czajlik Z. felvétele

gok környezetében hívják fel a figyelmet a légi fényképes kutatások jelentőségére, hanem általánosságban is megerősítik az azonos orientációjú morfológiai típusok/régészeti jelenségek elemzésének fontosságát a légi fotó lelőhelyeken.

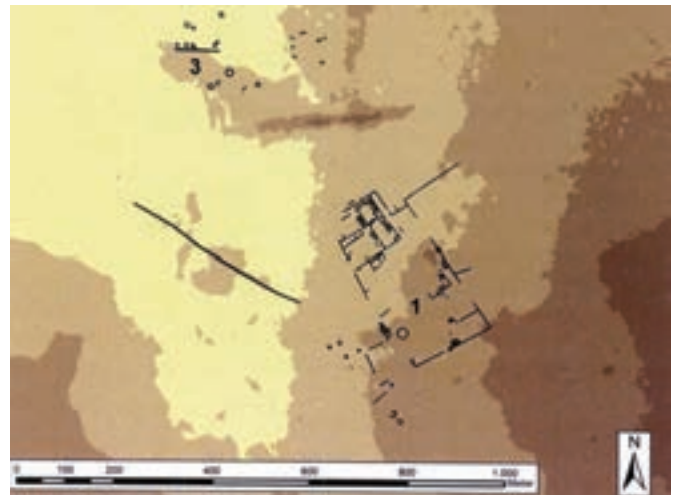
A borona/gerendavázis épületeknek korábban többször fényképeztük le azonos orientációjú (megközelítőleg Ny/K) csoportjait. Ugyanakkor az is kiderült az értelmezési térképek összehasonlítása során, hogy egymástól 500 -1000 m-re lévő települések épületeinek is nagyjából azonos irányítása van a szárföldi mikrorégióban belül (CZAJLIK et al. 2011, figs. 19.4-6). A nagyrészt földbe mélyített épületekből álló településeket ugyancsak lehet a jelenségek irányítotttsága, továbbá a beépítettség intenzitása szempontjából elemezni. Ebbe a földbe mélyített épületek mellett beleértendő az összes többi észlelhető település (más konstrukciójú épületek, gödrök, kutak, sekély árkok) vizsgálata. A Ráckeresztúr – Malontai út mellett (Fejér vármegye, 94. ábra), a Szárföld – Átaljárónál (Győr-Moson-Sopron vár-

megye, 103.A ábra) és a Rábacsécsény – Vajdagnál (Győr-Moson-Sopron vármegye, 103.B ábra) megfigyelt tanyasias települések épületcsoportjai minden esetben hasonló irányításúak voltak. A kisebb majorok esetében általában szembeutó a települési jelenségek csoportjai. Ezt figyelhetjük meg Fertőrákos – Kőhidai-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye, CZAJLIK 2022b, fig. 6) kora vaskori, Szakcs – Somkúti-dűlő (Tolna vármegye) középkori (92. ábra), Kajdacs – Gulyajáró (Tolna vármegye, CZAJLIK et al. 2010, 151, pl. 1.2) és Nagykozár – Cerina (Baranya vármegye, 104. ábra) lelőhelyei esetében. A felsorolt településeken a földbe mélyített épületek általában egymástól viszonylag távol, vagy hasonló (Fertőrákos, Szakcs, Kajdacs), vagy eltérő orientációval (Nagykozár) álltak. Egy kisebb, változatos irányítású épületekből álló települési egységet és egy nagyobb, jelentős számú, azonos orientációjú épületből álló településrészt lehetett azonosítani Lébényszentmiklós – Magaspart (Győr-Moson-Sopron vármegye) vaskori lelőhelyén (CZAJLIK 2022b, fig. 5).



106. ábra. Lesencetomaj – Felső-Tőreki-dűlő (Veszprém vármegye). 2015. június 26., Czajlik Z. felvétele

A korábban említett Bodonhely – Ér-tői-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye, 73. ábra) vaskori településének jellegzetessége, hogy a földbe mélyített épületek igen nagy területen (kb. 25 ha), hasonló, de nem azonos irányítással, helyenként csoportokat alkotva helyezkednek el. Az ugyancsak jelentős kiterjedésű (kb. 27 ha) Környe – Rákos-erdei-dűlő (Komárom-Esztergom vármegye, 105. ábra) római kori településén az épületek irányítása változó, a sűrűn beépült délnyugati részen az épületek mellett gödrök (kutak?), északkeleti zónájában viszont csak földbe mélyített épületek nyoma figyelhető meg (vö. SZABÓ 2016, 255. kép). A jóval kisebb, maximálisan 6 ha kiterjedésű Harc – Janyapuszta – Gulyajáró (Tolna vármegye, CZAJLIK et al. 2010, pl. 4) kelta településén az egymáshoz közel álló épületek irányítása hasonló, ugyanakkor a falu középső részén egy nagyobb, be nem épített rész van. Kisebb lehetett a németkéri (Tolna vármegye) római kori település, ahol nagy számban figyelhetünk meg nagyjából azonos irányítású, egymáshoz közel elhelyezkedő földbe mélyített épületeket,



107. ábra. Bruckneudorf (Burgenland, Ausztria). Villa rustica (1) és sírépítmények (3) a rendszeres légi fényképezések kiértékelésével készült összesítő térképen (DONEUS 2013, 146. ábra alapján)

ugyanakkor nagyobb, be nem épített zónák is vannak (SZABÓ 2016, 215). Árpás – Megagdűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye, 95. ábra) 7 ha körüli méretű vaskori településén a légi felvételeken észlelhető valamennyi épület azonos irányítású, a kisebb-nagyobb gödröket is figye-



108. ábra. Tök – Kövesek (Pest vármegye). Római kori kőépületek és egy nagyterjedésű, földbe mélyített épületekből és gödrökből álló település a Benta-patak partján. 2013. július 6., Czajlik Z. felvételei

lembe véve a jelenségek egy sávban, viszonylag sűrűn egymás mellett helyezkednek el. Lesencetomaj – Felső-tőreki-dűlő (Veszprém vármegye) hasonló méretű, egykoron ugyancsak vízparti, a felszíni leletek alapján középkori településén a földbe mélyített épületek irányítása közel azonos, gödrök nyoma egy-egy csoportban figyelhető meg, az épületek között esetleg utcára(?) utaló üres sávok vannak (106. ábra, vö. 40. ábra).

6.5.9. A települések kiterjedése és típusai a légi felvételek alapján

A légi felvételeken észlelt települések kiterjedése a növény-jelek alapján sokszor jól meghatározható. Az aktuális parcella-határok, vagy a kisebb művelési egységek miatt nem követhető jelenségek esetében az egymást követő évek ismételt repülései hozhatnak eredményt. Amennyiben sikerül meghatározni egy-egy település méretét, ennek alapján négy nagyobb csoportba (tanyák, majorok, falvak és városias települések) lehet őket besorolni.

A római villagazdaságok kiterjedésének meghatározása viszonylag egyszerűnek tűnik, ha az épületek, falak egyetlen nagy rendszert alkotnak. Erre a legjobb közép-európai légi fényképezéses példát Bruckneudorfból (Királyhida, Burgenland, Ausztria, DONEUS 2013, Abb. 146) idézhetjük, ahol a rendszeres fotózások segítségével egy 6,8 ha méretű *villa rusticát* és a hozzá tartozó sírépítményeket sikerült feltérképezni (107. ábra). A nem összefüggő épületekből álló villáknál akkor tűnik egyértelműnek a gazdaság méretének megállapítása, ha kerítés, vagy határoló árok nyomait észleljük. A Szabó M. doktori disszertációja alapján készült tanulmányban közölt értelmezések (SZABÓ 2020) alapján kőkerítést, vagy falat eddig Tokod – Altáró-Erzsébetaknánál (Komárom-Esztergom vármegye), SZABÓ 2020, 6. kép, 44, Rajka – Puszták-dűlőjénél (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép 9) és Vértesacsa – Vértesacsai-vízfolyásnál (Fejér vármegye, SZABÓ 2020, 9. kép 41) lehetett megfigyelni.

A légi fényképezések egyik fontos hozadéka, hogy a villagazdaságok könnyebben felderíthe-

tő és számos esetben már korábban ismert kő-épületei mellett a földbe mélyített épületekből, gödrökből, belső és külső árkokból álló települési struktúrák is megismerhetővé váltak. Közülük a települések szélén megfigyelhető vonalas/törtvonalas jelenségek határoló árokként értelmezhetők Nagyharsány – Kopár-alja-dűlőben (Baranya vármegye, SZABÓ 2020, 6. kép 4), Bőny – Gulya-rétnél (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 6. kép, 18), Tokod – Altáró-Erzsébet-aknánál (Komárom-Esztergom vármegye, SZABÓ 2020, 6. kép 44), Bezenye – Országútra-dűlőben (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép 5), Újrónafő – Újtörésnél (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép, 11), Zsenye – Rábától nyugatra (Vas vármegye, SZABÓ 2020, 9. kép, 24) és Tápszentmiklós – Halomszeri-dűlőben (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 9. kép, 22).

A villagazdaságok többségénél csak egy-két határoló fal, illetve árok nyoma észlelhető, így egyelőre nem tudjuk a teljes kiterjedésüket megállapítani. A felsorolt példák közül Tápszentmiklós – Halomszeri-dűlőben (SZABÓ 2020, 9. kép, 22) egy patakmeder és három oldalról kettős árok határolja a villagazdasághoz tartozó épületeket. Rajka – Puszták-dűlőjénél (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép 9) a kőkerítések nyoma alapján lehet a villagazdaság határát minden irányban rögzíteni, itt egy – méreteit és az épületek számát tekintve – kis, tanyaszerű településről lehet szó.

Tanyánál nagyobb, 10-12 épületből álló települési egység, azaz major állhatott a légi felvételek alapján Bezenye – Országútra-dűlőben (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép 5), 2-2 hasonló méretű/számú épületcsoportot figyelhetünk meg Csót – Újmajor keleténél (Veszprém vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép, 15), Fehérvárcsurgó – Nyugati Sóstó/Vasút mente lelőhelyénél (Fejér vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép, 37) és Újrónafő – Újtörésnél (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép, 11).

Legalább 20 épületből álló, több csoportra osztható falu (*vicus*) méretű település lehetett Bőny – Gulya-rét (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 6. kép, 18), Érd – Hosszúföldek (Pest vármegye, SZABÓ 2020, 7. kép,

4), Kerektelék – Szolga Győr-pusztá (Komárom-Esztergom vármegye, SZABÓ 2020, 7. kép, 20), Vértesboglár – Nagy-rét és Kender-földek (Fejér vármegye, SZABÓ 2020, 7. kép, 43) és Nemeskér – Kődomb (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 8. kép, 23). A két kőépület mellett legalább nyolc további épületcsoport, telkek/parcellák(?) rendszere észlelhető Bőny – Sashegy-alja (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2020, 7. kép, 18) kivételes nagyságú rurális településén. Nagy területen, sűrű beépítésű település volt Vértesacsá – Vértesacsái vízfolyásnál (Fejér vármegye, SZABÓ 2020, 9. kép, 41). Táp – Nemes-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye) településének szembeűnő jellegzetessége a vonalas és törtvonalas jelenségekből felépülő, szabályos területi felosztás, amelyben az épületek nyolc-tíz csoportot alkotva helyezkednek el (SZABÓ 2020, 9. kép, 21). Tápszentmiklós – Halomszeri-dűlőben (Győr-Moson-Sopron vármegye) a legalább 50 földbe mélyített épület a törtvonalas zárt területen belül és kívül egyaránt megfigyelhető, többségük az egykori vízfolyás partjához közelebb helyezkedik el (SZABÓ 2020, 9. kép, 22). Az MRT felszíni leletgyűjtése alapján Tök – Kövesek (Pest vármegye) leletanyagának túlnyomó részét a római kori leletek jelentik (DINNYÉS et al 1986, 337-338). Így a légi felvételek alapján kb. 5 hektár területű, két kőépületből és legalább 70 földbe mélyített épületből álló Benta-patak menti települést ugyancsak a nagyobbak közé sorolhatjuk (108. ábra).

A levegőből azonosított középkori templomok és a hozzájuk tartozó települések kapcsolatáról, jellemző méreteiről nem rendelkezünk elég elemezhető adattal. A borona/gerendavázis épületekből álló települések kiterjedését a Szárföld – Veszvény – Osli – Rábatamási mikrorégióban (Győr-Moson-Sopron vármegye) végzett térképezés alapján csak bizonyos zónákban (pl. Szárföld – Átaljáró) lehet jól meghatározni. Nehéz azonban a települések méretének megállapítása ott, ahol a talajvastagság hirtelen és jelentősen változhat, pl. Veszvény – Osli – Rábatamási térségében. Itt általában olyan lelőhely-részleteket tudunk lefényképezni, amelyek eredetileg kavicsos dombtetők lehettek, azonban a régészeti korokra ebben a régióban jellemző feltöltődés/eltemetődés miatt a terület síksággá vált, így pontos szélüket, kiterjedésü-

ket csak bizonytalanul lehet megállapítani a légi felvételek alapján (CZAJLIK et al. 2011).

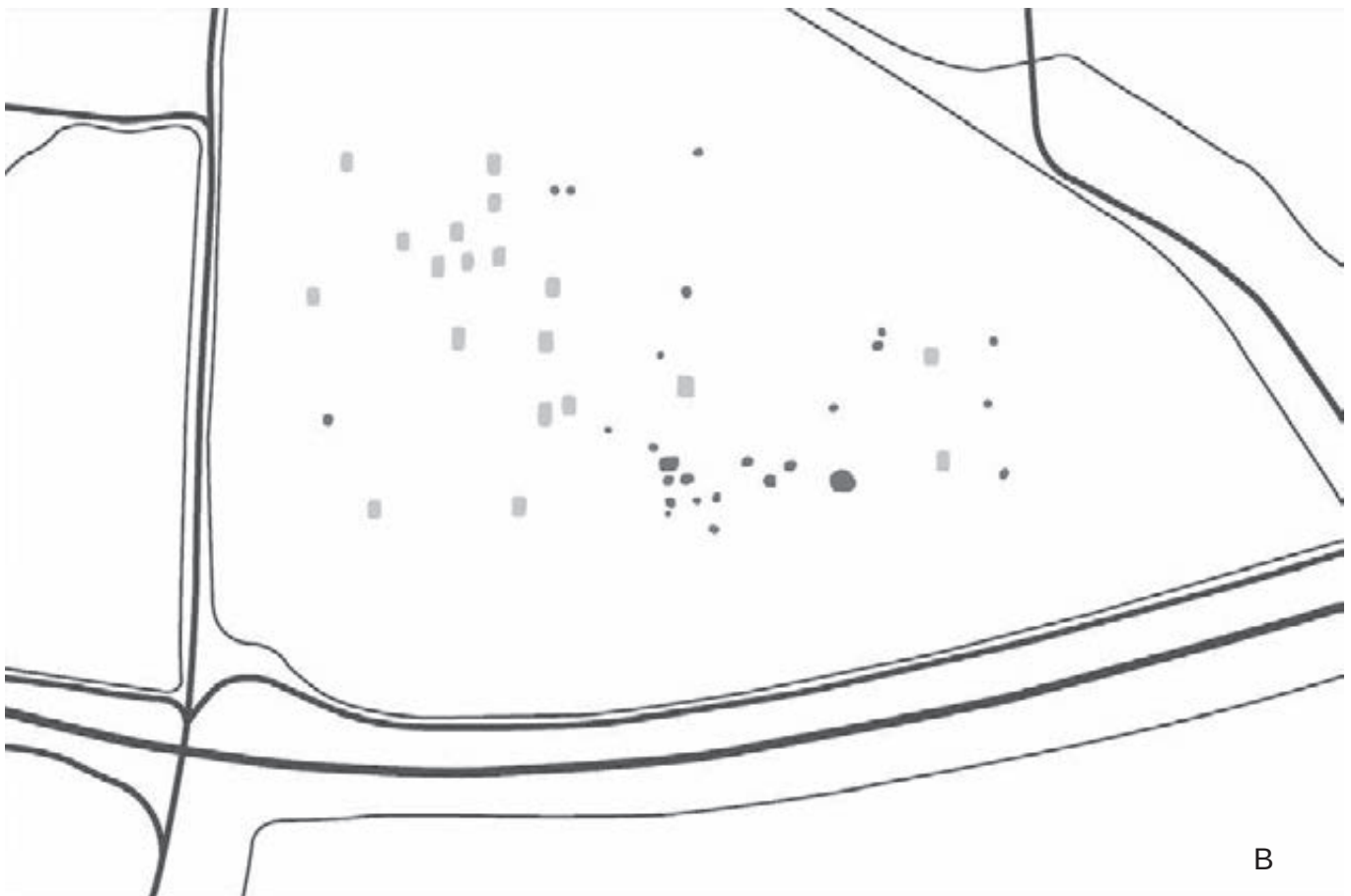
Amint fent láttuk, a sekély árkokkal zárt területekhez kapcsolódó tanyasias települések meghatározása Magyarországon egyelőre nem bizonyult sikeresnek. Ugyanakkor a sokfelé azonosított földbe mélyített épületek segítségével számos olyan lelőhelyet ismertünk meg, ahol legfeljebb néhány épület (gyakran további gödrökkel együtt) figyelhető meg a légi felvételeken. Példaként Szárföld – Átaljárót (Győr-Moson-Sopron vármegye) mutatjuk be, ahol egy csoportban öt-hét – a terepbejárás alapján Árpád-kori – épület, körülöttük pedig nyolc-tíz kis gödör nyoma látható (103.A ábra). Fontos, hogy a növényzetben nem látható olyan változás, ami az esetleges további jelenségek észlelését akadályozná. Hasonlóképpen homogén háttér mellett figyelhetjük meg Rábacsécsény – Vajda-tagot (Győr-Moson-Sopron vármegye), ahol hét épület mellett 10-20 kisebb gödör számlálható össze (103.B ábra). Megjegyezzük, hogy – a feltárást figyelembe véve két korszakba sorolható épületek száma alapján – Ráckeresztúr – Malontai út mellett (Fejér vármegye) lelőhely is ebbe a méretbe tartozik (94. ábra), sőt – a kőépületeket nem számítva – ide sorolható az ugyancsak korábban bemutatott vértesszőlő (Fejér vármegye) római kori rurális település is (69. ábra). Alig nagyobb a felsoroltaknál az az elszórt építményekkel jellemezhető középkori falu, amelyet a Tevel – Új-legelőnél (Tolna vármegye) lefotografált templom mellett dokumentáltunk (CZAJLIK et al. 2009, 8. kép).

Kajdacs – Gulyajárónál (Tolna vármegye) sikerült egy olyan jól lehatárolható területet azonosítani, ahol egy adott korszak – a fentieknél valamivel nagyobb kiterjedésű településének néhány objektumát fényképeztük le. Méretét meghatározta, hogy egy, a Sió/Sárvíz árterében lévő szigeten helyezkedett el. A terület felét mutató képeken öt-hat – a terepbejárás alapján – késő vaskori épület számlálható össze, azaz hasonló intenzitással számolva legfeljebb 10-12 épület állhatott itt (CZAJLIK et al. 2010, 151, pl. 1.2). A lelőhely méretét és az objektumok sűrűségét tekintve is párhuzamba állítható a korábban bemutatott Szakcs – Somkúti-dűlő (Tolna vármegye) lelőhellyel. Ezekre a – tanyának nagy, falunak kicsi – településekre valószínűleg a major kifejezést érdemes alkalmazni.

Megközelítőleg 20 földbe mélyített épülettel és további telepjelenségekkel kisebb falunak tekinthető a vékony sávban beépített Bágyogszovát – Hajcsár-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye, CZAJLIK et al. 2009, 9. kép) és Nagydorog – Szotyó (Tolna vármegye, 109. ábra). Ezek kétszerese lehetett a lazább szerkezetű Farnos – Nagy Festő (Pest vármegye, 110. ábra), illetve az intenzívebben beépített Harc – Janyapuszta-Gulyajáró (Tolna vármegye, CZAJLIK et al. 2010, pl. 4) mérete. A légi fényképeken azonosított rurális települések közül kiterjedésük és a földbe mélyített épületek nagy száma alapján is a nagyobb falvak közé sorolhatjuk a korábban említett Szárföld – Felső-tag (60. ábra), Árpás – Megagdűlő (95. ábra) és Bodonhely – Ér-tói-dűlő (73. ábra, mind Győr-Moson-Sopron megye) vaskori lelőhelyeket, a római koriak közül pedig a Környe – Rákos-erdei-dűlőből (Komárom-Esztergom megye, 105. ábra, vö. SZABÓ 2016, 214), illetve a Németkéről (Tolna vármegye) közölt településeket (SZABÓ 2016, 215). Hasonlóképpen a felszíni leletek alapján keltezett nagyméretű falvakat a középkorból is ismerünk Lesencetomajról (Felső-tőreki-dűlő, Veszprém vármegye, 40. és 106. ábra) és Hajósról (Bács-Kiskun vármegye, SZABÓ 2016, 206-207). Ugyancsak sok földbe mélyített épületből álló település(ek)e)t érintett az M8-as autópálya feltárása Apostag – Kovácsosdűlőnél (Bács-Kiskun vármegye, 72. ábra).

6.5.10. A városias települések légi fényképes kutatása

Méretük és szervezettségük alapján a településhierarchia csúcsán sok más szempont mellett topográfiai tekintetben is a városias települések állnak. Az ismert helyszínek légi fényképezése már a két világháború között megkezdődött, példaként a 9-11. századi viking kikötővárost, Haithabut (Schleswig-Holstein, Németország, BUTTLER et al. 1938, 82) említjük. Új városias lelőhelyek általános légi régészeti felderítés során térségünkben csak elvétve dokumentálhatók. Ellentétben a mezopotámiai városok I. világháborús és későbbi felfedezésével, Közép-Európában az olyan ritka, optikai távérzékeléses módszerekkel még jól kutatható helyszíneket, mint *Altinum* kikötőváros (Velencei lagúnák, Olaszország) általában korábban már ismerték (MOZZI et al. 2016), illetve az olyan, nehezen azonosított települések esetében is voltak bizonyos előzetes



109. ábra. Nagydorog – Szotyó (Tolna vármegye). Nagyrészt földbe mélyített épületekből álló kisméretű falusias település. 2009. június 13., Czajlik Z. felvétele (A), Rupnik L. értelmezése (B)



110. ábra. Farmos – Nagy Festő (Pest vármegye). Laza szerkezetű, földbe mélyített épületekből álló közepes méretű falusias település. 2009. május 26., Czajlik Z. felvétele (A), Rupnik L. értelmezése (B)



111. ábra. Szamotuły (Wielkopolska, Lengyelország. Középkori város főterének nyoma a gabonában a geofizikai felmérések helyzetének jelölésével. 2006. július 3., W. Rączkowski felvétele

fogódzók, mint az ókori *Iovia* (Tolna vármegye, BERTÓK 2000), vagy a középkori Szamotuły (Wielkopolska, Lengyelország, DERNOGA et al. 2007, 111. ábra). Légi régészeti szempontból a régóta ismert lelőhelyek kutatása is különleges feladat, amit számos tényező nehezít. Közülük a leggyakrabban említett probléma, hogy mai települések (többnyire városok) beépített területén álltak. Ez sokszor lehetetlenné teszi (pl. *Aquincum*, vagy *Scarbantia*) a légi felderítést, vagy megnehezíti a prospekciós módszerek alkalmazását, mint az ókori *Epomanduodurum* (a mai Mandeure, Franciaország, BARRAL 2007), vagy *Brigetio* (Komárom – Szőny, Komárom-Esztergom vármegye) példái mutatják.

Amint azt *Carnuntum* esetében is látni fogjuk, a nyílt, szántóföldi művelés alatt álló területeken álló városias települések térképezésében már az 1960-as – 1970-es években komoly előrelépést hoztak a rendszeres légi fényképezések. A kontinensen a kisépés légi régészetben ekkor komoly áttörés következett be, olyan természeti tényezők által is segítve, mint az 1976-os nagy szárazság. Ne feledjük azt sem, hogy a sekély-

geofizikai módszerek ekkor és a következő három évtizedben még nem voltak alkalmasak ekkora területek feltérképezésére. Reveláció erejével hathattak tehát a Vieux-Poitiers-nél (Naintré, Vienne, Franciaország, DASSIÉ 1978, photo 138) dokumentált *insulák*, amelyeken nemcsak az utcaszerkezet és az épületek falai, hanem a padlók nyoma is egyértelműen megfigyelhető. A Clain és a Vienne folyók találkozásánál lévő római (és középkori) település kb. 40 ha-os felderített területe nem egyedülálló (BOURGEOIS 2000), az 1976-tól két évtizeden fotótérképezett La Ferme d'Ithe (*Duodurum*, Yvelines, Franciaország) az 1998-ban elkészült értelmezés alapján meghaladja az 50 ha-t (DELÉTANG 1999, 93). A korábban említett *Calleva Atrebatum* (Silchester, Nagy-Britannia *insula*-rendszeréről, kő- és földbe mélyített építményeiről ugyancsak az 1990-es évekből ismerünk szép rajzolatú felvételeket (BARBER 2011, fig. 5.1).

A kontinentális Európa legkorábbi városias települései, a késő kelta korban kialakuló *oppidumok* kiterjedésüket, sáncaikat tekintve kiválóan megismerhetők a levegőből (RIECKHOFF-FICHTL

2011), ugyanakkor belső struktúrájuk (utak, teraszok, épületek nyoma) csak ritkán térképezhető növény-, vagy talaj-jelek segítségével (pl. Variscourt/Guignicourt/Condé-sur-Suippe, Aisne, Franciaország: PIERREVELCIN et al. 2012, 98; illetve Manching, Bajorország, Németország, RIECKHOFF-FICHTL 2011, 44-46). Az *oppidumok* kutathatóságát a modern települések mellett nagyon gyakran a – többnyire – erdős felszínborítás szűkíti le, ez a helyzet a hazai lelőhelyek többségével is. Magyarországon a művelés alatt álló *oppidumokra* is jellemző a kisparcellás földhasználat (pl. Regöly – Sánc, Tolna vármegye, CZAJLIK 2018, 98-99), vagy a szőlők/gyümölcsösök (pl. Nagyberki – Szalacska, Somogy vármegye, CZAJLIK 2018, 96-97), ami kevésbé alkalmas a légi felderítésre. Ellenben sáncaik kutatása számos esetben sikeres volt, az eredményeket az erődítésekről szóló fejezetben ismertetjük majd.

A szántóföldi művelés alatt álló városias települések esetében speciális problémát jelenthet a részben az egymást követő periódusok, részben az egykori sűrű beépítés pusztulása után megmaradó eltemetett rom-mező, amire a növények általános gyenge növekedéssel reagálhatnak. Ilyenkor hiányzik az az egyenletes háttér, amelyhez képest a negatív, vagy pozitív növény-jelek ki tudnak alakulni. Elképzelhető például, hogy – egyebek mellett – ez a faktor is akadályozza *Iovia* jobb megismerését (lásd: SZABÓ 2016, 201-205, különösen: 244-248. képek). Mindezen nehézségek miatt egy-egy városias település megismerése hosszadalmas, akár évtizedekre elnyúló feladat. Ennek során a légi fotó régésznek fel kell derítenie a település határait, környezetét, majd folyamatosan elemelve és megtanulva az egyes zónákat a lehető legnagyobb részletességgel fel kell térképezni az összes települési jelenséget, ideértve a városias településhez tartozó temetőket, utakat, lakónegyedeket, a kapcsolódó földhasználat nyomait, stb.

Bár ismerünk Neogrády Sándortól néhány, a két világháború közötti *Aquincumot* ábrázoló légi felvételt (NEOGRÁDY 1948-1950, 316-317, 112. ábra), a terület rendszeres kutatásának, légi topográfiai térképezésének sajnos nincs nyoma, pedig ez az időszak volt az utolsó lehetőség a módszer alkalmazására a



112. ábra. *Aquincum* (Budapest - Óbuda). Neogrády S. felvétele az 1930-as(?) évekből

terület egyre gyorsuló beépítése előtt. Ugyancsak a háború előtt, 1939 áprilisában készültek *Carnuntumról* (Ausztria) az első régészeti célú felvételek (DONEUS et al. 2013, Abb. 1). A máig nagyrészt beépítetlen, mezőgazdasági művelés alatt álló területeken, Petronell és Bad Deutsch-Altenburg (Alsó-Ausztria) között már az 1960-as években rendszeres ortofotózás volt és 1978-1984 között, főként a *canabae* zónájában fotóértelmező projektet folytattak le.

Decs – Ete (Tolna vármegye) 17. században elpusztult mezővárosát 1992-től rendszeresen kutatta Miklós Zs. és Vizi M. A terület így az első rendszeresen légi fényképezett hazai városias településsé vált. A város főutcája, valamint a telkek/nagyobb épületek gyakran megfigyelhetők talaj-jelek révén, ugyanakkor a részletesebb elemzést segítő kalászos gabonát eddig nem sikerült fényképezni a zónában (MIKLÓS et al. 2011, 41-42). A magyar-francia légi régészeti programban 1993-tól szerepelt *Gorsium* (Tác, Fejér vármegye). A település környezetében sikerült bizonyos határhasználati/parcellázási(?) nyomokat dokumentálni, ezek azonban valószínűleg inkább Föveny középkori falujához tartozhatnak. O. Braasch már 1994-ben kutatta *Mursella* (Árpás/Mórichida – Dombföld Győr-Moson-Sopron vármegye) városias települését (SZABÓ 2016, 101. kép), de az 1990-es évek legfontosabb eredménye az 1996-os AATW-hez kapcsolódik (SZABÓ 2016, 242-243. kép), amely Bertók G. munkája révén a Szakcs (Tolna vármegye) határában



113. ábra. Brigetio (Komárom – Szőny, Komárom-Esztergom vármegye. 2008. június 16., Czajlik Z. felvétele

lévő római kori „városias település”, *Iovia* azonosításához vezetett (BERTÓK 2000).

Brigetio (Komárom-Szőny, Komárom-Esztergom vármegye) környékén ugyancsak az 1990-es évek óta folyik rendszeres légi régészeti kutatás. Ennek első eredményei O. Braaschnak köszönhetők, aki egy sor, lekerekített téglalap/négyzet alakú, római földtáborként értelmezhető jelenséget fényképezett le (összefoglalóan lásd: SZABÓ – VISY 2011). Ezeknek csak egy kis részét sikerült R. Gogueynek, majd később Czajlik Zoltánnak is lefényképezni. Ez valószínűleg azzal függ össze, hogy e létesítményekből ma már csak a sekély árkok ritkán megfigyelhető jelei látszódnak. Az egykor többé-kevésbé szigetként elkülönülő területen elhelyezkedő, a római *legiotáborból*, a kapcsolódó *canaba*ból és a polgárvárosból, valamint az utakból, temetőkből, városfalból, stb. álló település-komplexumot 2008-2022 között rendszeresen kutattuk. Szemben *Aquincummal*, *Brigetio*-sziget római emlékei részben még ma is megfigyelhetők a levegőből, igazán jól azonban csak a tábor északi kapuja és a Duna közötti zóna, illetve a jelentős részben a Pannónia-dűlőbe eső *canabae* bizonyult kutathatónak. A Dunához közeli, a tábor ÉNy-i sarkát

is érintő részen általában csak a nagyobb struktúrák (táborsarok, kapu, kivezető út) látszanak, a többi növény-jel, ha egyáltalán van, nehezen értelmezhető. Ezzel szemben a Pannónia-dűlőben a keskeny parcellás művelés ellenére többször is sikerült jól értelmezhető felvételeket készítenünk (113. ábra, vö. 62. ábra). A két terület közötti különbséget részben maguk a római struktúrák okozhatják, amíg ugyanis a Duna mellett nagyméretű kőkonstrukciók omladékával, addig a *canabae* területén utcák mentén sorakozó kőépületekkel és földbe mélyített építményekkel számolhatunk. Megfigyelhető ugyanakkor, hogy a Pannónia-dűlő felszíne feltűnően kavicsosabb az északi zónánál, ami összefügghet azzal, hogy miközben a Duna áradásai az újkorig rendszeresen érintették az utóbbi területet, aközben délen kevésbé intenzíven rakták le hordalékukat. Ez a lokális geomorfológiai különbség is magyarázhatja a szántóföldi növényzet eltérő reakcióját.

A Duna jóval korábbi tevékenységével függ össze ugyanakkor a *canabae* ÉNy/Dk-i irányú orientációja, ami egy – domborzati eltérésként is észlelhető – korábbi Duna-ág miatt alakulhatott ki. A terület északi részén utcák, épületek, pincék(?) nyomát figyelhetjük meg a légi fényképe-



114. ábra. Brigetio-sziget (Komárom - Szőny) és a Szőny-fűzitői-csatorna déli oldalán lévő Komárom – Vas-állás (mindkettő Komárom-Esztergom vármegye) parcella-rendszerei, amelyeket a canabae-ből kivezető út köt össze. Czajlik Z. légi felvételei alapján a térképet készítette Rupnik L. (BARTUS et al. 2016, fig. 15)



115. ábra. Mursella (Árpás/Mórichida, Győr-Moson-Sopron vármegye). 2022. június 12., Czajlik Z. felvétele

ken (BORHY et al. 2017, 2. és 6. ábra), délen pedig hasonló tájolású parcella-nyomokat mutatott ki a magnetométeres geofizikai felmérés (BORHY et al. 2017, 3-5. ábra). Itt a törtvonalakkal határolt területeken belül nincsenek régészeti jelenségek, egy olyan külterületről lehet szó, amit a parcella-rendszer kapcsol a *canaba*hoz. Ez a – hazai lelőhelyeken ritkán észlelhető területhasználati rendszer – a településről dél felé kivezető úthoz látszik igazodni a Szőny-fűzitő-csatornától délre is. Rupnik L. elemzése alapján a Brigetio-szigettől délre, az egykori Duna-ág déli oldalán lévő Komárom – Vasállás (Komárom-Esztergom vármegye) zónájában azonosított parcella-rendszer nem tér el lényegesen a szigeten megfigyelhető orientációtól. Feltűnő ugyanakkor a fő irányok egymásra merőleges volta, ami a területek geomorfológiája által meghatározott lehetőségekkel is összefügghet (114. ábra).

Mursella (Árpás/Mórichida – Dombiföld, Győr-Moson-Sopron vármegye) városias települését 2002-2004 között O. Braasch rendszeresen

fényképezte, amelynek során egy időszakos római tábor nyomát is sikerült azonosítani (SZABÓ 2016, 102. kép). A felvételeket Szabó M. értelmezte, akinek a település és környezete 65 ha-os zónájáról állt rendelkezésre légi fénykép alapú régészeti információ, amelyet felhasználva elkészült a kőépületek, a tábor és a halomnyomok áttekintő térképe (SZABÓ 2007, 79). 2010-2012 között egy német-magyar projekt keretében további légi fényképek, nagyfelületű geofizikai felmérések készültek (BÍRÓ et al. 2007). Feldolgozásukhoz felhasználták a Szőnyi E. vezetésével 1975-1989 között folytatott ásatások eredményeit (SZŐNYI 2005). F. Teichner a légi fotókat és a magnetométeres/talajradaros vizsgálatok eredményeit együttesen, az egyes épületeket katalogizálva értékelte ki (TEICHNER 2021, 33-99). A Rába és a Marcal között, a folyami átkelőhöz kapcsolódóan kialakult településnek már a feltárások során azonosították földbe mélyített, illetve gerendavázis épületeit (SZŐNYI 2005, 70-74). Az út irányához igazodó korai település kb. 45 hektárra terjedt ki, - lényegesen meghaladva a császárkori kőépületek

sek során, így például a korábban már említett periglaciális talajfagy jelenségek zavarták az észlelést (DONEUS et al. 2013a, Tafel 25-26). Módszertani szempontból fontos körülmény, hogy bár a ferde tengelyű fotók túlsúlyba kerültek az 1990-es évektől, az ortofotózás szerepe is megmaradt a kutatások során. Ennek különösen a terület mérete miatt volt jelentősége, hiszen ekkora fotózandó zónák esetén a ferde tengelyű fotók elkészítése már nehézségekbe ütközhet (DONEUS et al. 2013a, 24). Az értelmezés magas színvonalát mutatja, hogy külön tudták választani a vonalas, vagy törtvonalas jelek közül a falakat, az árkokat, a csatornák és utcák helyét, a kitöltött területek közül a padlókat, a gödröket, valamint a nedves és száraz zónákat, a modern és természetes eredetű anomáliákat, az ásatási információkat és a bizonytalanul interpretálható jeleket (DONEUS et al. 2013a, Beilage 1). A feldolgozás mélységét jelzi, hogy az ortogonális utcaszerkezet mellett a légi felvételek alapján készített térkép a jellemző irányok meghatározására is alkalmas (116. ábra), sőt az elemzés azt is kimutatta, hogy az épületek mérete városrészenként változó volt (DONEUS et al. 2013a, Abb. 39-40). Mindezek alapján azt lehetnénk, hogy a légi fényképezések befejezhetők lennének *Carnuntumban*, ez azonban nincs így: több, mint 50 év rendszeres felderítés után is igaz, hogy minden egyes repülés során új, korábban nem rögzített információk dokumentálhatók (DONEUS et al. 2013a, 20).

6.6. Temetkezések a légi fényképeken

6.6.1. Bevezetés

Az MRT 1998-ban megjelent 10. kötetében a szerkesztő, Jankovich B. Dénes fontos információkat tett közzé a topográfia módszertanára, illetve eredményességére vonatkozóan: „Terepbejárásunk tehát extenzív jellegű volt, mely a felfedezhető legtöbb régészeti lelőhely térképezését célozta. A Körös-völgyben ez lényegében a geomorfológiai alakzatok alapján településre alkalmasnak látszó területek legfeljebb 50 méteres térközökkel történő lineáris bejárását jelentette.” (JANKOVICH 1998, 9). A megfogalmazás alapján nyilvánvaló, hogy a „legtöbb régészeti lelőhely” ebben az esetben települések kutatására vonatkozott, vagyis a terepbejárások révén a munka célja nem lehe-

tet más, mint az adott terület egykori település-hálózatának megismerése. Ezen az sem változtatott, hogy a Körös-völgytől eltérően a Maros hordalékkúpján sok esetben tábláról táblára történő szisztematikus bejárást is végeztek (JANKOVICH 1998, 9). Az MRT 10. kötetének lelet- és időrendi mutatóit tanulmányozva a települések túlsúlya az azonosított lelőhelyek között fokozottan szembeötlő, hiszen valamennyi régészeti korszakban legalább egy nagyságrendnyi eltérést tapasztalunk az ismert települések, illetve temetők számában (JANKOVICH et al. 1998, 2. kötet). Könnyen belátható, hogy ez az arány nem felelhet meg az egykori valóságnak, hiszen egy temetőhöz nem tartozhatott tíz egykori település. Vagyis dacára az évtizedes tapasztalatoknak és a gondos, lelkiismeretes munkának, a hagyományos terepbejárások eredményessége csak a települések esetében volt jó, minden más lelőhelytípus, így a temetkezések esetében is, maguk a topográfiai adatok hívták fel a figyelmet a módszer korlátaira. Sőt, ha a problémát részletesebben megvizsgáljuk, nyilvánvalóvá válik, hogy az amúgy is kisszámú temetkezés egy része sem a terepbejárások során vált ismertté. Így a kb. 140 kelta település mellett azonosított hat kelta temetőből valamennyinek az azonosítása földkitermeléshez kapcsolódott, azaz nem extenzív, vagy szisztematikus terepbejárás során, hanem véletlenszerűen váltak ismertté.

Mind a légi régészeti kutatások, mind a terepbejárások során az a benyomásunk alakult ki, hogy a 2000-es években a magyarországi mezőgazdasági művelés a korábbinál mélyebb talajszinteket ért el. Ez egyre több esetben azzal jár, hogy a tárcsázás és különösen a talajlazítózás a települési objektumok mellett a nem túl mélyre ásott sírokat is érinti. Ez egyfelől hozzájárul ahhoz, hogy a terepbejárások, illetve a 2010-es években elindult ERD-munkálatok során egyre több esetben a temetkezések nyomait is azonosítják, másfelől továbbra is igaz, hogy a mélyebben lévő sírok (és más régészeti jelenségek) térképezésében kitüntetett szerepe van a távérzékeléses módszerek, közöttük is elsősorban a konvencionális régészeti légi fényképezés alkalmazásának.



117. ábra. Tihany (Veszprém vármegye) archív légi felvétele. Az egykori halomsírok a község temetője mellett. fentrol.hu, 1969. november 6.

A hazai légi fényképezések alapján négy olyan morfológiai típus van, amelyek alapján temetkezésre következtethetünk: a kisebb, szabályos körvonallal zárt terület, a törtvonallal zárt terület, a téglalap/négyzet-alakú, kisméretű kitöltött terület és a pontszerű, azaz igen kis kiterjedéssel rendelkező terület. Mindháromra igaz, hogy halmozódásuk segíti azonosításukat, ugyanakkor minél kisebbek, annál nehezebb szólni, vagy kiscsoportos temetkezésként megfigyelni őket.

A kisebb, szabályos körvonal és a hozzá közeli alakzatok alapján halmos temetkezésre, illetve körárkos sírokra következtethetünk. A tumulusok felismerését domborzati és talajszín-eltérés segítheti, nagyon lekopott állapotukban azonban a körárkos sírokhoz válnak hasonlókká. A téglalap/négyzet-alakú kitöltött területek és a pontszerű területek megjelenhetnek a körárkos/árokkeretes temetkezéseken belül, illetve önálló sírcsoportokat, nekropoliszokat alkotva.

6.6.2. A halmos temetkezések

6.6.2.1. Korábbi kutatások

Említettük, hogy a II. világháború előtt készült régészeti célú légi fényképek döntő többsége viszonylag nagy magasságból (500-1000 m?), függőleges kameratengellyel készült. Ez a technológia akkoriban nem volt alkalmas kisebb régészeti jelenségek észlelésére. Nem véletlen tehát, hogy ezeken a felvételeken a különféle temetkezési típusok közül majdnem kizárólagosan a halomsírok, illetve az őket kerítő árokkeretek különféle állapotú nyomait figyelhetjük meg (Nagy-Britanniában: BUTTLER et al. 1938, 34-37; Németországban: BUTTLER et al. 1938, 74-75). Gyakori lehetett, hogy részben ismert lelőhelyeket kerestek fel a repülés során, ahogyan az is valószínű, hogy Neogrády S. a Magyar Nemzeti Múzeummal kezdett együttműködés keretében, Márton L. címzetes igazgató javaslatára készítette felvételeit az akkor már több mint 50 éve felmért (RÓMER 1878, 116, fig. 32) és kutatott

szalacscai halomsírmézőről. 1929 júliusából származó képei (NEOGRÁDY 1948-1950, 296-298) több szempontból is tanulságosak. Legalább két halom-csoportot fényképezett le, az egyiknél (NEOGRÁDY 1948-1950, 296) jól látszanak a bolygatási nyomok. A másikon (10. ábra) megfigyelhető szántás-nyomok pedig igazi kuriózumnak számítanak, hiszen a gőzekével művelt, jóval inkább elegyengetett területtől élesen elválik a magasabb, csak lóval felszántható halmok zónája. A képeket tanulmányában Neogrady értelmezte és sokáig úgy tűnt, hogy csak a nem túl jó minőségű közlés szolgálhat alapjául az elemzéseknek. Suba Jánosnak köszönhetően azonban néhány sérült üvegnegatív, közülük kettő a szalacscai halmokról a közelmúltban előkerült a Hadtörténeti Intézet Térképtárában. Ezeket Holl Balázs digitálisan restaurálta és illesztette a térképi állományokhoz. A Hencz Antal-féle 19. századi felmérés mellett ezek szolgáltak kiindulási alapként a halomsírméző 2013-ban elkészült új térképéhez (HOLL – CZAJLIK 2013, fig. 1).

Egy hónappal később, 1929 augusztusában készültek az első légi felvételek a tihanyi (Veszprém vármegye) halomsírokról (NEOGRÁDY 1948-1950, 302-303). Bár ezeken a fotókon csak távolról, nehezen láthatók, egy 1969-es légi felvételen a tumulusok jól felismerhetők, hat db számlálható össze belőlük (117. ábra). Az érd/százhalombattai (Pest vármegye) halomsírméző (és az őskori erődített település) légi felvételeit már nem Neogrady, hanem az őt a katonai térképészetnél váltó Gersi I. készítette 1934-ben (vö. 13.A ábra, HOLL – CZAJLIK 2013, 27). Szerencsére a 3 százhalombattai felvétel megőrződött a Magyar Nemzeti Múzeumban, 1990 őszén sikerült őket azonosítani (CZAJLIK 2020). Az utóbbi lelőhely topográfiai kutatásának következő fázisában is fontos szerephez jutott a légi fénykép. Az MRT 7. kötetében (DINNYÉS et al. 1986, 229) 1986-ban publikált térkép – abban az időszakban egyedülálló módon – egy 1953-as archív légi felvétel alapján készült. Ugyanebből az évből a szalacscai (Somogy vármegye) halomsírmézőről is rendelkezünk jóminőségű archív térképészeti célú felvétellel, amelyen az 1929-ben fényképezett területtől délre, lényegesen nagyobb területen észlelhetők halomcsoportok (HOLL – CZAJLIK 2013, 28). Egy korábban bemutatott, 1974-ben



118. ábra. Dolné Janíky / Alsójányok (Nagyszombat kerület, Szlovákia). Kora vaskori tumulus, a szántásban számos további halomsír nyomával. 1988. december 15., I. Kuzma felvétele

készített légi fotó Kemenczei Tibor ásatásainak helyszínét is megőrizte (vö. 15. ábra).

Tudomásunk szerint az egész térségben először I. Kuzma kezdett el foglalkozni az ismert kora vaskori halomsírmézők rendszeres légi régészeti kutatásával. Ezt bizonyítják az 1987. március 3-án Dolné Janíky / Alsójányoknál (KUZMA 2012, 84) és az 1988. december 15-én ugyanott (118. ábra), továbbá Reca / Rétenél (mind Szlovákia, WINKLER – CZAJLIK 2018, 327) készített felvételei. A budaörsi repülőtérhez való közelségének köszönhetően a magyar-francia légi régészeti program (1993 - 2000) első felvételei az Érd/Százhalombattai (Pest vármegye) halomsírmézőről és a vaskori erődített településről készültek (GOGUEY – SZABÓ 1995, 71, CZAJLIK et al. 2016, 60). Ugyanebből a kutatási periódusból származnak az első olyan légi fényképezéssel felderített, publikált lelőhelyek, ahol korábban kevéssé, vagy teljesen ismeretlen halomsírok, vagy sírkerületek nyomát azonosították (Svodin / Szőgyén, Nyitrai kerület, Szlovákia, 1994, KUZMA 2007, 21; Écs – Petkevár, Győr-Moson-Sopron vármegye, O. Braasch, 1994, BÁLEK et al. 1997, 147; Jedespeigen, Alsó-Ausztria, Ausztria, M. Doneus, 1998, DONEUS 2000, 30; Nové Žámky / Érsekújvár, Nyitrai kerület, Szlovákia, 1999, KUZMA 2007, 21; Tápszentmiklós, Győr-Moson-Sopron vármegye, O. Braasch, 2000, VISY 2003, 117). 1996



119. ábra. Debrecen – Kamarás-halom (Hajdú-Bihar vármegye). 2002. május 16., Czajlik Z. felvétele

– 2000 között sok új lelőhelyet sikerült felderítenie B. Kermannak Szlovéniában, a Mura-vidéken (Krog, 1996, 1998, 2000, KERMÁN 1999, 340, fig. 13; KERMÁN 2001, 129; KERMÁN 2002, 19-20; Murska Sobota / Muraszombat – Bakovci / Barkóc főútnál, 1998, KERMÁN 1999, 337, fig. 2; KERMÁN 2001, 130; KERMÁN 2002, 19; Petanjci / Szécsénykútnál, 2000, KERMÁN 2002, 19); továbbá Bratonci / Murabarátinál, 1997, KERMÁN 1999, 339, fig. 9 és Beltinci/Belatincnál, 1997, KERMÁN 1999, 339, fig. 10).

A 2000-es években I. Kuzma folytatta dél-nyugat-szlovákiai kutatásait, újabb halomsírmézőt(?) sikerült megfigyelni Dunajská Lužná / Dénesdortcsmisérdnél (korábbi nevén Nové Košariská, 2006, KUZMA 2007, 22), új felvételek készültek Dunajská Lužná / Dénesdortcsmisérda–Jánošíková/Dénesdnél, 2008 (Pozsonyi kerület, KUZMA 2013, 202); Kostolné Kračany / Egyházkarcsánál, 2006 (KUZMA 2012, 85) és Veľka Paka-Čukárska Paka / Nagypaka-Csukárpaka (mindket-

tő Nagyszombati kerület) zónájában (2009, KUZMA 2012, 80).

Az árokkeretek mérete alapján valószínűleg kora vaskori halomsírok nyomát dokumentálta Miklós Zs. Szárazd – Gyalogjáró-dűlőben (Tolna vármegye, 2005. március 18, MIKLÓS 2005, 157). Pécsi kutatóknak köszönhető a Kővágótöttösi (Baranya vármegye) halmokról készült, első közölt légi fényképek (Bertók G.–Gáti Cs., 2005, BERTÓK - GÁTI 2014, 132), továbbá Szabó M. új felvételei a Nagyberki – Szalacsikai (Somogy vármegye) halomsírmézőről (2011, SZABÓ 2016, 168-169) és az általa azonosított jánossomorjai (Győr-Moson-Sopron vármegye) halom-nyomokról(?) (2007, SZABÓ 2016, 164, vö. 44).

O. Braasch dél-németországi kutatásai során számos halomsírmézőt azonosított, illetve dokumentált. Kis számban közölt talaj-jelek révén megfigyelhető tumulus-nekropoliszokat Bajorországból: Wallersdorfból (IRLINGER 2001, 34), Allersheimből (IRLINGER 2001, 39)

és Dillingenből (BRAASCH 2005, 28). Fagy-jelek segítségével láthatóvá vált temetőt ismerünk Künzingből (IRLINGER 2001, 43). A halmokat világosabb (Wallersdorf), vagy sötétebb talaj-elszíneződés jelzi, Allersheimnél legalább egy esetben szabályos körvonal (árok?), sőt ugyanott a sírkamra(?) nyoma is láthatóvá vált. Baden – Württembergből hóborítás idején készült fotóit ismerjük (Bitz, Neuheusen ob Eck és Heuneburg (PLANCK et al. 1994, 128-133). Neuheusen ob Ecknél a vékony hó a halmok napsütötte (vsz. déli) oldalán elolvadt, ami még jobban kiemelte a domborzati eltéréseket (PLANCK et al. 1994, 131). Más dél-németországi lelőhelyek esetében nem a hóborítás segítette az észlelést. Riegsee-nél egy kaszálon az árnyékhatás (IRLINGER 2001, 34) 14, Dittenheimnél az Altmühl-völgyben lévő árvíz 18 (CHRISTLEIN – BRAASCH 1990, 233), egy hasonló szituáció Unlingennél (BRAASCH 2005, 22) két halmot tett jól láthatóvá, Geiselhöringnél és Riedennél pedig a gabona növekedési eltérése alapján tudta a tumulusokat megfigyelni (CHRISTLEIN – BRAASCH 1990, 234-237).

Az 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről két nagy régészeti lelőhely-csoportot, a földvárakat és a kunhalmokat *ex lege* védetté nyilvánította. Ennek következtében szükségessé vált nyilvántartásba vételük, amelyben az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriuma 1996 – 2001 között működött közre. Az első fázisban, 1996 – 1997 között, a régészeti szempontból nehezen kezelhető, „kunhalom” kategóriába sorolt lelőhelyek közül az alföldi kurgánokat és a dunántúli halomsírokat igyekeztünk az akkor létező lelőhely-gyűjtemények (ECSEDY 1977, MRT-kötetek) alapján koordinátával ellátni. Ennek eredményeképpen – hasonlóan az őskori földvárak kataszteréhez – létrejött egy, a halomsírok légi régészeti kutatásához használható lelőhely-lista.

Fontos tudni, hogy a halmok légi fényképes azonosítása az akkor előállítható koordináta-listák és a nagyrészt papír-alapú navigáció révén jóval nehezebb volt, mint a földváraké/erődített településeké. Ennek egyik oka az volt, hogy a koordináták akkori pontossága gyengébb volt (egyes esetekben +/- 1km!), ugyanakkor még

a nagyobb halmok mérete is kisebb az őskori erődítések jelentős részénél (119. ábra). Alföldi kurgánok esetében már ebben az időszakban tapasztaltunk teljes pusztulást, azaz nyomuk már a levegőből sem volt megfigyelhető (CZAJLIK 2004c). A legnagyobb problémát a mai napig a magányos halmok azonosítása jelenti, kisebb-nagyobb csoportjaik, illetve a halomsírmézők eredményesebben kutathatók.

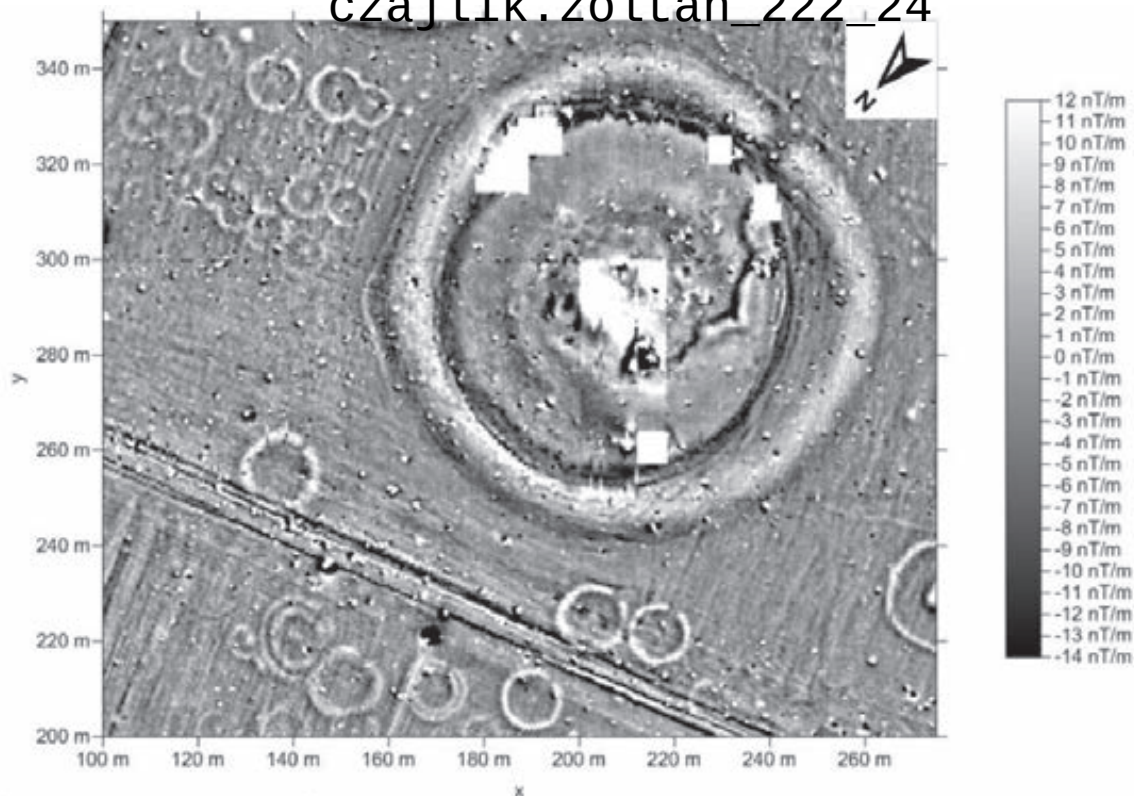
Először egy, az Aggteleki Nemzeti Park, majd a Miskolci Herman Ottó Múzeum által Borsod-Abaúj-Zemplén megye területén 2001-2004-ben finanszírozott kutatás során igyekeztünk a régióban akkor ismert összes halmot légi felvételeken dokumentálni. Később a dunántúli kora vaskori halmok kutatására helyeződött a hangsúly. 2005-2010, majd 2014-2018 és 2021-2024 között OTKA/NKFIH projektek egyik elemeként, 2017 – 2019 között pedig az Iron-Age-Danube Európai Unió projekt keretében tudtuk a halmokat légi fényképezni, amelyhez Süttő és Százhalombatta térségében intenzív terepi kutatások kapcsolódtak (CZAJLIK et al. 2019a, 2023).

6.6.2.2. A Hernád-völgyének kutatása

A Hernád-völgyében Ónod és Vilmány(?) között már a 19. században ismertté váltak olyan, valószínűleg őskori halomsírok, amelyek modern feltáró kutatására még nem került sor. A légi fényképezések célja dokumentálásuk, topográfiai helyzetük pontos rögzítése volt. Ez a munka két csoportjuk esetében volt sikeres, Szentistvánbaksánál, illetve Felsőzsolca/Onga térségében. Az egyik baksai halom feladásáról 1870-ben számolt be Rómer F. az Archaeologiai Értesítőben (RÓMER 1870). Feltételezzük, hogy nem a ma is viszonylag ép, impozáns, nagyméretű tumulust, hanem valamelyik kisebb szomszédját kutatta. Ezek közül 2004. március 31-én négy elszántott halmot figyeltünk meg a nagy halomtól északra (CZAJLIK 2008, 101). A 2007. május 15-én készült úrfelvételen jól látszik, hogy az egyik anomáliának a halomtestre utaló világos belső része van, amelyet talán egy nagyobb, körárok nyomaként meghatározható köríves sötétbarna elszíneződés vesz körül, a másik három jelenség csak valamivel kisebb gyűrűkből áll (120.A ábra). A jelenségek mind a légi fényké-



120. A: Szentistvánbaksa – Halmok (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye). 2007. május 15., Google Earth űrfotó. B: Szentistvánbaksa, a Hernádtól Ny-ra. 2013. augusztus 19., Google Earth űrfotó



121. ábra. A Felsőzsolca határában, Onga településnél (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) álló északnyugati halom és közvetlen környezetének magnetométeres felmérése (TÓTH et al. 2022, 8. ábra)

peken, mind az űrfelvételeken talaj jeleként ismerhetők fel, a topográfiai részletek (esetleges további halom-nyomok) azonosításához mielőbbi magnetométeres felmérésre lenne szükség. Megjegyezzük, hogy a lelőhely legutóbb, 2021. március 27-én készült űrfotója alapján nem zárható ki, hogy a nagy halmot friss bolygatás érte. A Hernád nyugati oldaláról készült űrfelvételeket tanulmányozva egy további nagyméretű halom nyomára figyelhetünk fel. A 2013. augusztus 6-i és 19-i fotókon a talaj jelek egy ellipszis alakú, viszonylag keskeny árokra hívják fel a figyelmet (120.B ábra).

A Felsőzsolca (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) külterületéhez tartozó, Onga községhez közel álló Zsolcai-halmokból ma két, viszonylag jó karban lévő temetkezés látszik a szántóföldről, vagy a környező országutakról. Méretük, formájuk (trapéz-keresztmetszet) nagyon hasonlít a baksai nagy haloméra. A 2002. június 15-én készült légi felvételeken tőlük délnyugatra egy nagyméretű, világos talaj-elszíneződés van, ami a 2007 óta készült űrfelvételek többségén jól látható. A távérzékelési adatok alapján egy, az álló halmokhoz hasonló méretű, már elpusztult harmadik halomra következtethetünk. A

légi fényképen a halmoktól nyugatra, ugyancsak talaj-jelek utalnak egy kisebb tumulusra (CZAJLIK 2015, 62). A lelőhelyet a 2010-es években Tóth Cs. A. és társai részletesen kutatták, északi részéről egy rendkívül jó minőségű magnetométeres felmérést publikáltak, amelyen a nagyobbik halom impozáns árka mellett, a halomtól délre, sűrűn egymás mellett elhelyezkedő körárkok figyelhetők meg. Fontos körülmény, hogy mind a halom árka, mind az árkokkal kerített területek többségének bejárata dél felé, vagyis a nagy halmok irányába néz (121. ábra). Amint azt a felszíni leletgyűjtés is megerősítette, a körárkos struktúrák római császárkoriak lehetnek (TÓTH et al. 2022, 76). A halmok árcai a drónos fotogrammetriai felvételezés alapján elkészített felszínmodellen is jól érzékelhetők (TÓTH et al. 2022, 2. ábra). Fúrásos mintavétel alapján az árkokban eltemetett talaj radiokarbon kora a megfelelő környezeti korrekciókat követően kora / középső vaskori (2570 ± 110 BP, azaz cal BC 950–404, 2σ ; illetve 2611 ± 60 BP, azaz cal BC 879–542, 2σ , TÓTH et al. 2022, 81-82).

Összegezve az eredményeket, elképzelhető tehát, hogy a vaskori halomépítést követően



A



B

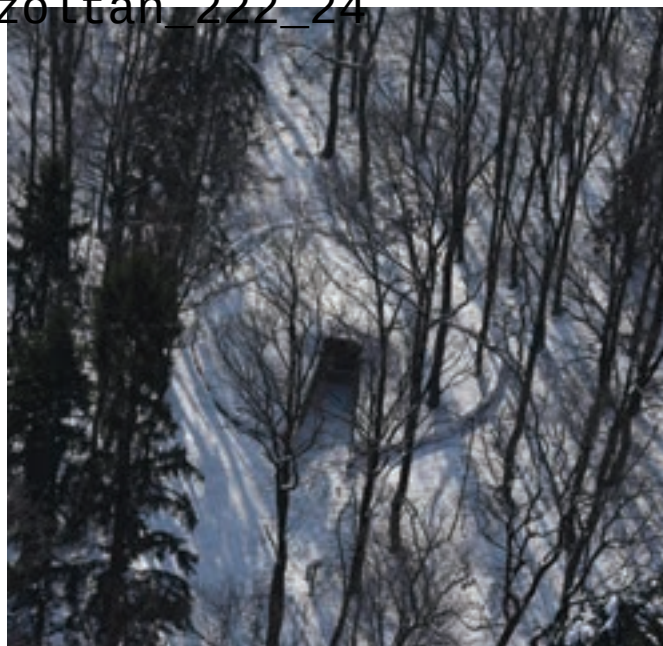
122. ábra. Vaskút – Takarmánykeverő (Bács-Kiskun vármegye). A: régészeti célú légi fénykép, 2003. május 24., Czajlik Z. felvétele. B: Google Earth felvétel, 2012. május 26

a római császárkorban ismét funerális célokra használták a területet. Ugyanakkor érdemes visszautalni a baksai légi régészeti megfigyelésekre is, hiszen a felsőzsolcai/ongai terepi vizsgálatok alapján érzékelhető, hogy nemcsak a halmok mérete és alakja, hanem a két lelőhely halomárkainak megjelenése is komoly hasonlóságot mutat.

A Hernád-völgy kutatása a halmok légi fényképezésében módszertani szempontból is tanulságos volt. A baksai és a felsőzsolcai/ongai halmok más területek hasonló sírépítményeihez képest is jelentős mérete (50 m körüli átmérő) segítette azonosításukat, környezetük átnézése pedig azoknak a jelenségeknek a felismerését, amelyekre később más halomsírok, így elsősorban a vaskoriak kutatása során is figyelemmel voltunk. Az a tény, hogy az anomáliák elsősorban talaj jelekként voltak láthatók, a későbbi fényképezések időpontjának meghatározásában döntő volt.

6.6.2.3. A vaskúti halmok

Hasonlóan Szentistvánbaksához, a Vaskúttól (Bács-Kiskun vármegye) kb. 1,5 km-re délnyugatra álló halmokat is először Rómer F. publikálta. Nemcsak oldalnézeti rajzot, hanem egy térképvázlatot is készített, amelyen az „A” sírcsoportban öt, a „B” sírcsoportban hat halom szerepel. Az utóbbiaktól délre, a vaskúti földvár déli oldalánál még egy halmot tüntetett fel a szerző (RÓMER 1878, 132). Az első légi fényképes kutatás 2003-ban volt (CZAJLIK 2004b, 29), ekkor az „A” sírcsoport három, ma is álló halma mellett legalább további kettő nyomai mutatkoztak meg (122.A ábra). Az elpusztult halmok világos talaj elszíneződésként észlelhető nyoma a Google Earth felvételeken is látszik, különösen jól a 2012. május 26-án készült képen (122.B ábra). Ez a felvétel elég kontúros ahhoz, hogy mérhető legyen az egykori halmok átmérője, ami az álló halmokhoz hasonlóan 30-35 m lehetett. A talaj jelek alapján felvethető, hogy még legalább egy, azaz összesen három régebben elpusztult halom állt itt, amelyek azonban már Rómer idejében sem voltak terepen észlelhetők. A halmok körül árok-nyom egyetlen esetben, csak a 2012-es GE-felvételen figyelhető meg. A két halomcsoporton kívül ábrázolt magányos halom nyomát a földvártól délre 2004-ben növény-jelek



123. ábra. Sopron – Várhely (Győr-Moson-Sopron vármegye). Halomsír-rekonstrukció a hótakaró alatt. 2018. március 1., Czajlik Z. felvétele

segítségével, légi fényképezéssel azonosítottuk. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a légi régészeti kutatások révén Rómer F. vaskúti felmérési vázlatának minden eleme igazolhatóvá vált (CZAJLIK – HOLL 2015, 66-68).

6.6.2.4. Kora vaskori halmok a Dunántúlon

Amíg a Hernád-völgyében és Vaskúton elsősorban a talaj-jelek megfigyelésére volt lehetőségünk, addig a dunántúli kora vaskori halomsírmézők kutatásában a növény-jeleket jóval komolyabban vizsgáltuk (részletesen lásd: CZAJLIK 2021). Elsősorban a korábbi topográfiai kutatásokból ismert lelőhelyeket és azok környékét dokumentáltuk: Érd / Százhalombatta (Pest vármegye, CZAJLIK 2008, 96-97); Süttő – Sáncföldek (Komárom-Esztergom vármegye, CZAJLIK et al. 2015b); Sághegy környékén Sándorházánál (Vas vármegye, CZAJLIK 2008, 99) és Celldömöknél (közöletlen); Nagyberki – Szalacska (Somogy vármegye, CZAJLIK 2008, 97-98; HOLL – CZAJLIK 2013; CZAJLIK – HOLL 2015, 63-65), Győrújbarát / Nagybaráti (Győr-Moson-Sopron vármegye, WINKLER – CZAJLIK 2018, 327-330, Zalaszántó (Zala vármegye, CZAJLIK 2008, 99-100, CZAJLIK – HOLL 2015, 62-63) Doba és Lovászipatona (mindkettő Veszprém vármegye, 75. ábra). A legtöbb ismert lelőhelyen lehetett új részleteket megfigyelni, - főként a körárkok és a halomtest nyomát, ritkábban



124. ábra. Perkáta – Petrás-dűlő (Fejér vármegye). Felszíni leletek alapján római kori halomsírok nyitott kör-
árkainak nyomai. 1999. június 24., R. Gogúy felvétele, Rupnik L. elemzése (RUPNIK 2014, 2.1. ábra)

(pl. Százhalombattán) a sírkamra maradványait (CZAJLIK et al. 2016, fig. 10).

vármegye) általunk lefényképezett, egyelőre közöletlen halom-nyomokhoz.

Rendszeres kutatásaink ellenére vannak olyan ismert lelőhelyek, amelyek légi fényképezése mindaddig sikertelennek bizonyult (pl. Vasvár, Veszprém vármegye, illetve Vaskeresztes, Vas vármegye). Ezekről a lelőhelyekről ismerünk felméréseket, ennek ellenére egyértelműen halomra, vagy körárokra emlékeztető jelenséget nem tudtunk megfigyelni. Ugyanakkor sok esetben, főként a Kisalföldön fényképeztünk le korábban teljesen ismeretlen, gyűrűalakú jelenségeket (halmok / sírkertek nyomát?) (Veszkény – Keleti-csapásra-dűlő, 2003; Szárföld – Felsőtag; Gyirmót, Mérges - Kurdipusztá, 2015, mind Győr-Moson-Sopron vármegye, WINKLER – CZAJLIK 2018, 331-333). Újrónafőnél és Csapodnál Winkler Móninak sikerült archív légi fényképek segítségével halmokat azonosítani. Utóbbiak csoportjai valószínűleg kapcsolódnak a Hövejnél (mindhárom Győr-Moson-Sopron

A tihanyi (Veszprém vármegye) halmok maradványait ma már csak a téli, havas időszakban készített légi fényképeken lehet jól észlelni (SOÓS 2017, 114). Ugyancsak télen, hóborítás mellett sikerült olyan halmokat megörökíteni, amelyeket vegetációs időszakban nem lehet észrevenni. Ezek azonban az ismert tumulusok közül valók, ráadásul Fehérvárcsurgón (Fejér vármegye) az ásatások máig meglévő nyomai, Sopron – Várhelyen (Győr-Moson-Sopron vármegye) pedig a nem túl meggyőző rekonstrukció segítette észlelésüket (123. ábra). Megjegyzendő, hogy Sopron – Várhelyen helikopterből, a lehető legalacsonyabbról fényképeztünk és így sem sikerült az egyébként jól ismert halmok túlnyomó többségét észlelni. Mindez arra utal, hogy az erdős területeken – ellentétben az erődítések kutatásával – még hóborítás

idején sincs esély a halomsírok légi fényképes dokumentálására. Ez a megfigyelésünk összecseng a nemzetközi tapasztalatokkal.

Magyarországon egyelőre nem ismerünk az árnyékhatás révén megtalált halmokat. Erre főként havas időszakban lenne esély, de ilyen körülmények között kevés felvétel készült még az ismert halomsírmezőkről is: Sopron – Várhelyről és Győrújbarátról (Győr-Moson-Sopron vármegye), Fehérvárcsurgóról (Fejér vármegye) Érd/Százhalombattáról (Pest vármegye) és Süttő – Sáncföldekről, Komárom-Esztergom vármegye). Az O. Braasch által Dél-Németországban többször kihasznált árvízi helyzetben csak egy regölyi (Tolna vármegye) népvándorláskori temetkezést rejtő halomról készült felvétel. A gabona növekedési eltérése alapján a halomtest eddig csak ismert lelőhelyek esetében mutatkozott meg: Süttő – Sáncföldek (Komárom-Esztergom vármegye), Nagyberki – Szalacska (Somogy vármegye), Kővágótöttös (Baranya vármegye).

6.6.2.5. Római kori halmok a Dunántúlon

O. Braasch 1994-ben legalább 16 db gyűrűalakú, 15 – 25 m átmérőjű elszíneződést fényképezett le Écs – Petkevárnál (Győr-Moson-Sopron vármegye). Visy Zs. a felvételt 1997-ben (BÁLEK 1997, 147), római kori halomsírok nyomaként publikálta. Ugyanezen a területen hasonló jelenségek figyelhetők meg a Hadtörténeti Intézet 1950-es, 1955-ös és 1974-es felvételein is (WINKLER 2006, 59, L-33-24-Ad). Légi fényképezéseink során a Petkevárnál és környékén nem tudtuk az elpusztult halmok nyomát megfigyelni, viszont Winkler M. terepi helyszínelése alapján a Petkevár maga egy még álló halomsír lehet, amely mellett további két halom észlelhető. Közülük az egyik nagyobb, laposabb, mezőgazdasági művelés is folyik a területén, ezért jóval nagyobb mértékben pusztul a másik két halomnál. Feltételezhető tehát, hogy a korábban készült légi fényképeken megfigyelhető halom-nyomok és a három nagyméretű halomsír egykor ugyanazon temetőhöz tartoztak. Erre utal az is, hogy a Petkevártól délre terepi helyszínelés során több, 20-30 cm magas, nagyméretű, korong-alakú kiemelkedést ész-

leltünk (CZAJLIK et al. 2007, 123). Jóval később, a Kisalföldön légi fényképpel azonosított halom-nyomok feldolgozása során Winkler M. és Czajlik Z. arra a következtetésre jutottak, hogy az écs-petkevári halmok és halom-nyomok nem térnek el a Kisalföldön újabban nagy számban azonosított halom-nyomoktól, amelyek valószínűleg a kora vaskorba sorolhatók (WINKLER – CZAJLIK 2018).

Olyan, légi felvételek alapján azonosított jelenségeket, amelyek római kori halomsírok nyomai lehetnek, Perkáta (Fejér vármegye) környékéről ismerünk. Először Visy Zs. dokumentált archív légi felvételek alapján gyűrűs szerkezeteket halmok maradványaiként a mikrorégióban, ezek keltezése azonban a terepi adatok alapján kérdéses maradt (VISY 1990). R. Goguy 1999-ben, Perkáta – Petrás-dűlőben fényképezett le olyan gyűrűalakú jelenségeket, amelyek római kori halmok körárkára utalhatnak (124. ábra). A négy körárk átmérője 23,5 – 25 m között változik, szélességük meglepően nagy, 1,5 – 3 m. A dél felé nyitott körárkokon belül Rupnik Lászlóval római kori leletanyagot gyűjtöttünk. A területet a 2000-es évek elején rendszeresen átnéztük a levegőből, így Perkáta határában még további két hasonló lelőhelyet sikerült légi fényképekkel dokumentálni. Ezek a területeken azonban, közvetlenül a körárkos struktúrákhoz kapcsolható leletanyagot nem lehetett gyűjteni. (Az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archivumának a Perkáta környéki halom-nyomokhoz kapcsolható légi felvételeit a fenti megfigyelésekkel együtt Rupnik L. publikálta, RUPNIK 2014). Hozzátehetjük, hogy K. Palágyi S. és Nagy L. a Dunántúl római kori halmairól írott könyvének elterjedési térképe (PALÁGYI – NAGY 2000, 10) alapján próbálkoztunk a dunántúli római kori halomsírok légi fényképezésével, mindeddig azonban nem sikerült őket megfigyelni. Valószínűleg a PLT munkatársai – római koros érdeklődésükből adódóan – még inkább törekedtek ezeknek a lelőhelyeknek a dokumentálására, azonban publikációikban ennek egyelőre nem találtuk nyomát.

Arra a kérdésre tehát, hogy mi jellemzi morfológiai szempontból a római kori halomsírok maradványait és főként arra, hogyan lehet esetleg őket elkülöníteni más korszakok hasonló jelen-



125. ábra. Érd / Százhalombatta – Százhalom (Pest vármegye). A halomsírmező középső és északi része. A: 2014. március 11., Czajlik Z. felvétele; B: 2014. március 14., Google Earth-űrfelvétel

ségeitől, egyelőre nem tudjuk a pontos választ. Ehhez nagyon hiányzik a biztosan római kori lelőhelyek légi fényképes morfológiai képének ismerete, illetve a Perkáta – Petrás-dűlőhöz hasonlóan, terepi adatok alapján egyértelműen keltezhető, légi fényképezéssel azonosított gyűrűs jelenségek nagyobb számban való megismerése. Az utóbbiakkal kapcsolatban talán érdemes megjegyezni, hogy a gyűrűkön felismerhető bejáratot eddig egyetlen kora vaskori nekropolisz esetében sem figyeltünk meg, ellentétben a Perkáta határában légi fényképezett lelőhelyekkel (RUPNIK 2014, 76).

6.6.2.6. Új módszerek a halmok kutatásában

Az utóbbi években, nem kis mértékben a kora vaskori halmok topográfiai kutatása által is ösztönözve, komoly mértékben növekedett a légi régészeti és a kapcsolódó módszerek hatékonysága. A GPS és a digitális térkép-alapú navigáció révén az eddigi gyakorlatnál jóval precízebben lehet repülni. Amíg korábban egy-egy halomsírmező összes halmának/halomnyomának elhelyezkedését pontosan kellett memorizálni a repülésekhez, ma egy-egy újabb halomcsoport már a navigációs adatok alapján, a repülés során jól azonosítható. Ennek a technikai segítségnek fokozott jelentősége van akkor, amikor nem a növényzeti jelek alapján tájékozódunk, hanem a talaj jelek segítségével kell a halmok nyomát dokumentálni. Az utóbbiak bizonytalansága miatt ugyanis nem mindig dönthető el egyértelműen, hogy korábban ismeretlen halmokról van-e szó, viszont általában jól szűkíthető a részletes terepi kutatásra, illetve magnetométeres geofizikai felmérésre érdemes és alkalmas zónák kiterjedése.

I. Kuzma a ferde tengelyű légi fényképezés mellett a Csallóköz nyugati felén eredményesen használta a katonai felmérések mappáit (KUZMA 2012). A digitalizált katonai felmérések egész térségünkben fontos új adathalmazt biztosítanak, erre hívták fel a figyelmet Bődöcs A. és Rupnik L. a százhalombattai és a süttői lelőhelyek kapcsán (BÖDÖCS – RUPNIK 2019). I. Kuzma az elsők között használta fel a Google Earth-en elérhető műholdas felvétele-

ket (pl. Dvorníky / Udvarnok, Szlovákia, 2010; Šoporňa / Sopornya, mindkettő Nagyszombati kerület, Szlovákia, 2010, KUZMA 2013, 201). A Google Earth tanulmányozása Érd/Százhalombatta (Pest vármegye) esetében különösen érdekesnek bizonyult. 2014. március 11-én kivételesen eredményes légi fényképezést végeztünk itt, amelynek során az általában mozaikosan kutatható Battai-löszplató jóformán teljes területén megmutatták a talaj/nedvesség és/vagy növény-jelek a halmokat és a körárkokat (125.A ábra). A 3 nappal későbbi Google Earth-űrfelvételen majdnem ugyanilyen jól látszanak a jelenségek, platformtól függetlenül igazolva a megfelelő időpontban készült felvételek fontosságát a halomsírmzők kutatásában (125.B ábra).

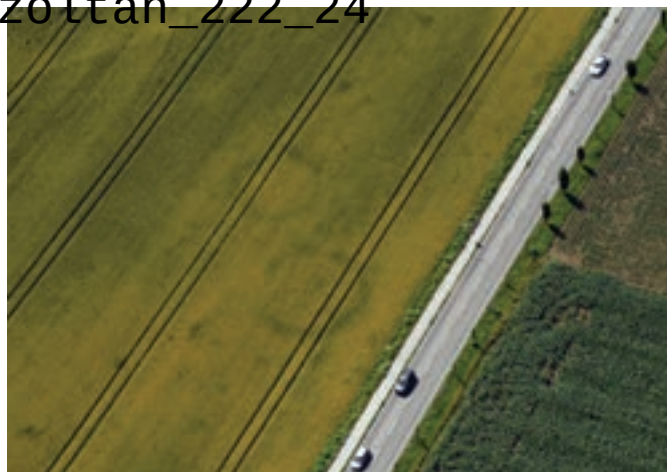
A jóminőségű modern ortofotók is fontos információkat tartalmazhatnak, így került sor a Strettweg (Stájerország, Ausztria) körüli új halomcsoportok azonosítására 2015-ben (TIEFENGRABER – TIEFENGRABER 2019, 86). Mind az űrfotók, mind az ortofotók alkalmazásának a digitalizált alapadatokhoz való könnyű, internetes hozzáférés az alapja, ami ugyancsak az utóbbi évtizedben vált elérhetővé. Komoly segítséget jelent az archív térképészeti célú légi fényképek digitalizálása és világhálós elérése. Így sikerült a magyar-osztrák határon álló Schandorf/Csémi (Burgenland, Ausztria) halomsírmzőt egy 1958-as magyar ortofotón dokumentálni (BÖDÖCS et al. 2019, 86), annak ellenére, hogy az időközben beerdősült terület ma már csak ALS-szel kutatható. A légi fényképek, így az archív ortofotók (CZAJLIK et al. 2019, 193), vagy a drónfelvételek (CZAJLIK et al. 2019, 197) révén terepmodell is építhető, erre szolgáltattak példát a süttői kutatások (RUPNIK 2022).

A 2000-es években megjelenő ALS-technológia nagyon jelentős változást hozott a kora vaskori halmok térképezésében és felkutatásában. Az ismert halomsírok viszonylag kis kiterjedésűknél fogva alkalmasak voltak az új technológia régészeti viszonyok között való tesztelésére (DONEUS – BRIESE 2006, 159-160). A Purbach / Feketevárosi (Burgenland, Ausztria) vaskori erődített telephez tartozó, nyilvántartott halmok száma megkétszereződött (DONEUS



126. ábra. Sopron – Várhely (Győr-Moson-Sopron vármegye). A Bewag Geoservice Gmbh 2007. november 28-i ALS-felmérése alapján a felszínmodell készítetté Király G. (KIRÁLY et al 2012)

et al. 2008), a Lajta-projektben a Maribor – Razvanje közötti am Leithagebirge-i és a Donnerskirchen / Fertőféhéregyházi (mindkettő Alsó-Ausztria, Ausztria) halmokról is új felmérés készült (DONEUS et al. 2015, 56-57). A módszer gyors terjedésével egyre több országban készülnek el és válnak hozzáférhetővé az ALS-alapú terepmodellek, amelyek alapján, főként az erdővel borított területeken, a kora vaskori halomsírműzök, halomcsoportok a korábbinál sokkal jobban térképezhetők. Példaként említhetjük Ausztriából a korábban említett Schandorf / Csém, Burgenland, Ausztria keleti részén álló (a magyar határt érintő) halomsírműzöt (DONEUS – FERA 2019, 145), Stoob /Csáva, Burgenland, Ausztria (KLAMMER et al. 2017, 57) és Nikitsch/Füles, Burgenland, Ausztria (KLAMMER et al. 2017, 60) környékét, illetve a Sulm-völgy (Ausztria) kora vaskori lelőhelyeit (HELLMUTH – KRAMBERGER et al. 2019), Szlovéniából a Poštelai magaslati erődtített település környéki halomsírokat (Habakuk és Pivola zónája, Dráva régió), Čreta (Mozirje régió) kora vaskori erődtített települése és Novine/Bubenberg zónájának (ČREŠNAR et al. 2019), valamint a Cvingeri magaslati telep környékének (Dolenjska régió) felméréseit (MLEKUŽ - ČREŠNAR 2019, 231), Észak-Horvátországból pedig a Kagovaci (Pozsega-Szlavónia megye) lelőhelyet (POTREBICA – RAKVIN 2019, 154). Magyarországon először 2007-ben készült ALS-felmérés,- a Sopron – Várhelyi (Győr-Moson-Sopron vármegye) halomsírműz terepmodelljét Király G. állította elő 2012-ben (126. ábra). Ugyanekkor publikálták Bakonytamási – Hathalom (Veszprém vármegye) ALS-alapú modelljét (STIBRÁNYI 2012, 10). 2013-ban készült el a Pécs – Jakabhegyi (Baranya vármegye) erődtített település és a kora vaskori halomsírműz ALS-felmérése, részletesebb feldolgozását 2017-ben publikálta Gáti Cs. (GÁTI 2017). A közeli kövágótöttösi (Baranya vármegye) halmokról is készült ALS-alapú modell (BERTÓK – GÁTI 2014, 133). A Duna-mente 2013-as, illetve 2017-es árvízvédelmi célú ALS-felmérései biztosítottak lehetőséget az érdi/százhalombattai (Pest vármegye) és a süttői (Komárom-Esztergom vármegye) halomsírműzök domborzati modelljének elkészítéséhez (CZAJLIK et al. 2023, 9. kép; CZAJLIK et al. 2019, 206). A tihanyi (Veszprém vármegye)



127. ábra. Maribor – Razvanje (Szlovénia). Halomsírok körárai az őszi vetésű búzában, kb. 20 m-re egy nagy forgalmú országúttól. 2022. június 25., Czajlik Z. felvétele

gye) halmok ALS-alapú felszínmodelljét Soós B. publikálta (SOÓS 2017, 115).

Az ALS és a légi fényképezés erdős, illetve mezőgazdasági művelés alatt álló területek határára egymás komplementereiként alkalmazható. Halmos temetkezések esetében Siegendorf /Cinfalváról (Burgenland, Ausztria) ismerünk erre kitűnő példát (KLAMMER et al. 2017, 55). Ugyancsak az ALS-re, még gyakrabban a légi fényképezésekre építve jó eredményeket lehet elérni magnetométeres felmérések segítségével. Ez történt Poštela – Habakuknál (Dráva régió, Szlovénia, MEDARIĆ et al. 2019, 117), Kövágótöttösnél (Baranya vármegye, BERTÓK – GÁTI 2014, 134), Érd / Százhalombattán (Pest vármegye, CZAJLIK et al. 2016, 61), Süttő - Sáncföldeknél (Komárom-Esztergom vármegye, CZAJLIK et al. 2019a, 195; CZAJLIK et al. 2019b, 347-351) és Strettweg-nél (Stájerország, Ausztria; CZAJLIK et al. 2017, 353-355; TIEFENGRABER – TIEFENGRABER 2019, 88).

A régi és új felmérések, a légi fényképes és/vagy más távérzékeléses kutatások adatait felhasználva térségünk egyre több halomsírműzjén folynak geofizikai kutatások. Az álló halmok esetében komplex módszerekkel, elsősorban a sírkamra szerkezetét vizsgálták meg Poštelánál (Maribori régió, Szlovénia, MUŠIČ et al. 2018), Kövágótöttös, Baranya vármegye, BERTÓK-GÁTI 2014, 124 és 134), egyre több esetben (Strettweg, Stájerország,

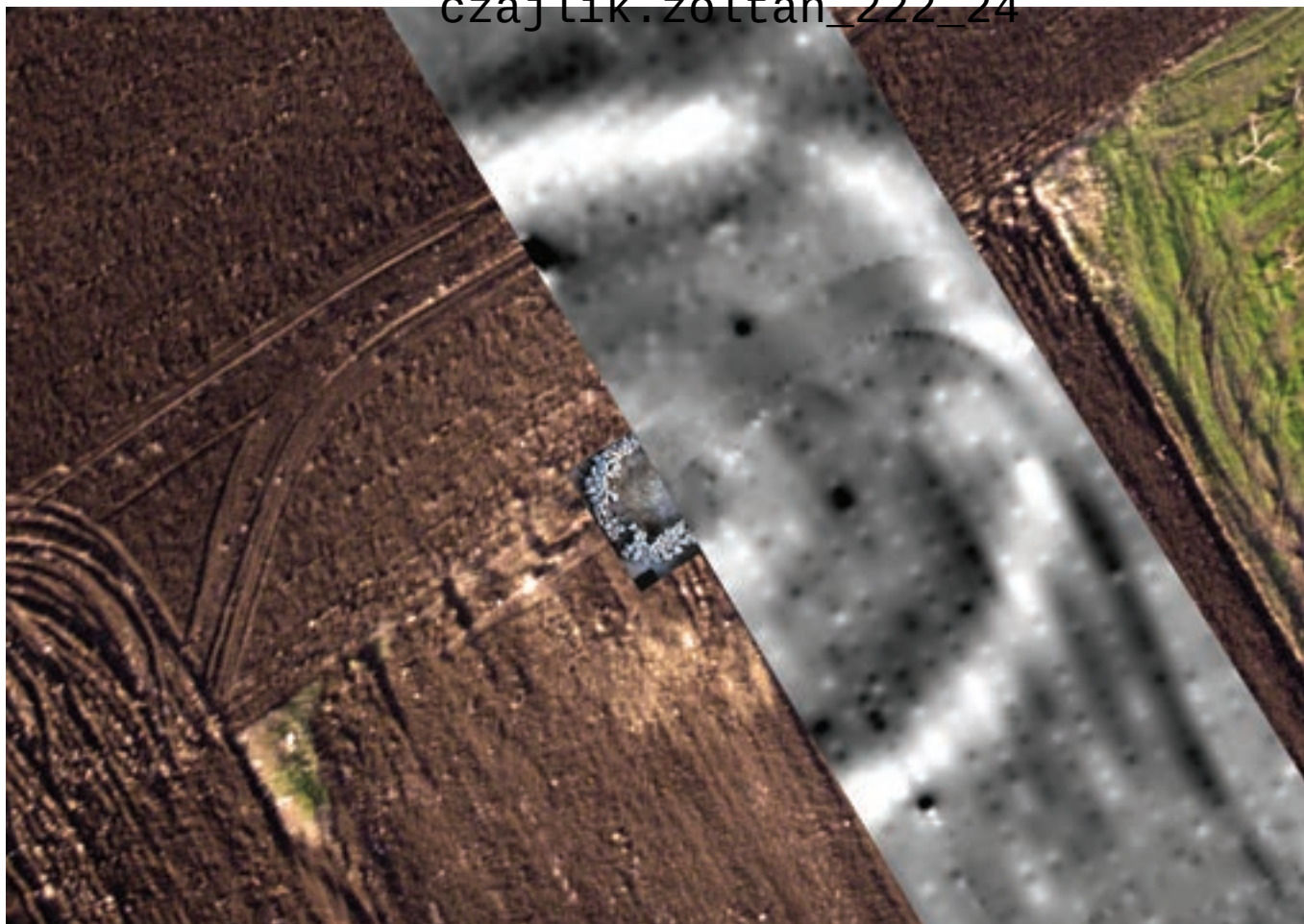
Ausztria, TIEFENGRABER – TIEFENGRABER (gyűrűvel, vagy anélkül) jelentkezik a felvételeken, halomként került interpretálásra. Ugyanezt a logikát követte Torma I. és Virágh D. az Érd/Százhalombattai (Pest vármegye) halomsírmező archív légi fénykép alapú térképének elkészítésekor (DINNYÉS et al. 1986, 229, vö. 57. tábla és CZAJLIK et al. 2016, 59). Munkájuk során helyszíni bejárásokat is tartottak és a térképezett 123 halomból 91 elszíneződést magasság-különbségük (min. 0,2 m) alapján terepen is felismertek. A többiekre vonatkozóan csak légi fényképes adattal rendelkeztek, de az összes halom száma és elhelyezkedése jó egyezést mutatott a Varsányi J. által 1847-ben készített első térképpel. (Megjegyzendő, hogy Virágh D. és Torma I. a légi fénykép alapján további 23 olyan jelenséget is megfigyeltek, amelyek esetleg elpusztult halmok nyomai lehettek, DINNYÉS et al. 1986, 228).

A jól értelmezhető régészeti célú légi fényképezési eredmények közül kiemelendők I. Kuzma vegetációs perióduson kívüli repülései. A különböző időpontokban készült fotóin ugyanis Dolné Janíky/Alsójánok-nál (Nagyszombati kerület, Szlovákia, KUZMA 2012, 84; KUZMA 2007, 22) a halom-testek és a kerítő árkok egyaránt látszanak talaj-elszíneződésként. Ugyanezt tapasztaltuk Érd/Százhalombatta-Százhalomnál (Pest vármegye), a 49-es halom feltárása során (lásd: T. NÉMETH et al. 2016), amikor egy erősen pusztuló tumulusról gyűjtöttünk információkat. A kerítőárokotól a sírkamráig kibontott szelvényben jól meg lehetett figyelni a halomköpenyt. Ez nagyrészt a löszplató sárga anyagából állt, ami jól korrelált a korábbi légi felvételeken a kerítő-árkok egy részén belül jelentkező sárgás elszíneződéssel (128. ábra). Ugyanakkor az 1990-es, 2000-es évek gabonaéréshez igazodó, fent listázott légi fényképezései során sok esetben csak kör, pontosabban gyűrűalakú jelenségeket örökítettek meg a kutatók. Ennek a különbségnek nemcsak a halmok megőrződése, vagy elpusztulása lehet az oka, hanem az is, hogy a növény-jelek leggyakoribb jelentkezéséhez igazodva végzett régészeti célú légi fényképezések során a növényzeti borításnak köszönhetően általában a halomtest nem, hanem csak a halmokat kerítő árkok mutatkoznak meg. Ugyanezeket a jelenségeket, vagyis elsősorban a körárkokat ismerhetjük fel a legtöbb magnetométeres geofizikai felméréseken is (CZAJLIK et al. 2016, 61).

6.6.2.7. A halmok nondestruktív kutatásának tanulságai

Korábban kimutattuk, hogy a mezőgazdasági művelés alatt álló területekről készült légi fényképeken megfigyelhető, halmokra utaló talaj-elszíneződéseknek két alaptípusa mutatható ki: a környezetüknél világosabb, gyakran sötét gyűrűvel határolt korongok, illetve a környezetükhöz képest sötét gyűrűként jelentkező struktúrák, amelyek belseje nem mutat különbséget a gyűrűkön kívüli területhez képest. Amíg az előbbiek esetében az feltételezhető, hogy a belső világos elszíneződést a halomtest maradványai okozzák, addig az utóbbi jelenség halom esetében csak akkor állhat elő, ha árok keretezte, viszont a halomtest anyaga már teljes mértékben eltűnt (WINKLER – CZAJLIK 2018, 326-327).

Már Neogrády Sándornak a szalacsikai (Somogy vármegye) halomsírmezőről készített korai légi fénykép értelmezése (NEOGRÁDY 1948 - 1950, 298) esetében megfigyelhető, hogy nemcsak a fotók alapján jól beazonosítható halmok, hanem minden olyan jelenség, amely korong alakban



128. ábra. Érd/Százhalombatta (Pest vármegye). A 49-es halom három elemű (légi fotó – drónfotó – magnetométeres felmérés) kompozit képe. A légi felvételen a halom anyaga által okozott világos elszíneződés, a drónfelvételeken a T. Németh G. ásatása során feltárt, kőből épített sírkamra, a magnetométeres felmérésen a halmot kerítő árok és – halványan – a halom feltöltése figyelhető meg (Czajlik Z. – Rupnik L. – Pusztai S.)

Utóbbiakkal jól kimutathatók a sírkamrák, feltéve, hogy nem túl magas halomról, azaz nem túl vastag halomtestről van szó. A nagyon lekopott tumulusok esetében előfordul, hogy a sírkamra is észrevehetővé válik a légi felvételeken (CZAJLIK et al. 2016, fig. 10).

A légi fényképezéssel és a magnetométeres geofizikai térképezésekkel ellentétben az ALS-felméréseken elsősorban a halom-test látszik, csak kivételesen, például a felsőzsolcai (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, TÓTH et al. 2022, 2. ábra) tumulusnál, illetve egy nagyobb Sopron – Várhelyi halomnál (Győr-Moson-Sopron vármegye) mutatkozott meg az árkolás nyoma is (CZAJLIK et al. 2012b, 76).

O. Braasch korábban idézett tapasztalataival és a fenti megfigyelésekkel összhangban a kora vaskori nekropoliszok kutatásában a ferde ten-

gelyű légi fényképezéseket az utóbbi 6-8 évben nemcsak a növény-jelek szempontjából fontos időszakokhoz igazodva végezzük, így egyre összetettebb információkat nyerhetünk (vö. 31. ábra). Süttő – Sándorföld „D” halomcsoportja (Komárom-Esztergom vármegye) esetében a halom-testek felismerését segítheti a ferde megvilágítás, illetve a szántóföldi növényzet gyenge növekedése, miközben a halmokat kerítő, a magnetométeres geofizikai felméréseken (CZAJLIK et al. 2019b, 195; CZAJLIK et al. 2019c, 348) egyértelműen kimutatott körárok a rendszeres légi fényképes kutatás ellenére egyetlen esetben, csak az egyik halomnál, mindössze keskeny körvonalként mutatkozott meg. A halmok körül – többek között Süttő – Sándorföldön is (VADÁSZ 1983, 22) – megfigyelt kőkörök további interpretációs problémákat vethetnek fel, amint arra egy ausztriai halom esetében M. Doneus is utalt (DONEUS 2013, 203).



129. ábra. Szabályos körvonalak segítségével észlelhető halomsír(?)nyomok. A: Vaskoriak(?) Szárföldnél (Győr-Moson-Sopron vármegye), 2020. június 30., Czajlik Z. felvétele; B: Római koriak(?) Németkérnél (Tolna vármegye), 2007. június 15., Czajlik Z. felvétele

Az archív felvételek feldolgozásának és a rendszeres légi fényképezésnek köszönhetően számos ismert halomsírmező (Nagyberki – Szalacska, Somogy vármegye; Dolné Janíky/ Alsójányok, Nagyszombati kerület, Szlovákia; Győrújbarát/Nagybaráti, Győr-Moson-Sopron vármegye; Érd/Százhalombatta, Pest vármegye és Süttő, Komárom-Esztergom vármegye) esetében megnőtt a térképezett körárkok száma, amit az utóbbi két lelőhely esetében a magnetométeres geofizikai felmérések jelentősen gyarapítottak. Amint arra azonban már korábban rámutattunk (CZAJLIK et al. 2016, 65), önmagukban a körárkok nem feltétlenül utalnak egykori halmokra, elképzelhető, hogy sírkerteket zártak le, illetve az is, hogy a körárkok átmérőjénél jóval kisebb halom állt a sírkert közepén. A Hallstatt nekropoliszokban újabban azonosított körárkok funkciójának változatosságára vonatkozó feltételezést erősítheti, hogy az igazán roncsoló, nagytáblás mezőgazdasági művelést mindmáig elkerülő Érd/Százhalombattai halomsírmező esetében a precíz domborzati megfigyelésen alapuló 1847-es térkép „mindössze” 122 halmot jelölt be. Ebből 91 az 1970-es években készített térképezéskor még terepen észlelhető volt (DINNYÉS et al. 1986, 228), azaz 135-140 év alatt „csak” 31 halom tűnt el a domborzatból. Ennél a modern légi fényképezéseknek és a magnetométeres geofizikai felméréseknek köszönhetően a halmokat kerítő árkokon kívül jóval több, legalább 250 olyan körárkot figyelhetünk meg itt, amelyek esetében tehát a halomtest már 170 évvel ezelőtt sem látszott (Varsányi J. a felmérése során nem észlelte domborzati eltérésüket), azaz elképzelhető, hogy a gyűrűk egy része más típusú temetkezési konstrukcióhoz tartozott. A biztosan halmos temetkezések nyomainak meghatározása nemcsak Érd/Százhalombatta, hanem minden más, jól kutatott, de talajművelés alatt álló lelőhely esetében fontos/sürgető feladat, a nekropoliszokon belüli mélyebb topográfiai elemzések alapja. Egyelőre azonban – elődeinkhez hasonlóan – a többé-kevésbé ép, általában erdőborításos területeken álló halomsírmezőket érdemes referenciaként használni. Sopron – Várhelyhez (Győr-Moson-Sopron vármegye), vagy Schandorfhoz (Csém, Burgenland, Ausztria) hasonló sűrű beépítésű nekropolisszal a Dunántúlon csak Érd/Százhalombattán (Pest vármegye) számolhatunk, a többi lelőhelyen Nagyberki – Szalacskához (Somogy

vármegye), vagy Süttő – Sáncföldekhez (Komárom-Esztergom vármegye) hasonlóan kisebb-nagyobb halom-csoportok állhattak. Ugyancsak régi felismerés, hogy a halmok egy része a településekre vezető utak mentén állt. Purbach / Feketeváros (Burgenland, Ausztria, DONEUS – BRIESE 2011, 70-71) és Sopron – Várhely (Győr-Moson-Sopron vármegye, CZAJLIK et al. 2012b, 76) mellett Érd/Százhalombattán (Pest vármegye, CZAJLIK et al. 2023, 11. kép) ez az újabb felmérések alapján is jól igazolható.

Komolyabb problémákat vet fel az utóbbi évtizedekben az ismert lelőhelyektől távol, újonnan azonosított körárkos struktúrák (halomsírok?)



130. ábra. Hallstatt halomsíros temetkezések a Dunántúlon és a csatlakozó területeken. Az Iron-Age-Danube adatbázis (<https://www.iron-age-danube.eu/about>, fekete pontok) alapján, kiegészítve szlovákiai (narancssárga pontok) és magyarországi (piros pontok) légi régészeti és topográfiai adatokkal. Az alap-térkép forrása: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pannonian_Basin_geographic_map_blank.svg Ikonact, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons. (Czajlik Z. – Soós B. – Marton Á., 2021)

értelmezése és keltezése (129. ábra). Esetükben ugyanis a feltárásokból származó leletekkel keltezett halmok nem adnak támpontot a jelenségek régészeti korszakhoz való besorolására. Ennek megfelelően, már korábbi közléseinkben is csak azokról a légi fényképeken azonosított körárkokról feltételeztük, hogy elpusztult halmokra utalnak, amelyek átmérője, az árkok szélessége és egymástól való távolságuk megfelelt a Hallstatt halomsírmézökből megismert topográfiai képnek, esetleg régi térképek, dűlőnevek, stb. is egykori halmokra utaltak (pl. Tápszentmiklós – Halomszer-dűlő, Győr-Moson-Sopron vármegye, VISY 2003, 110-111). Hasonló óvatossággal jártak el más kutatók is, - a dunántúliakra nagyon hasonlító, a szlovákiai, ausztriai és szlovéniai, korábban ismeretlen halmokra utaló szabályos körvonalas jelenségek esetében.

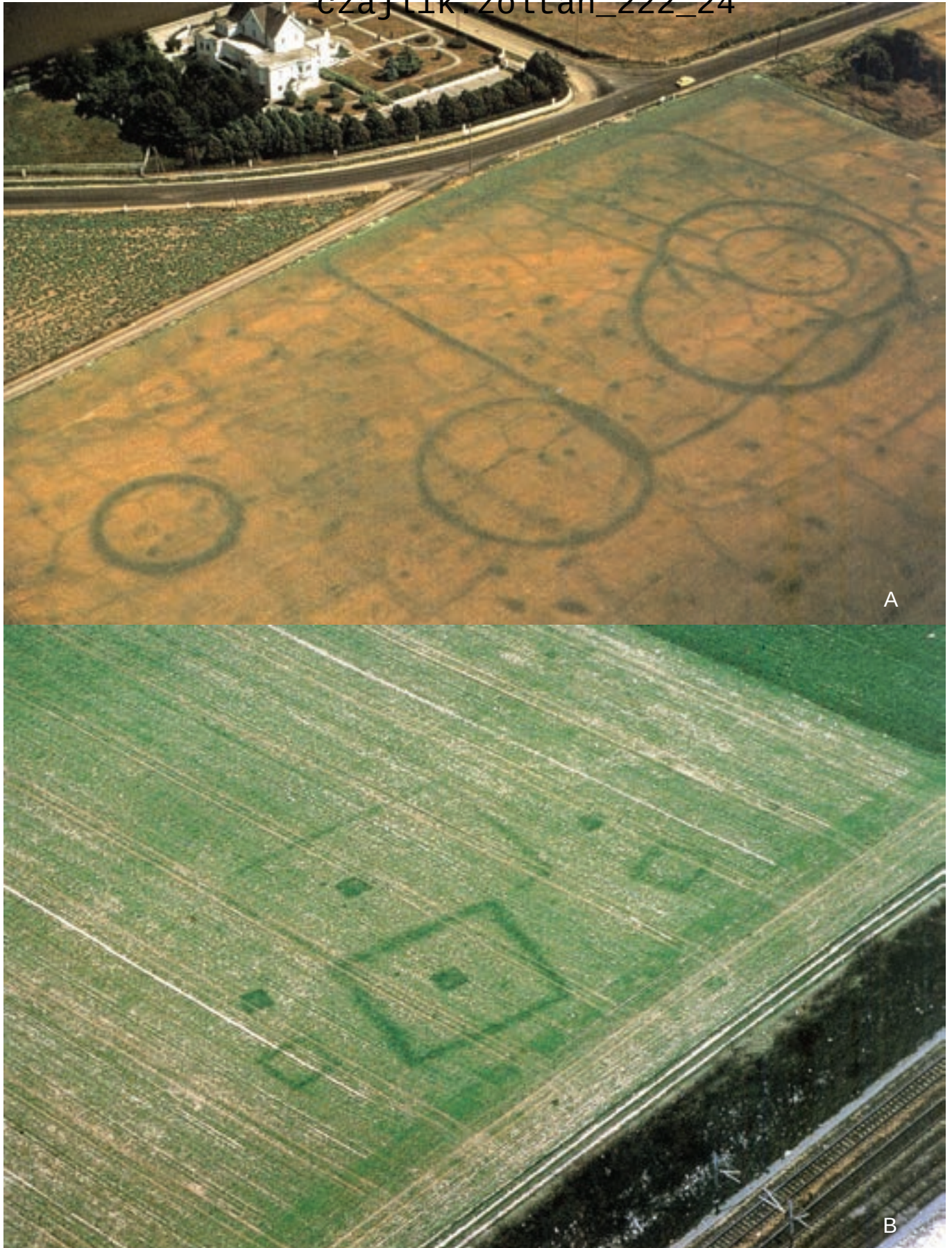
Amíg tehát a régóta ismert nekropoliszokhoz tartozó új sírépítmények keltezésében többé-kevésbé biztosak lehetünk, addig az új körárkos zónák kulturális és időrendi besorolása sok esetben még nyitott. A légi fényképek alapján ugyanis egyelőre nem tűnik megoldhatónak a vaskori és a római kori jelenségek elválasztása egymástól. Nagyon szemléletesen látszik ez Murska Sobota / Muraszombat – Nova tabla (Muravidék régió, Szlovénia) feltárása alapján (TIEFENGRABER 2004, 132; TIEFENGRABER 2019, 429), ahol mindkét korszak kisebb-nagyobb körárkai (halomsíriai?) csoportokat alkottak. Más esetekben a kora és a késő vaskori árokkeretes temetkezések találhatóak meg ugyanazon a lelőhelyen, erre vonatkozóan fontos feltárási adatot köszönhetünk Molnár Attilának Bezi – Faluhely-dűlőből (Győr-Moson-Sopron vármegye, MOLNÁR 2014), ahol a Hallstatt körárkos temetkezések (elpusztult halomsírok?) közé illesztve kelta sírkerteket hoztak létre.

Ha összevetjük B. Teržan 1990-ben (TERŽAN 1990, 209), illetve P. Erzsébet 1993-ban (PATEK 1993, Abb. 5) készült, a Keleti Hallstatt kultúra, illetve a Dunántúl legfontosabb lelőhelyeit (halmos temetkezéseit) bemutató térképeit a ma ismert lelőhely-adatokkal, akkor – topográfiai értelemben – több jelentős változást rögzíthetünk (130. ábra). Ezek egy része nagyfelületű feltárásokhoz kapcsolódik (pl. Murska Sobota – Nova tabla, Muravidék régió, Szlovénia, TIEFENGRABER 2009; Bezi – Faluhely-dűlő, Győr-Moson-Sopron

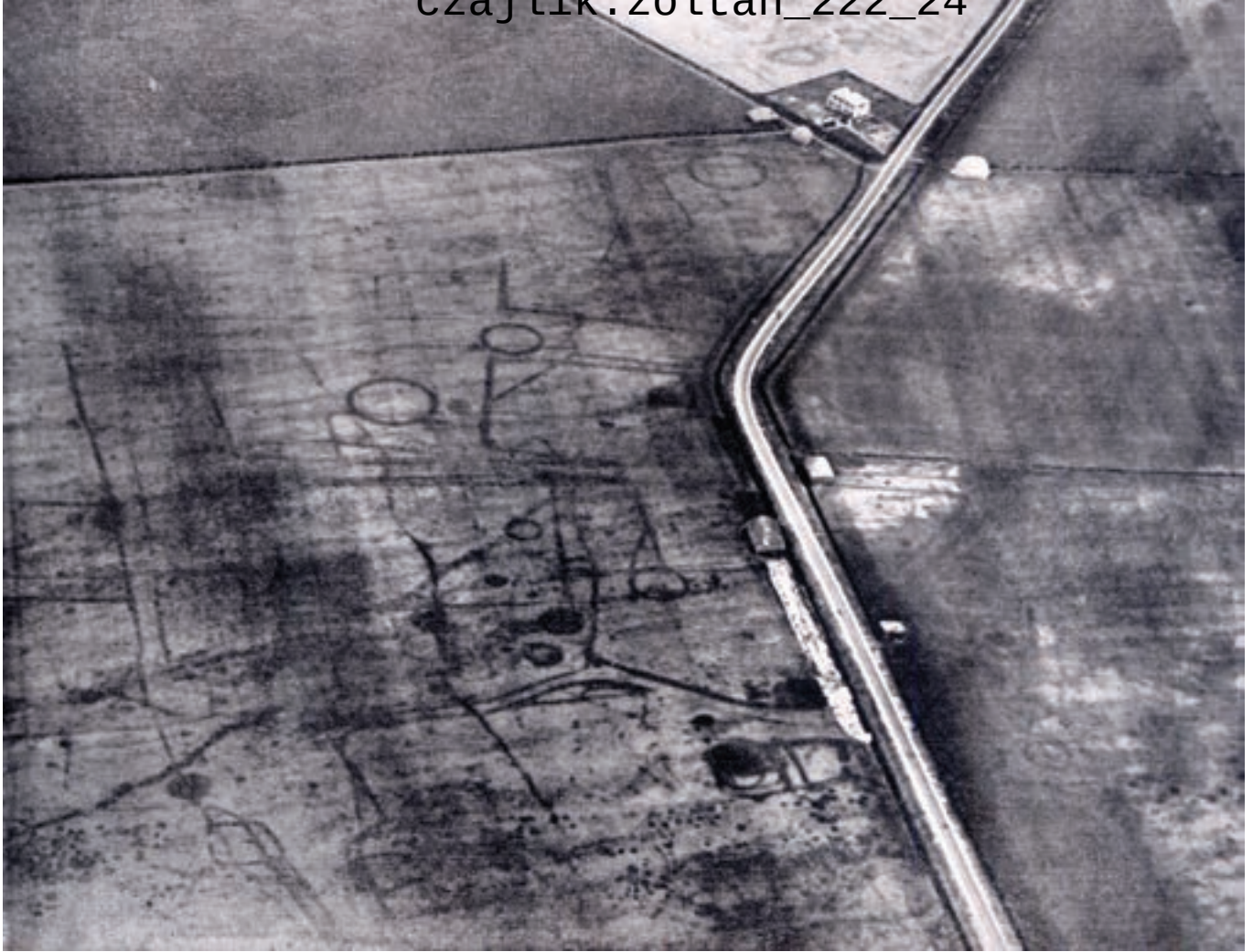
vármegye, MOLNÁR 2014). A friss információ döntő többsége azonban az 1980-as évek végén megindult régészeti célú légi fényképezéseknek, újabban az archív és modern ortofotók feldolgozásának, a légi lézeres szkenneléseknek és az előbbi módszerekre épülő geofizikai kutatásoknak köszönhető. Az új módszerek alkalmazása számos, jól ismert lelőhely (pl. Dolné Janíky/Alsójánok, Nagyszombati kerület, Szlovákia; Strettweg, Stájerország, Ausztria; Győrújbarát / Nagybaráti, Győr-Moson-Sopron vármegye; Süttö – Sánccöldek, Komárom-Esztergom vármegye; Nagyberki – Szalacska, Somogy vármegye; Érd – Százhalombatta, Pest vármegye) esetében többé-kevésbé megváltoztatta a róluk korábban kialakult topográfiai képet, illetve annak bizonyos elemeit. Az ismert halomsírmézők légi fényképes kutatására építve, analógias módszerekkel nagy számban azonosíthatók új, feltételeken a vaskorba sorolható lelőhelyek is, elsősorban a Kisalföldön és a Csallóközben, illetve a Muraközben. A kronológiai bizonytalanságok és az új adatok nagy száma ugyanakkor azt is jelzi, hogy szükség lenne a régió római kori nekropoliszainak modern módszerekkel elvégzett topográfiai feltérképezésére is.

Ez az információ-bővülési folyamat Németországban és főként Franciaországban már az 1970-es évek 2. felében megkezdődött és számos fontos tanulással járt. A légi fényképezéssel azonosított lelőhelyek jövője szempontjából súlyos felismerés, hogy az igazán jól, éles határokkal kirajzolódó növény jelek általában az adott jelenség/lelőhely pusztulásának végső fázisára utalnak. Módszertani érdekesség, hogy analóg jelenséget a geofizikai felmérések során is megfigyeltek. A vixi (Burgundia, Franciaország) halomsírok közül a 6-os számúnak a magnetométeres felmérését a feltárás során 20 cm-rel mélyebben megismételték és a korábbinál élesebb képet kaptak (OSTEN – WOLDENBURG 2011, 126). Ez azt jelenti, hogy a feltöltődött körárkok és a természetes háttér szuszceptibilitásának különbsége lefelé egy darabig ugyanúgy nő, mint a növényzet növekedési eltérése az eltemetett árok, illetve a drasztikus szántóföldi művelés következtében már erősen pusztuló területek fölött.

Ennek köszönhető, hogy mind a légi fényképes, mind az arra épülő magnetométeres geofizikai kutatások, sőt részben a modern, nagyfelületű feltárások esetében is a – sírgödör mellett – a



131. ábra. Növény-jelek révén észlelhető bronzkori (körvonalas, A) és kelta (törtvonalas, B) sírkertek. A: Conchil-le-Temple (Pas de Calais, Franciaország), R. Agache felvétele (BRÉART 1999, 12). B: Tartigny, Le Chemin des Moulins (Oise, Franciaország), R. Agache felvétele (BRÉART 1999, 18)



132. ábra. Lynch Hill, Oxon, Nagy-Britannia. Temetkezések a bronzkorból (zárt körvonalak) és a vaskorból (négyzetes, zárt vonalak és sűrűn egymás mellett elhelyezkedő sír(?)gödrök nyoma). 1934. június 16., Allen őrnagy felvétele

leggyakrabban megfigyelhető jelenséget a körárkok jelentik, amelyek alapján azonban – véleményünk szerint – nem mindig lehet egyértelműen halmos temetkezésekre következtetnünk. A csak légi fényképeken azonosított új lelőhelyek esetében kérdések merülhetnek fel a keltezéssel kapcsolatban is. Amíg az utóbbi probléma akár terepbejárásokkal és szondázó ásatásokkal is feloldhatónak tűnik, addig a Hallstatt halomsírmezőkön esetlegesen kialakított sírkertek, a nekropoliszok egykori megjelenése, a halmok körüli jelenségek részletes megismerése jóval komplexebb megközelítést igényel. Ennek egyik fontos eleme a szisztematikus légi fényképezések folytatása, nemcsak a növényzeti jelek észlelése szempontjából kitüntetett jelentőségű kora nyári időszakokban, hanem a teljes vegetációs ciklusban.

6.6.3. Az árokkeretes és sík temetkezések

6.6.3.1. A temetkezések azonosítása Nyugat-Európában

A szabályos körvonalak, különösen, ha közepükön kitöltött téglalap/négyzet van, nemcsak halmos, hanem egyszerű körárkos temetkezésre, azaz sírkertre is utalhatnak. Még inkább így van ez, ha az árokkeret is szabályos törtvonalból, azaz négyzet-, vagy téglalap-alakú árokból áll. Nagy-Britanniában, vagy Franciaországban a körárkos sírkerteknek(?) köszönhetően a bronzkori/késő bronzkori nekropoliszokat sok régióban könnyebb észlelni a levegőből, mint az egykorú településeket. Példaként Burgundia északi részét említjük, ahol már az 1950-es végétől számos lelőhelyet azonosítottak. 52, különböző nagyságú körárkával Brienon-sur-Armançon, les Terres de Noël (Yonne, Franciaország) az egyik legna-



133. ábra. Hochzoll, Bajorország, Németország. Késő bronzkori urnatemetkezések nyoma körvonalas árokkerettel. O. Braasch felvétele (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 238-239)

gyobb bronzkori nekropolisz (MORDANT 2004, fig. 57). La Chapelle-sur-Oreuse, les Terres de la Pommeraie (Yonne, Franciaország) lelőhelyen a bronzkori sírok mellett négyszögletes árokkerettel megépített Hallstatt temetkezéseket (MORDANT 2004, fig 58), Villeneuve-la-Guyard, les Falaises de Prépoux (Yonne, Franciaország) zónájában pedig a késő bronzkori körárkos struktúrák mellett Hallstatt és kora La Tène sírokat is feltártak (MORDANT 2004, fig. 60). Északnyugat-Burgundiához hasonlóan általában körárkok keretezik a bronzkori sírokat és négyszögletes sírkertek(?) épültek a kora és a késő vaskorban Champagne-Ardenneben (LAMBOT 1996). Amíg Burgundiában a bronzkori, addig Champagne-Ardenneben inkább a vaskori nekropoliszok esetében került sor kontroll-ásatásokra. Ezek eredményei egész Franciaországra kiterjeszthetők: a körvonalas és törtvonalas növényjelek alapján a funerális struktúrák felismerhetők és általában jól keltezhetők a bronzkorra, illetve a Hallstatt és a kelta korra (131. ábra).

Említettük, hogy a II. világháború előtt használt légi fényképezési technika a kisebb kiterjedésű,

ezen belül főként a pontszerű régészeti jelenségek azonosítására a függőleges kameratengely és a nagyobb repülési magasság miatt valószínűleg csak szerencsés szituációkban volt alkalmas. Példaként a Lynch Hillnél (Oxon, Nagy-Britannia, BUTTLER et al. 1938, 38) felderített vaskori temetőt mutatjuk be, ahol a sírgödrök felderítését valószínűleg a nagyobb bronzkori árokkeretek és egy messziről feltűnő árokrendszer nyomai segítették (132. ábra). Hasonló összefüggést lehet feltételezni Gurgy – la Traîne (Yonne, Franciaország) 1967-ben felfedezett bronzkori körárkos temetkezéseinél (DELOR 2004, 61. ábra). A repülés során a fotós, R. Krapps először valószínűleg az árokkereteket észlelte, amelyek segítségével azonban a téglalap alakú kitöltött területeket, azaz a csontvázas sírok gödreit is felfedezte és megörökítette. (A lelőhelyet J.-P. Delor 1995-ben feltárta, ezért ismerjük pontosan a képen megfigyelhető jelenségek régészeti háttérét.) A gurgy-i sírokról színes felvételek készültek, ami segíthette a dokumentálást. Elképzelhető, hogy a jobb minőségű színes filmek elterjedésének is szerepe volt e nehezen felderíthető jelenségek rögzítésében.



134. ábra. Kirchheim, Bajorország, Németország. Késő római családi temető 17 csontvázas sírral. O. Braasch felvétele (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 254-255)

zítésében, hiszen az 1962-től forgalmazott, 64 ASA érzékenységű Kodakchrome II filmmel már élesebb képeket lehetett csökkenő megvilágítás mellett is készíteni. Közvetett módon jelzi a korai kutatások nehézségeit, hogy – amint azt korábban írtuk – a sírokhoz hasonló méretű foltokból felépülő oszlopos szerkezetű épületeket is csak az 1970-es évektől kezdtek dokumentálni. A gurgy-ihez hasonló jelenségeket publikált Hochzollból (Bajorország, Németország) O. Braasch (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 238-239). Az 1982-ben, vagy korábban készült kép az autók vetett árnyéka alapján késő délutáni, ugyanakkor mind a színeltérés, mind a magasságkülönbség rendkívül kicsi, ezért feltételezésünk szerint

viszonylag alacsonyról kellett exponálni. Ez a kép részletgazdag rajzolatain is látszik, a fotó elkészítésének pillanatában a terep feletti magasság a szokásos 300 m-nél lényegesen kevesebb, legfeljebb 150 m lehetett (133. ábra).

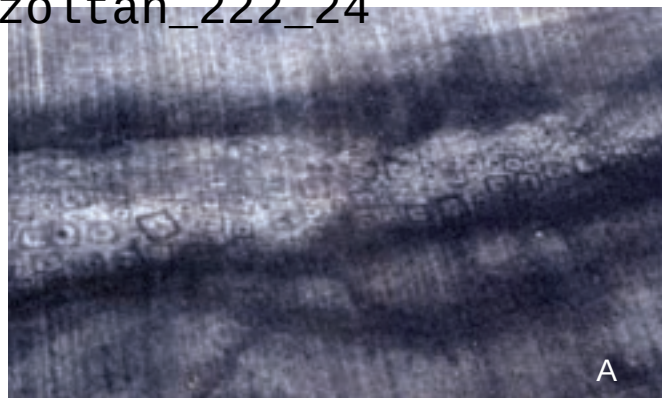
O. Braasch nagyon képzett pilóta volt, repülőit egyedül vezette és közben fényképezett. Számos további képe alapján nem kizárt, hogy rendszeresen fotografált alacsonyabbról, mint kortársai. Könyvében egy sor további csontvázas, sőt égetéses temető szerepel, ezek esetében – hasonlóan Hochzollhoz – vannak nagyobb, „rávezető” objektumok. Egy-két további esetben is észlelhető az alacsonyabb fotómagasság, mindez azonban nem jelenti

azt, hogy a munkamagasságot, vagyis a repülés közben használt terep feletti távolságot is csökkentette volna. Ez egyedül az 1980. július 22-én fényképezett kircheimi (Bajorország, Németország) késő római temető esetében merülhet fel, amelyen csontvázas sírok kis csoportja (17 db) ismerhető fel (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 254-255). A képen nincsenek nagyobb, feltűnő jelenségek, a sírok száma sem nagy, azaz semmi sem segíthetett a sírok nagyobb magasságból való észlelésében (134. ábra). A fentiek alapján nem zárható ki, hogy O. Braasch bizonyos (síkvidéki?) régiókban időnként (pl. a korábbi felvételein megfigyelt gyanús anomáliákat ellenőrizendő) csökkentette a munkamagasságot annak érdekében, hogy a sírokat és a hasonlóan kisméretű régészeti jelenségeket felderíthesse. Nem lehet ugyanis véletlen, hogy az első nagyobb számban publikált felvételek ezekről a morfológiai típusokról egész Európában hozzá fűződnek.

A csak sírgödrökből álló temetkezések légi fényképezése tehát még a tapasztalt szakemberek számára is komoly kihívást jelent. Ennek alapvető oka az egyes sírok kis mérete (kb. 2x1 m, égetéses temetkezéseknél még kisebb, akár 1x1 m), ami miatt önálló jelenséggként általában nem is lehet őket megtalálni. Kisebb, vagy nagyobb csoportjuk már feltűnő lehet, ezt példázza a frohsdorfi (Alsó-Ausztria, Ausztria, DONEUS 2013, Abb. 34) 300 síros avar temető is.

6.6.3.2. A temetkezések azonosítása a Kárpát-medencében

Az 1990-es években Magyarországon dolgozó légi régész specialisták közül tudomásunk szerint először 1992-ben O. Braaschnak sikerült Jászkisérnél (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) részben körárkos, részben egyszerű sírgödrös(?) temetkezéseket azonosítani (KULCSÁR 1998, borító). Ugyancsak ő fényképezett le egy nagy sírszámú népvándorláskori(?) temetőt a Balatontól D-re (Somogy vármegye?) 1993-ban (BRAASCH 1999, fig. 13). Korábban említettük, hogy egy 1994-es, Balatonszárszónál (Somogy vármegye) készült felvételen kivehető egy középkori templom foltja, a templom körüli temető(?) és az azt körülzáró árok nyoma (BÁLEK et al. 1997, 144). Jól látszanak a sírok az ugyancsak



135. ábra. Vaskori árokkeretes temetkezések Európából légi felvételeken. A: Grindale parish (Yorkshire Wolds, Nagy-Britannia, STOERTZ 1997, fig 16); B: Grézac (Charente-Maritime, Franciaország, J. Dassié felvétele, DELÉTANG 1999, 36); C: Říp-hegy, Csehország, M. Gojda felvétele, GOJDA 2020, 134)



136. ábra. Jánossomorja (Győr-Moson-Sopron vármegye). Négyzetes árokkeretes (és körárkos), feltehetően vaskori temetkezések nyoma. 2000. június 18., Czajlik Z. felvétele

1994-ben fényképezett csákberényi (Fejér vármegye) temetőnél (BÁLEK et al. 1997, 145). O. Braaschnak ez a felvétele abból a szempontból különösen fontos, hogy a 450 síros avar temetőről László Gy. feltárásai (SZENTPÉTERI 2017) alapján már korábban is lehetett tudni, azaz a fotókon látható sírok keltezése nem volt kérdéses. 1997-ben egy soros temető sírjait ugyancsak ő találta meg Lovasberény (Fejér vármegye) mellett (SZABÓ 2016, 174), csakúgy, mint a sárháti (Baranya vármegye) és a jászberényi (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) árokkeretes sírokat. Eredményes repülései minden bizonnyal összefüggésben voltak azokkal az 1980-as években kialakított módszerekkel, amelyeket a kisebb bajorországi nekropoliszok fent bemutatott felderítése során kifejlesztett. További adalék, hogy a térségben Szlovákiában is tudott hasonló lelőhelyeket felderíteni. 1995-ben Mužla/Muzsla (Nytirai kerület, Szlovákia) határában egy legalább 300 síros avar temetőt azonosított (BÁLEK et al. 1997, 135).

Az 1993-ban indult magyar-francia légi régészeti kutatási program egyik fontos célkitűzése volt bizonyos dunántúli kelta temetkezések azonosítása. Ezeknek a lelőhelyeknek (Dinnyés, Fejér vármegye; Halimba, Jutas, Litér, Taliándörögd, Tapolca-Szentkút, mind Veszprém vármegye;

Potypusza – Csehimindszent, Vas vármegye) a pontos lokalizációja nem ismert, jellemzően vésett díszű kardot tartunk nyilván az adott települések határából (SZABÓ – PETRES 1992). Bár kevés hazai feltárásból (pl. Ménfőcsanak, Győr-Moson-Sopron vármegye, UZSOKI 1987, fig. 2, fig. 26; Lovasberény – Alsó Telek, Tsz homokbánya, Fejér vármegye, PETRES 1988), de már akkor is ismertek voltak Magyarországon az Európa kelták által lakott részre jellemző, a kisméretű szabályos törtvonalak révén jól meghatározható négyzetes árokkeretes temetkezések (135. ábra). R. Goguey is erre a tapasztalatra épített, ezért tartotta keltának az Újszásznál (Pest vármegye) azonosított szabályos törtvonalas jelenségeket (GOGUEY 1997, fig. 5), illetve ez vezetett a Nagykarcsony – Ménesmajornál (Fejér vármegye) 1993-ban lefényképezett kör- és négyzet alakú árokkeretek szondázó ásatásához. Az utóbbi lelőhely esetében bebizonyosodott azonban, hogy feltehetően egy közeli középkori településhez tartozó karámrendszert sikerült lefényképezni kelta temetkezések helyett (RACZKY et al. 2002, 136-137). Az első hazai, feltehetően kelta négyzetes árokkeretes sírok felderítése végül 8 év kutatás után 2000-ben, Jánossomorjánál (Győr-Moson-Sopron vármegye) sikerült Czajlik Zoltánnak és R. Goguey-nek (136. ábra). Megjegyzendő, hogy

ugyanebben az évben azonosította O. Braasch Tápszentmiklós mellett az első körárkos sírokat (VISY 2003, 2. kép), amiről 2003-ban derült ki, hogy egy, a jánossomorjaihoz nagyon hasonló (négyzetes és köríves árokkeretekkel és égetéses sírokkal jellemezhető) nekropoliszról van szó (BRAASCH 2010, Abb. 14).

R. Goguey már 1993-ban lefényképezett két kis-méretű, bronzkori(?) temetkezéshez tartozó körárkot Nagybjacsnál (Győr-Moson-Sopron vármegye, GOGUEY – SZABÓ 1995, 68), 2000-ben pedig szarmata körárkos sírokat dokumentált Kiskunlacházánál (Pest vármegye). Az 1996-os Siófok/Balatonkiliti európai légi régészeti kurzus (AATW) egyik résztvevője Bedegkérnél (Somogy vármegye) örököltette meg egy Árpád-kori templom maradványait, mellette nagy sírszámú temetővel (SZABÓ 2016, 152). Ugyanennek a programnak a keretében sikerült az alsóhetényi (Tolna vármegye) késő római belső erőd közelében a római kori sírkamrák azonosítása (SZABÓ 2016, 166), illetve Jászteleknél (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) körárkos temetkezések dokumentálása (SZABÓ 2016, 137).

Összegezve a leírtakat, a külföldi specialisták által dominált 1992-2000 közötti periódusban a Magyarországon légi fényképezéssel azonosított temetők száma legalább 13 db. Ez nem tűnik soknak, ugyanakkor rendkívül értékes tapasztalatokat jelentett az akkor legnehezebben azonosítható lelőhely-típus levegőből való kutatásában, ami a következő évtizedekben hasznosult igazán.

2001-ben Hajdúszovát – Cenzus-földnél (Hajdú-Bihar vármegye) sikerült szarmata temetkezések körárkait lefényképeznünk (CZAJLIK 2003b), amit 2002-2004 között további 18 alföldi árokkeretes nekropolisz azonosítása követett (CZAJLIK 2005, 2. táblázat). Az első csontvázas temetőket 2003-ban Pápánál, illetve Vaszarnál (mindkettő Veszprém vármegye) örököltettük meg. A tapasztalatok bővülésével az újonnan észlelt nekropoliszok száma évről évre emelkedett, 2009-ben egyetlen szezonban elérte a 30-at. Ebben közre játszott, hogy 2000-2003 után 2007-2010 között is kedvezők voltak a körülmények a csontvázas/égetéses temetkezések észleléséhez. Ez mutatkozik meg O. Braasch Szabó M. által közreadott légi fotói révén is. Mind a körárkos (pl. Cegléd,



137. ábra. Tápszentmiklós (Győr-Moson-Sopron vármegye). Négyzetes árokkeretes (és körárkos), feltehetően vaskori temetkezések. O. Braasch felvétele, BRAASCH 2010, Abb. 14)

Nagykátá, Tápiószentmárton és Farnos, Pest vármegye; Jászberény, Jász-Nagykun-Szolnok vármegye; Felgyő, Csongrád-Csanád vármegye), mind a csontvázas (pl. Tápszentmiklós, Győr-Moson-Sopron vármegye; Bársonyos, Komárom-Esztergom vármegye; Csákvár, Fejér vármegye; Lajosmizse és Kiskunhalas, Bács-Kiskun vármegye) temetőket ezekben az időszakokban készült felvételek alapján ismerhetjük meg (SZABÓ 2016). Feltűnő, hogy az O. Braasch által közölt magyarországi infra fotók jelentős része temetkezéseket (Balaton D, Somogy(?) vármegye, BRAASCH 2003, Abb. 4; Iváncsa, Fejér vármegye, BRAASCH 1999, fig. 14; Tápiószentmárton, Pest vármegye, Abb. 9; Újszilvás, Pest vármegye, BRAASCH 2010, Abb. 13; Tápszentmiklós, Győr-Moson-Sopron megye, BRAASCH 2010, Abb. 14) ábrázol (137. ábra). Nekropolisz-kutatásainak eredményességében a korábban kimutatott, Magyarországon is alkalmazott alacsonyabb repülési magasság mellett tehát szerepe volt az általa nagyon kedvelt hamis színes infra filmek használatának is (BRAASCH 2010). A 2007-2010 közötti jó periódus Szabó M. kutatásait is segítette, Várongnál, Tolna vármegyében; Soponyánál és Polgárdinál, Fejér vármegyében sikerült csontvázas sírokból álló temetőket azonosítania.

2012 után kizárólag saját adatokkal rendelkezünk a légi fényképezéssel dokumentált magyarországi nekropoliszokról. A kevesebb repülés miatt a korábbi kutatási periódushoz képest a megfigyelésükre alkalmas években



138. ábra. Jászapáti – Kakukk-dűlő (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye). Kiemelkedő méretű szarmata(?) körárkos temetkezések. 2004. június 20., Czajlik Z. felvétele

is valamelyest csökkent az újonnan azonosított temetők mennyisége: 2013-ban 17 db, 2015-ben 17 db, 2016-ban 20db, 2017-ben 13db és 2021-ben 11 db. Ezek a számok véleményünk szerint továbbra is jól tükrözik az észlelési lehetőségeket, ráadásul egyre több régióból ismertünk meg légi fényképezéssel dokumentált temetkezéseket.

Az adatok bővülése kisebb kontroll projektek elvégzését is lehetővé tette. Bikács - Marhaál-lásnál (Tolna vármegye, CZAJLIK 2010, 90) a keleti keltákra jellemző csontvázas/hamvasztásos sírokat és környezetüket 2008-tól 2019-ig gyakran fényképeztük, továbbá elkészült a temető magnetométeres felmérése és négyzethálós terepbejárása is (GERGÁCS 2017). Veszvény – Sírhegy (Győr-Moson-Sopron vármegye) zónájában a 2009-től folyamatosan végzett légi régészeti felderítésnek köszönhetően ma már három különböző korszakból három eltérő rítusú (hamvasztásos, árokkeretes és csontvázas) temetőt ismerünk. A temetők számának korábban nem tapasztalt mértékű

növekedésére a legjobb példát Várong (Tolna vármegye) jelenti, ahol hat avar temetőt azonosított Szabó M., amelyek esetében terepi kontroll-kutatásra is sor került (SZABÓ et al. 2018).

Fordított sorrendben zajlott a légi felvételek és a terepi adatok összevetése Sárísápnál (Komárom-Esztergom vármegye). A Sápivölgyben öt lelőhely (MRT 5.19/7-11.) volt ismert (HORVÁTH et al. 1979, 305-306). A légi fényképezés az egybefüggő gabona-területet kihasználva a völgy északi oldalát érintette. Ennek alapján az MRT 5/19/7. lelőhelyén a római kori/Árpád-kori/középkori falu helyett/mellett csontvázas temető azonosítható. A légi felvételek a völgy északi oldalán további két olyan csontvázas temetőt jeleznek, amelyeket Sárísáp határának bejárásakor nem tudtak azonosítani. A nagy, egybefüggő, homogén megjelenésű gabonátbla részletes vizsgálata ugyanakkor azt is igazolta, hogy a völgy északi oldalán további lelőhelyekkel nem kell számolnunk.

Hasonló elemzéseket más hazai területeken is el lehetne végezni. Példaként a Jászság déli részét hozzuk, ahonnan mind az ELTE, mind a PLT rengeteg, többségében a szarmatákhoz kapcsolható árokkeretes nekropoliszról rendelkezik adatokkal (138. ábra), csak a terepi információkkal való összevetés hiányzik. Visszaülve ugyanakkor a jelen fejeztünk elején felvetett problémára, ma már több olyan mikrorégiót ismerünk (Várong Tolna vármegyében, Veszény Győr-Moson-Sopron vármegyében és Sárísáp Komárom-Esztergom vármegyében), ahol az adatok alapján a légi fényképezés a terepbejárásos módszerrel nem, vagy csak korlátozottan azonosítható temetkezések kimutatására is képesnek bizonyult.

Az első kutatási periódus (1992-2000) legnagyobb jelentősége a temetkezések kutatása szempontjából abban állt, hogy a légi fényképezés lehetőségeire felhívta a figyelmet. Ez nem volt magától értetődő, hiszen erdélyi és bánáti kutatásaink során ezt a lelőhelytípust csak nagyon ritkán és akkor is elsősorban a halmokat tudtuk megtalálni, sőt Ausztriát és Szlovákiát kivéve egyetlen környező országból sem ismerjük csontvázas/égetéses (nem árokkeretes!) temetkezések publikált légi felvételeit. A 2000-es években az egyre több közölt jelenség és a saját adataink alapján már arra is lehetőségünk nyílt, hogy részletesebb elemzéseket végezzünk el, a morfológiai típusokat és azok régészeti értelmezését meghatározzuk. Az interpretációban és gyakran a jelenségek keltezésében a feltárási adatok mellett sokat segít az adott régióra általánosan jellemző temetkezési formák ismerete. Elsősorban a Dunántúlon vannak azonban olyan temetkezési jelenségek, amelyek pontos megfeleltetése a feltárási és/vagy egyéb régészeti adatokkal egyelőre nem oldható meg.

A kedvező hazai adottságok ellenére a halomsírműzők kivételével valamennyi temetkezésre igaz, hogy kizárólag növény-jelek, azon belül is általában őszi vetésű árpa/búza segítségével azonosíthatók. Ez azt jelenti, hogy a sírgödrös (csontvázas/égetéses) temetők, illetve a bronzkori, kora vaskori, kelta, római kori és szarmata kori árokkeretes nekropoliszok légi fényképes kutatása minden szezomban

rendkívül erősen függ ezeknek a szántóföldi gabona-növényeknek az állapotától. Csapadékszegény időjárás esetén megfigyelhetők a temetők, esősebb években viszont nem mutatkoznak meg. Előbukkanásuk, vagy hiányuk a kora nyári időszakban, egy-egy régióban egyfajta indikátora az adott periódusban várható kutatási lehetőségeknek.

6.6.3.2.1. Árokkeretes temetkezések

Mind a külföldi, mind a hazai kutatóknak viszonylag nagy számban sikerült azonosítani kisméretű körárkokra utaló, pozitív növényzeti elszíneződéseket. Fontos kiemelni, hogy a Dunától keletre ezek közepén általában téglalap-, ritkábban négyzet-alakú folt figyelhető meg (139. ábra). További jellemzőjük, hogy tizesével-huszasával, esetenként még nagyobb mennyiségben található meg egy-egy lelőhelyen. O. Braasch, a pécsi Légitégészeti Téma és az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Légitégészeti Archívuma a Dunától keletre eddig 20 lelőhely felvételeit publikálta. Egyszeres körárkokkal övezett sírokat ismerünk a következő területekről: Jászvásár, 1992 (KULCSÁR 1998, borító); Jászvásár, mindkettő Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, 1996 (BRAASCH 2003, 57); Tápiószentmárton, Pest vármegye, 1996 (SZABÓ 2016, 171); Jásztelek, 1996 (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, SZABÓ 2016, 137); Sárhát, Baranya vármegye, 2002 (BRAASCH 2003, 65); Jászberény – Erős-tanya, 2002 (CZAJLIK 2004a, 166) és Jászfelsőszentgyörgy – Hentallér, 2002 (CZAJLIK 2004a, 166); Jászberény – Alsó Muzsaj, 2003 (CZAJLIK 2004b, 121); Jászberény, 2003 (SZABÓ 2016, 142); Jászapáti – Alsó Nyomás, mind Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, 2004 (CZAJLIK 2005, 136); Szalkszentmárton – Városalja-dűlő, Bács-Kiskun vármegye, 2008 (CZAJLIK et al. 2009, 123); Jászberény, Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, 2009 (SZABÓ 2016, 170), és Nagykáta, Pest vármegye, 2009 (SZABÓ 2016, 171); Besenyőtelek – Zsiga-dűlő, Heves vármegye, 2010 (CZAJLIK et al. 2012, 128) és Dömsöd – Szent Tamás-dűlő, 2010 (CZAJLIK et al. 2012, 127) és Cegléd, mindkettő Pest vármegye, 2014 (SZABÓ 2016, 145). 2004-ben Jászapáti – Fácántelegnél és Kakukk-dűlőben (mindkettő Jász-Nagykun-Szolnok vár-

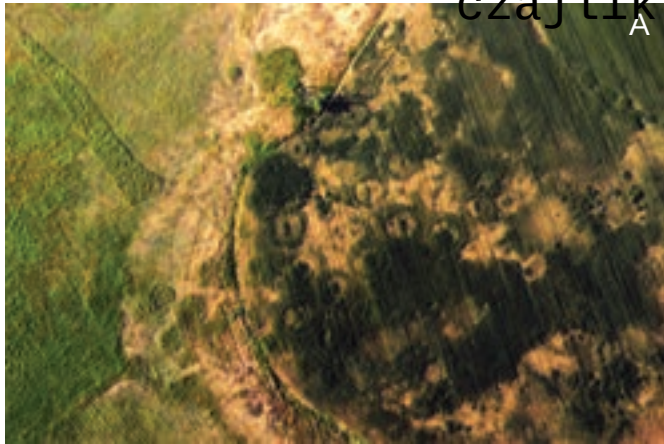


139. ábra. Szarmata(?) körárkos temetkezések Pest vármegyében Kiskunlacháza – Gyenes-tanyánál (A), 2000. június 22., R. Goguey felvétele és Tápióbicske – Marhatelepnél (B), 2003. június 11., Czajlik Z. felvétele; C: Szalkszentmárton – Városalja-dűlőben (Bács-Kiskun vármegye) 2008. június 3., Czajlik Z. felvétele; Besenyőtelek – Zsiga-dűlőben (Heves vármegye) 2010. július 9., Czajlik Z. felvétele





140. ábra. Négyzetes árokkeretes temetkezések Jászapáti – Fácántelepnél (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) 2004. június 20., Czajlik Z. felvétele

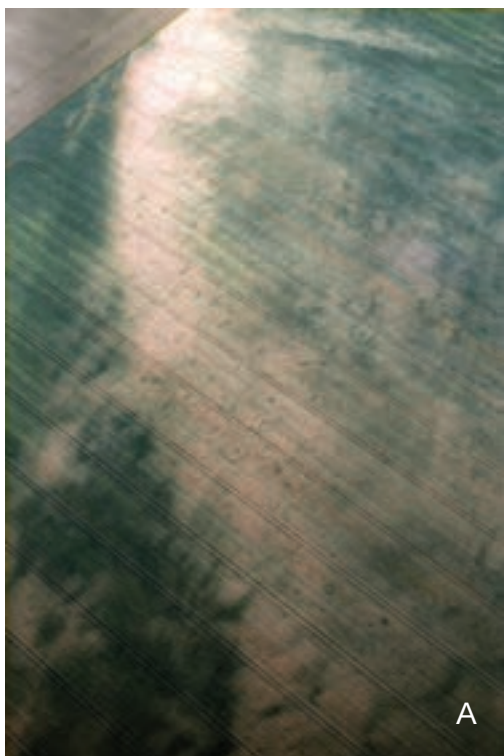


141. ábra. Egyszeres és kétszeres körárkos árokkeretes temetkezések és földfelszíni épületek nyoma Farnos – Kőkút-dűlőben (Pest vármegye) 2009. május 26., Czajlik Z. felvétele (A), Rupnik L. értelmezése (B)

megye, CZAJLIK 2005, 134-135) a körárkos temetkezéseken kívül négyzetes árokkal körülvett sírokat is dokumentáltunk (140. ábra). Utóbbiaknál mindkét lelőhelyen megfigyelhető volt a bejárat helye, amit a körárkos temetkezéseknél csak ritkán tudtunk észlelni. Farnosnál (Pest vármegye), 2009-ben olyan körárkos temetőt fényképeztünk le (141. ábra), ahol az észlelt sírok kb. felét kétszeres körárokkal övezték, ezeken a bejárat nyílás ugyancsak jól megfigyelhető (CZAJLIK et al. 2010, 109). Jászapáti – Kakukk-dűlőben a szokásosnál nagyobb méretű körárkokat is fényképez-

tünk, amelyeknél a temetkezés feltja is nagyobb, négyzetes alakú volt (138. ábra). Egy 2009-ben, Kiskunlacházától (Pest vármegye) északra, a Tóth-tanyánál megfigyelt nagyméretű temető esetében a körárkok jelentős része már nem észlelhető. Egykori helyzetükre csupán az egymástól a körárkok méretéhez igazodó távolságban megfigyelhető téglalap alakú sírgödrök utalnak (CZAJLIK et al. 2010, 108, 142. ábra).

A Dunától keletre légi régészeti módszerekkel 2005-ig megismert több mint 40 lelőhely



142. ábra. Erősen elszántott árokkeretes temetkezések maradványai Kiskunlacháza – Tóth-tanyánál (Pest vármegye). 2009. május 25., Czajlik Z. felvétele (A), Rupnik L. értelmezése (B)

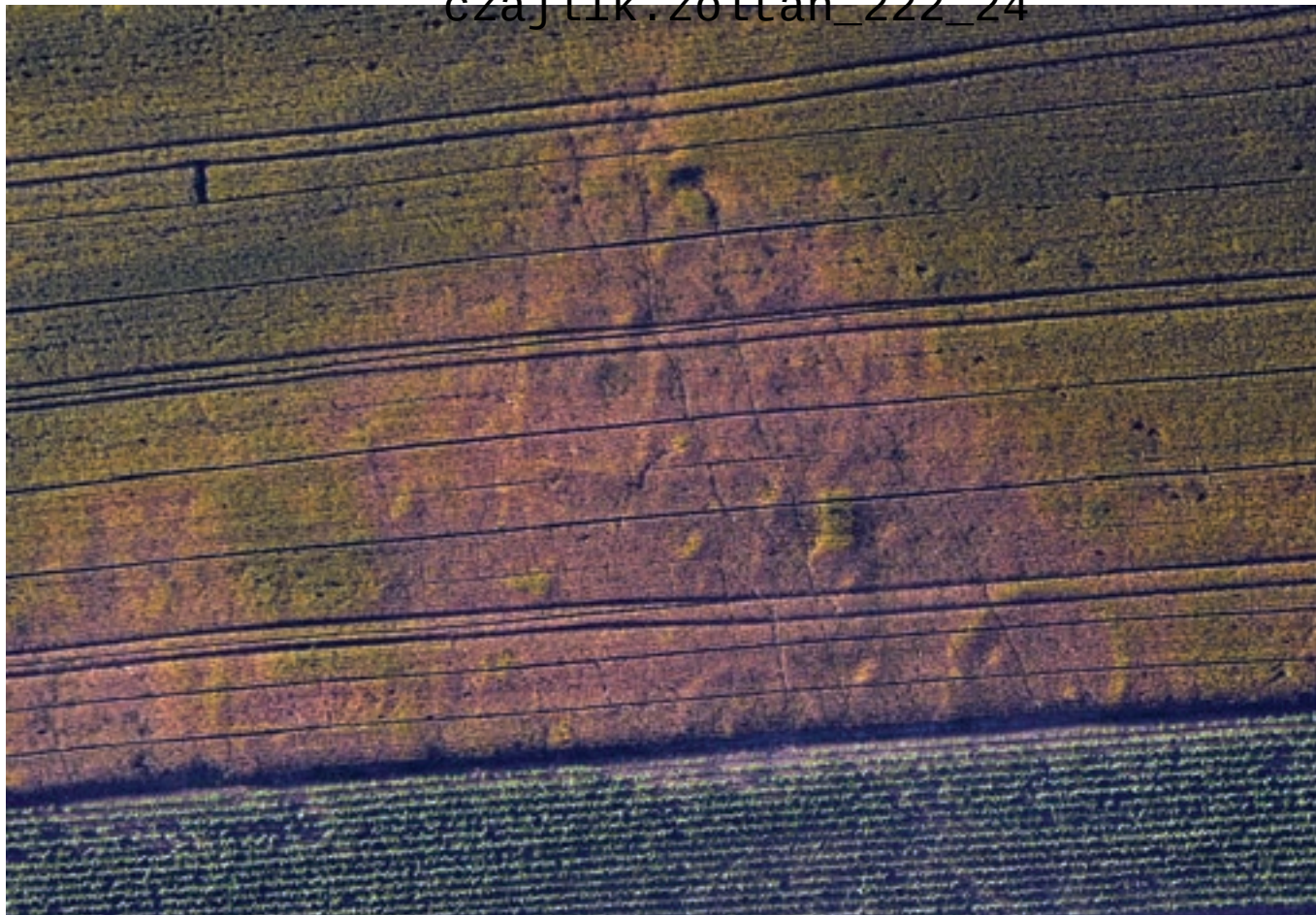


143. ábra. Felszíni leletgyűjtés alapján bronzkori körárkok Báta – Öreghegyen (Tolna vármegye). 2006. március 24., Google Earth úrfelvétel

(CZAJLIK 2005, 122-123, 2. táblázat, 1-3. kép) többsége – amint azt a légi fényképezésünket követően Apostagon (Bács-Kiskun vármegye) végzett feltárások (CZAJLIK – BÖDŐCS 2006, 151) megmutatták – feltehetően a szarmata népességhez köthető. Lehetnek közöttük azonban a Jánoshida – Berekről (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) közölttel egykorú (CSÁNYI 1980) késő bronzkori és talán a Kiskundorozsma – Hosszúhát-halomról (Csongrád-Csanád vármegye) publikálthoz (BENDE et al. 2003) hasonló honfoglaláskori temetkezések is. A keltezés kérdése Szakos É. kutatásai alapján bizonyos esetekben morfológiai alapon is eldönthető, vizsgálatai alapján a kisebb, szabályos körárkokkal rendelkező sírok a szarmata népességhez köthetők, a nagyobb, szabálytalan árokkerettel körülvett temetkezések pedig valószínűleg őskoriak lehetnek (SZAKOS 2008).

A Dunántúlon is viszonylag nagy számban azonosítottunk a fentiekhez hasonló körárkokat

(Nagybajcs/Kisbajcs (Győr-Moson-Sopron vármegye, GOGUEY – SZABÓ 1995, 68), Ercsi – Cukor-hegyi-dűlő, Szabadegyháza – Zichyújfalu (mindkettő Fejér vármegye, CZAJLIK 2005, 123, 5. ábra), Baracska, Tordas (Fejér vármegye), Kömlőd (Komárom-Esztergom vármegye), Győr-Gyirmót, Mezőörs, Pér (mind Győr-Moson-Sopron vármegye, CZAJLIK – BÖDŐCS 2006, 152), illetve Nagyvenyim (Fejér vármegye, SZABÓ 2016, 139) ezek közepében azonban – néhány kivételtől (pl. Mezőörs) eltekintve – nem figyelhető meg sírra utaló folt. Felmerülhet, hogy kora vaskori, vagy római kori halmos temetkezések nyomáról van szó, ezt a hipotézist azonban gyengíti, hogy kisebb (20 m alatti) átmérőjű körárkokról van szó. A légi fényképeken megfigyelhető, kisméretű körárkok morfológiai szempontból legjobban a Harangedény Csepel-csoport Budakalász – Csajerszkei (Pest vármegye) temetőjében feltárt körárkos temetkezéseire (CZENE 2017, 181) hasonlítanak. A fenti légifotó lelőhelyek közül azonban legfeljebb a Duna menti Nagybajcs/Kisbajcs és Ercsi, illetve az ahhoz közeli Győr-Gyirmót esetében képzelhető el, hogy



144. ábra. Törtvonalas és körvonalas jelenségek (Hallstatt halmok? és kelta sírok?) nyoma Szárföld – Keleti csapásra-dűlőben. 2019. június 24., Czajlik Z. felvétele

a kultúra temetkezéseiről van szó, hiszen a többi lelőhely nagyon messze esik az ismert elterjedési területtől (CZENE 2017, fig. 1).

Báta-Öreg-hegyen (Tolna vármegye) hasonló méretű körárkok nyomát fedezte fel Czövek A. a Google Earth egy 2006-os úrfelvételen 2008-ban (143. ábra). A talaj-jelek révén ugyanennek az évnél a novemberében Szabó M. is le tudta őket fényképezni (SZABÓ 2016, 131), sőt később Pusztai S. magnetométeres geofizikai felmérése is kimutatta a körárkokat. Czövek A. felszíni leletgyűjtése alapján a jelenségek bronzkoriak lehetnek.

Árokkeretes temetkezések: négyzetes árkok

A legidősebb hazai négyzetes, vagy közel négyzetes árokkerettel körbevett temetkezéseket valószínűleg a Dunántúlon lehet azonosítani légi fényképes kutatásokkal. Korábban említettük, hogy Győr-Moson-Sopron megyében Jánossomorjánál (136. ábra), Tápszentmiklósnál (137. ábra) és Veszékenél (25. ábra) azonosí-

tottunk ilyen, feltehetően kelta sírokhoz kapcsolódó törtvonalas árkokat. Szárföld – Keleti csapásra-dűlőben (Győr-Moson-Sopron megye) – Tápszentmiklóshoz hasonlóan – a körvonalas és a törtvonalas árokkeretek egymás mellett is észlelhetők voltak (144. ábra).

Nem ismeretlenek azonban a négyzetes árokkeretek a római császárkorban sem. Fent bemutatottuk a Jászapáti (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) négyzetes árkokat, ugyanakkor a már említett alsóhetényi (Tolna vármegye) belső erődben megfigyelt árokkeretek (SZABÓ 2016, 116) mellett biztosan ide tartoznak a Szombathegyen (SZABÓ 2016, 116), a Meggyeskovácsiban (mindkettő Vas vármegye, SZABÓ 2016, 167) és a Keszthely – Fenékpusztán (Zala vármegye, SZABÓ 2016, 167) megfigyelt temetkezések. Ezek mindegyikére igaz azonban, hogy erősebb, vastagabb és gyakran egymáshoz kapcsolódó árokkereteket figyelhetünk meg. Az utóbbiak ugyan előfordulnak a kelta nekropoliszokban, de ritkán és legfeljebb két árokkere-

tet kapcsoltak össze. Az árokkeretes komáromi nekropolisz-részletek tehát elkülöníthetőnek tűnnek a légi fényképeken a kelta formai előzményektől.

6.6.3.2.2. Sírgödrök azonosítása: a csontvázas temetkezések

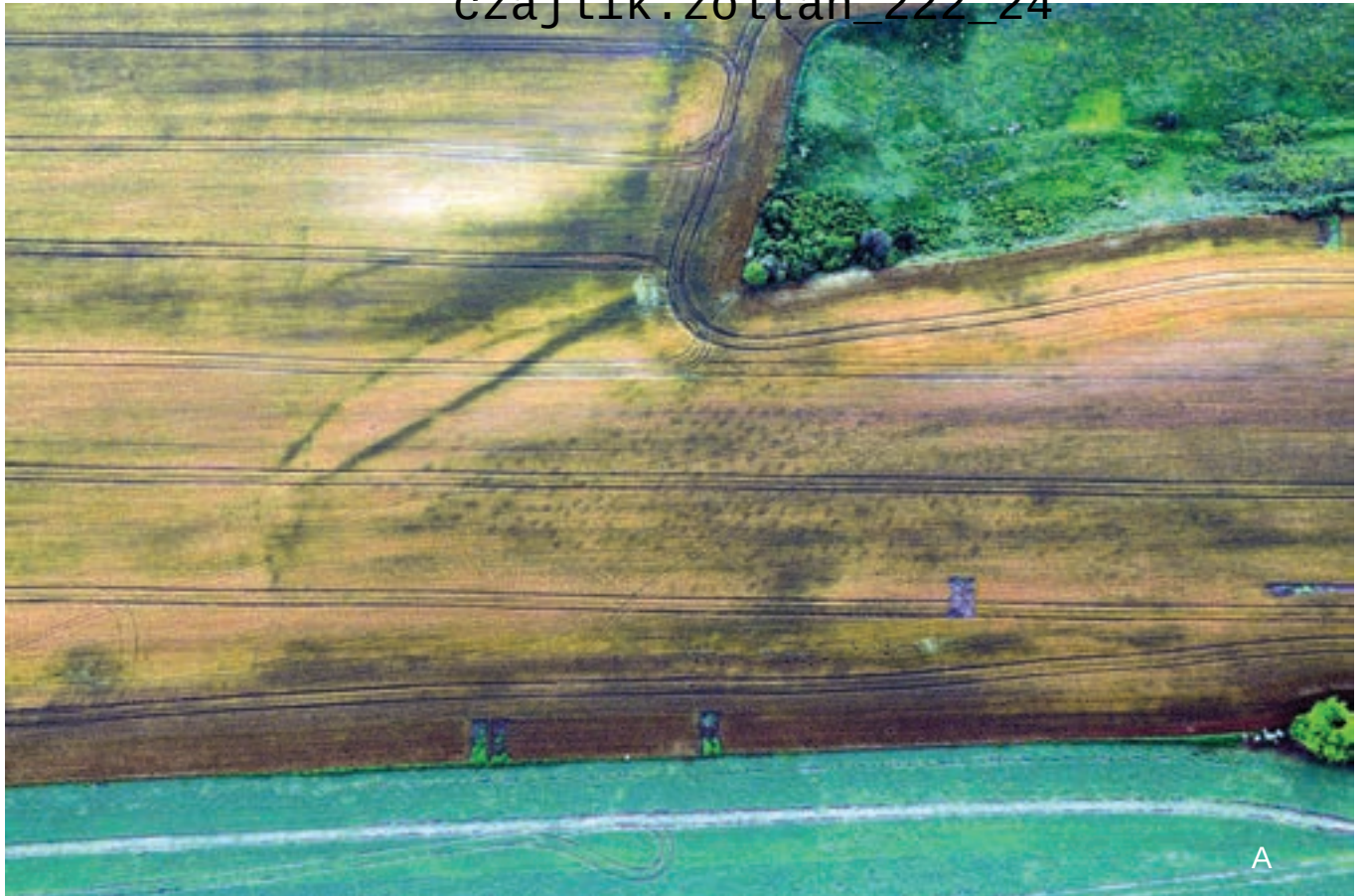
Amint fent írtuk, a régészeti jelenségek kis mérete miatt a csontvázas és az égetéses temetkezések azonosítása a legnehezebb légi fényképes módszerekkel. Az 1990-es évekből mindössze négy publikált csontvázas temetőt ismerünk: 1993, Balaton dél (Somogy vármegye, BRAASCH 1999, fig. 13); 1994, Csákberény (Fejér vármegye, BÁLEK et al. 1997, 145); 1996, Bedegkér (Somogy vármegye, SZABÓ 2016, 152) és 1997, Lovasberény (Fejér vármegye, SZABÓ 2016, 174). A 2000-es évekből Szabó M. – részben O. Braasch, részben saját légi fényképezései alapján – az alábbi 19 csontvázas temetőt, illetve temető-részletet publikálta: 2003, Bársonyos (Komárom-Esztergom vármegye, SZABÓ 2016, 162), Nagyvenyim (Fejér vármegye, SZABÓ 2016, 139) és Tápszentmiklós (Győr-Moson-Sopron vármegye, SZABÓ 2016, 165); 2007, Cegléd (Pest, vármegye, SZABÓ 2016, 141), 2008, Alsómocsolád (Baranya vármegye, SZABÓ 2016, 141) és Hidas (Tolna vármegye, SZABÓ 2016, 159), Lajosmizse (Bács-Kiskun vármegye, SZABÓ 2016, 157); 2009, Csákvár (Fejér vármegye, SZABÓ 2016, 161), Kiskunhalas (Bács-Kiskun vármegye, SZABÓ 2016, 173), Kunfehértó (Bács-Kiskun vármegye, SZABÓ 2016, 156), Polgárdi (SZABÓ 2016, 175), Soponya (SZABÓ 2016, 158); 2010, Bölcske (mind Fejér vármegye, SZABÓ 2012, 157), Várong (hat temető, SZABÓ et al. 2018).

Az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Légitrégészeti Archívumából eddig négy csontvázas temetőt publikált Czajlik Z. és Rupnik L.: 2003, Pápa – Sári-majori-dűlő (Veszprém vármegye, CZAJLIK 2004b, 121); 2009, Felsőmocsolád – Kender-föld (Somogy vármegye, CZAJLIK et al. 2010, 13. kép), Tápiószentmárton – Felső-tanya (Pest vármegye, CZAJLIK 2011, 136); 2010, Aba – Bolondvár-Ebvár (Fejér vármegye, CZAJLIK et al. 2012a, 129).

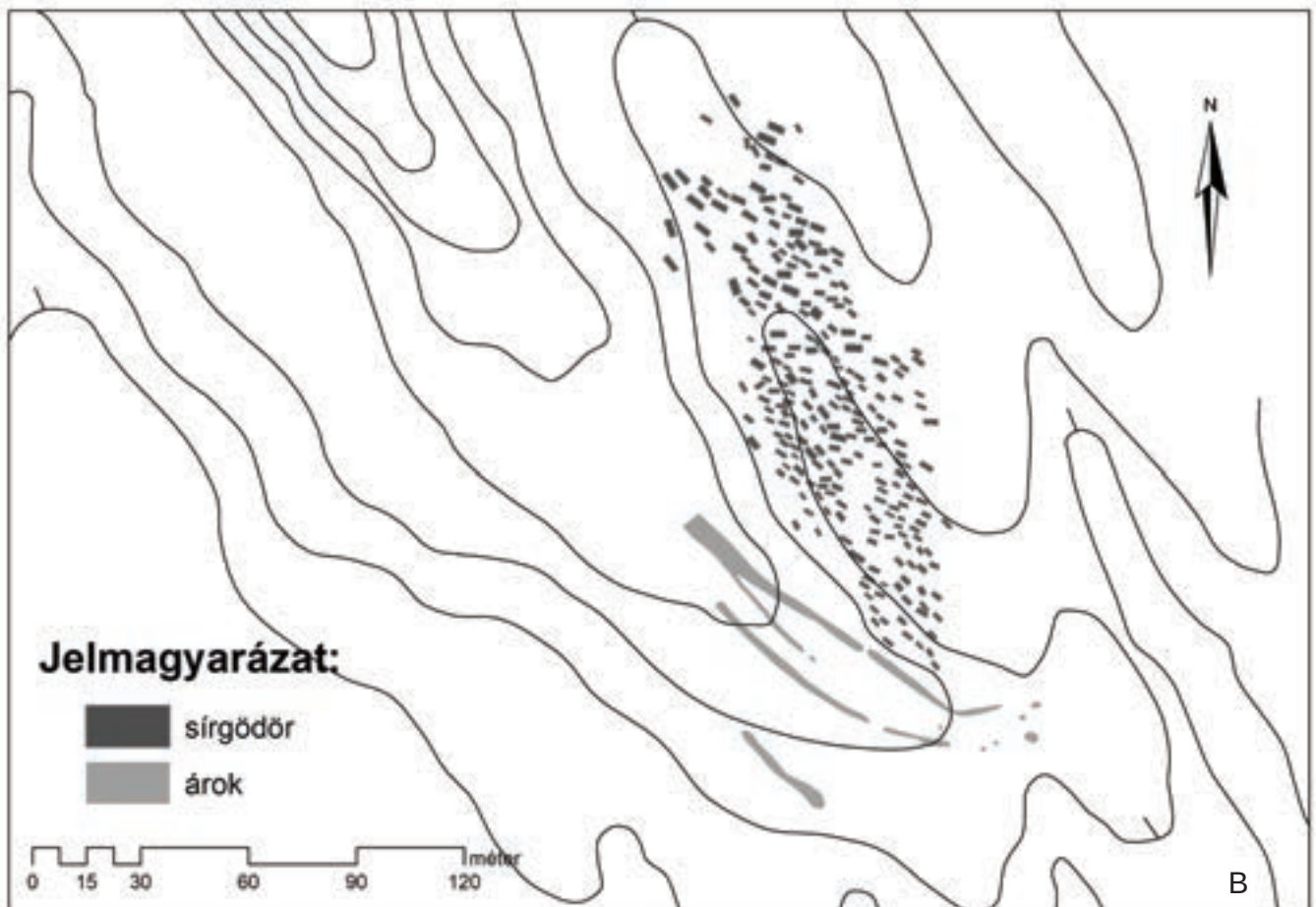
A sok apró kitöltött téglalapból, azaz csontvázas sírokból álló temetők elemzése talán az



145. ábra. A: Részben a háttér inhomogenitása, részben a növényzet állapota miatt a sírok kontúrjainak egy része nehezen meghatározható a Györköny – Szikszti-dűlőben (Tolna vármegye) azonosított temető esetében. 2009. május 22., Czajlik Z. felvétele. B: A homogén háttér ellenére fényképezés közben is nehezen észlelhető avar temető Veszvény – Sírhegynél (Győr-Moson-Sopron vármegye). A sírok orientációja jól látható, pontos kiterjedésük viszont sok esetben nem érzékelhető. 2019. június 24., Czajlik Z. felvétele

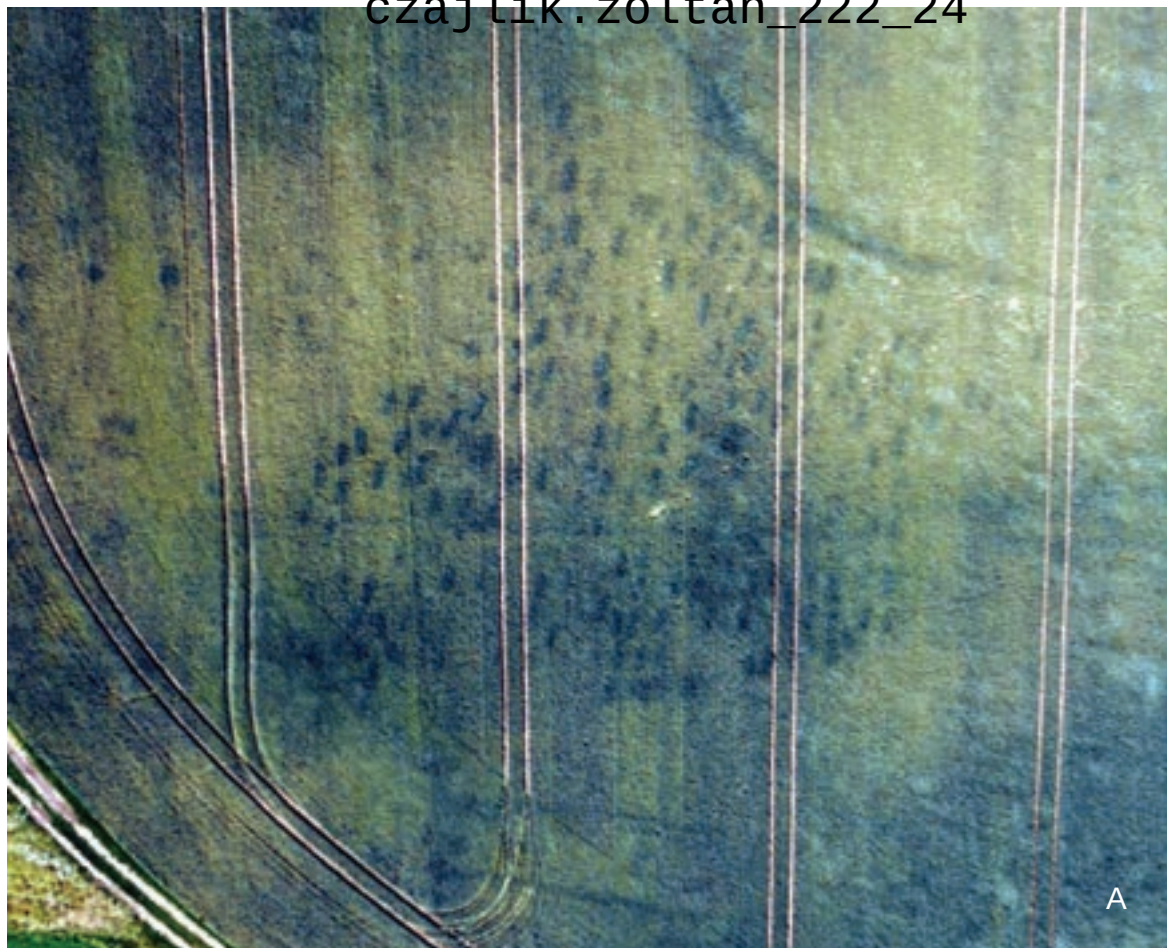


A



B

146. ábra. Keskeny dombháton létesített csontvázas temető Aba – Belsőbáránd-Ebvártól keletre (Fejér vármegye). 2010. június 19., Czajlik Z. felvétele (A), Rupnik L. értelmezése (B)



147. ábra. Csontvázaskemence, gödrök és oszlopszerkezetes épületek nyoma Felsőmocsolád – Kenderföld-nél (Somogy vármegye). 2009. június 9., Czajlik Z. felvétele (A), Rupnik L. értelmezése (B)



148. ábra. Öt(?) sírcsoportból álló csontvázas temető Tápiószentmárton – Felső-tanyánál (Pest vármegye). 2009. május 26., Czajlik Z. felvétele, Rupnik L. elemzése

egyik legnehezebb feladat a régészeti célú légi fényképek interpretációjában. Ennek legfőbb oka, hogy nagyon sok (akár ezres nagyságrendű) kitöltött téglalap méreteinek és irányának egyenkénti meghatározását igényli. Ezek a morfológiai típusok között a legkisebbek közé tartoznak, így a pontos észlelést még a finomabb „háttérzaj” (azaz a különféle, növényzeti, talajvastagság, stb. anomáliák) is érzékenyen érintik. Sok múlik a növényzet állapotán, a pillanatnyi időjárásán és a napszakon is. Nem ritka, hogy a sírok egy része, vagy egésze nem jelenik meg elég kontúrosan (145.A ábra), sőt az is előfordul, hogy csak furcsa vonalkák észlelhetők belőlük, amelyek biztosan nem a teljes kiterjedésüket mutatják (145.B. ábra).

Mindezek alapján érthető, hogy esetükben különösen fontos a gyakorlott légifotó interpretátor szerepe, akinek munkája minden további elemzés alapja. A fent felsorolt, az ELTE kutatói által közölt csontvázas temetők közül az alábbiakban hármát mutatunk be részletesen. Értelmezésüket Rupnik L. készí-

tette, háromféle, részleteiben egymástól eltérő megoldással. A temetők környezete mindhárom esetben jól áttekinthető, a növény jelek homogenitása Tápiószentmárton – Felső-tanya (Pest vármegye) és Aba – Belsőbáránd-Ebvártól keletre (Fejér vármegye) esetében jó, Felsőmocsolád – Kender-földnél (Somogy vármegye) megfelelő. Az értelmezések alapján a temetők morfológiai szempontból hasonlóak, de jól körülhatárolható eltéréseket is mutatnak. Az abai temető elemzésének nagyon lényeges eleme a szintvonalas domborzati háttér, mert ennek segítségével jól látszik, hogy a sűrűn ásott sírok egy vékony dombháton sorakoznak. Irányításuk nagyjából azonos, de viszonylag sok, az általánostól nagyon eltérő orientációjú temetkezést figyelhetünk meg. A sírok méreteiben is jelentős különbségek vannak (146. ábra). A tájolás tekintetében jóval homogénebb megjelenésű Felsőmocsolád és itt a sírgödrök méretei is nagy hasonlóságot mutatnak. A sírok közé – anélkül, hogy biztos szuperpozíciót figyelhetnénk meg – gödrök, és ami különösen érdekes, földfelszíni, osz-

Időpont	Lelőhely	Légi régész	Archívum	Közlés
2008.04.26.	Dunaföldvár	Szabó Máté	PLT	SZABÓ 2016, 240.
2008.05.17.	Várong-Lápafejiszőlőkre-dűlő I.	Szabó Máté	PLT 28785	SZABÓ et al. 2018, 45.
2008.05.17.	Várong-Lápafejiszőlőkre-dűlő II.	Szabó Máté	PLT 28782	SZABÓ et al. 2018, 45.
2008.05.17.	Várong-Főszög	Szabó Máté	PLT 28779	SZABÓ et al. 2018, 44.
2008.06.11.	Koppányszántó-Borzas-dűlő	Czajlik Zoltán	ELTE BTK RTI	
2008.06.19.	Várong-Lápafejiszőlőkre-dűlő III.	Szabó Máté	PLT 29143	SZABÓ et al. 2018, 45.
2009.05.22.	Györköny-Sziksztidűlő	Czajlik Zoltán	ELTE BTK RTI	
2010.04.20.	Várong-Felső földek I.	Szabó Máté	PLT 37490	SZABÓ et al. 2018, 46.
2010.04.20.	Várong-Felső földek II.	Szabó Máté	PLT 37510	SZABÓ et al. 2018, 46.
2010.	Bölcske-Szentandráspuszta	Szabó Máté	PLT 38027	SZABÓ 2012, 157. Azonos: Bölske-Tanya-dűlő
2010.06.19.	Bölcske-Tanya-dűlő	Czajlik Zoltán	ELTE BTK RTI	Azonos: Bölske-Szentandráspuszta
2010.06.19.	Nagydorog-Ökör-mező	Czajlik Zoltán	ELTE BTK RTI	
2010.06.28.	Koppányszántó-Révecsoma 1	Czajlik Zoltán	ELTE BTK RTI	

149. ábra. A régészeti célú légi fotózással 2008–2010 között megismert csontvázas temetők adatai Tolna vármegyében

lopszerkezetes építmények ékelődtek be, miközben két-három nagyobb, a temetkezések közötti terület üresen maradt (147. ábra). A tápiószentmártoni temető legszembeütőbb sajátossága, hogy sírjainak legalább öt csoportját különböztethetjük meg. A temetkezések mérete nem mutat akkora homogenitást, mint Felsőmocsoládnál, de kevésbé változékony, mint Abánál. Hasonlóképpen, a sírok tájolásának eltérései is a két másik nekropolisz közé esnek, azaz jobban tartják az irányt, mint Abán, de kisebbek az elfordulások, mint Felsőmocsoládon (148. ábra).

A feldolgozás nehézségeivel O. Braasch is szembesülhetett, feltehetően ezzel függ össze, hogy – amint korábban említettük – temetők dokumentálására fel-

tűnően gyakran alkalmazta a hamis színes infra filmet. Baden-Württembergben Igersheimnél (PLANCK et al. 1994, 194-195) és Hochhausennél (PLANCK et al. 1994, 198-199), Magyarországon pedig a Balatontól délre (Somogy vármegye, BRAASCH 1999, fig. 13), Tápiószentmártonnál (Pest vármegye, BRAASCH 2010, Abb. 9) és Tápszentmiklósnál (Győr-Moson-Sopron vármegye, BRAASCH 2010, Abb. 14).

Témánk szempontjából kiemelkedően fontos kutatásra került sor a tolna vármegyei Várong határában, ahol 2008–2010 között Szabó Máténak hat csontvázas temetőt sikerült légi fényképezéssel azonosítania. A Wosinsky Mór Múzeum régészeivel együttműködve mindegyik lelőhelyen szondázó ásatásokra került sor, ame-



150. ábra. Csontvázas sírokból álló temető Nagykónyi – Sziget-dűlőben (Tolna vármegye). MePAR-ortofotó, 2013. június 20. Dokumentalista: Ódor P. Forrás: MePAR böngésző

lyek alapján a temetkezések az avar korra keltezhetők. A program további fontos eredménye, hogy négy esetben a temetőárkokat is sikerült kimutatni (SZABÓ et al. 2018). Ugyanebben az időszakban az ELTE Légitérészeti Archívuma is sok új, Tolna vármegyében azonosított temető felvételével gyarapodott. Ezért az adatokat táblázatosan összesítettük, hogy együttesen lehessen őket kiértékelni (149. ábra).

Az itt összegyűjtött, légi fényképezett temetők csak csontvázas sírokból állnak. Mind a Pécsi Légitérészeti Téka (PLT) közölt, mind az ELTE BTK Régészettudományi Intézete Légitérészeti Archívumának nagyrészt publikálatlan fényképein kivétel nélkül növény jelek alapján, nagy valószínűséggel minden esetben őszi vetésű gabonában (búza/árpa) azonosított temetőket figyelhetünk meg. A felvételek április vége és június vége között készültek, a sírok megfigyelését elsősorban a színeltérés segítette.

Szabó M. kutatásai alapján Várong-Lápafeji-szöllőkre-dűlő II.-ben 18 sír dokumentálható, a Koppányszántón lefényképezett két temető (temetőrészlet?) sírszáma hasonlóan alacsony, 20–30 körüli. Ennek kétszerese a sírszám

Várong-Lápafeji-szöllőkre-dűlő I.-nél és III.-nál és Várong-Felső-földek II.-nél. Nagydorog-Ökörmezőnél és Györköny-Szikszi-dűlőben 100–150 síros temetőket fényképezett le Czajlik Zoltán, és hasonló méretű a mindkettőjük által azonosított Bölske-Tanya-dűlői lelőhely is. Várong-Főszögnél 380, Várong-Felső-földek I.-nél pedig 250 sír számlálható össze az elemzések alapján (SZABÓ et al. 2018). A legnagyobb nekropoliszt (1000, vagy afölötti sírral) pedig Dunaföldvárnál sikerült Szabó Máténak dokumentálnia (SZABÓ 2016, 240).

Az adatok jól összevethetők a MePAR ortofotói által biztosított információkkal, amelyek alapján Tolna vármegyében Ódor P. végzett kutatásokat (CZAJLIK – ÓDOR 2023). Három év alatt Tolna vármegyében régészeti célú légi fényképezéssel az ELTE-nek és a PLT-nek 12, a MePAR segítségével Ódor Péternek a 2013-2020 közötti időszakból 12 csontvázas temetőt, illetve temetőrészletet sikerült azonosítani. Ha pusztán a számokat nézzük, a két módszer eredményessége azonosnak tűnhet, a részletek tekintetében azonban sok fontos különbség állapítható meg. Amint korábban írtuk, az ortofotózások során hatalmas területekről készül átfedésses légi felvétel,



151. ábra. Égetéses sírok nyoma Kunpeszér – Középpeszénél (Bács-Kiskun vármegye). 2000. június 21., R. Gogúey felvétele

ezen készítésénél azonban 35 fokos napszög alatt nem szabad dolgozni, az árnyékhátas elkerülése érdekében. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a nagymagasságú légi fényképezést minden nap akkor fejezik be, amikor a régészeti célú repülések számára, éppen az árnyékhátas miatt a legkedvezőbbé válnak a körülmények. Egy-egy mikrorégiót az ortofotózás három évente csak egyszer érint, miközben a légi régészeti felderítés minden szezonban, akár többször ismételtető. Két esetben, Koppányszántó-Borzas-dűlőben és Györköny-Szikszi-dűlőben a régészeti célú légi fényképek segítségével ortofotón is sikerült a lelőhelyet azonosítani. Az utóbbi lelőhelyen azonban a MePAR-felvételen jóval kevesebb sír látszik, feltehetően azért, mert az a gabona korábbi növekedési fázisában készült, mint a régészeti célú légi fénykép. A Várong környékén a kis repülőgépből kézi kamerával azonosított a hat temető egyikét sem lehet a MePAR-on megtalálni, ezek a tapasztalatok az utóbbi módszer jelentős korlátaira hívják fel a figyelmet.

A felvételek minőségében is különbségek vannak. A hagyományos régészeti légi fényképek-

nek mind a spektrális, mind a térbeli felbontása jobb, ami azt eredményezi, hogy az ortofotókon megtalálható temetők részletes értelmezésre – temetőterképek megrajzolására – kivételes esetektől eltekintve nem alkalmasak. A sírgödörök ortofotós azonosításában ugyanis nehézséget okozhat, hogy csak az erős színeltérésű (pl. sárga/zöld) jelenségek alakja és mérete látszik igazán jól (pl. Nagykönyi-Sziget-dűlő, 150. ábra). A felbontási problémák komolyabb értelmezési nehézségekhez is vezethetnek: a nagyobb, egymástól távolabb álló sírok gyakran nem különböztethetők meg a gödrökből álló telepjelenségektől.

A felsorolt problémák ellenére a jelenlegi technikai háttér ismeretében és az eddigi tapasztalatok alapján úgy tűnik, hogy a régészetben korábban nagyon korlátozottan használható ortofotós kutatás felzárkózott a meglévő három (drónos, repülőgépes és műholdas) platform mellé. Annak kidolgozása, hogy a négy platform eltérő lehetőségeit hogyan tudjuk a topográfiai feladatok során a legjobban kamatoztatni, a közeljövő izgalmas feladata.

A hagyományos terepi módszerekkel gyakran nehezen azonosítható temetkezések légi fényképes felderítésének hatékonysága a jövőben növekedhet. Az egyre több adatból pedig egyre jobb minőségű morfológiai elemzéseket készíthetünk, amelyeket a fent bemutatott módon a terepi adatokkal egyeztetve, fokozatosan szűkíthetők lesznek az egyes típusokhoz rendelhető régészeti korszakok. A végső érvet a keltezésben, a kulturális besorolásban az esetek jelentős részében továbbra is a szondázó, vagy a nagyobb léptékű feltárások jelentik. Páratlan lehetőség ugyanakkor az is, hogy néhány sír kibontásával bizonyos szempontból egész temetők válhatnak részeivé az adott korszak kutatási adatainak.

6.6.3.2.3. Égetéses temetkezések

1980-ban Marzlingnál (Bajorország, Németország) elszórtan megfigyelhető, pontszerű, kitöltött növény-jelek nagyobb csoportját sikerült O. Braaschnak megfigyelni (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 246-247). A kései urnaezős kultúra égetéses temetkezéseiként meghatározható jelenségek észlelését – a korábbi angliai példához (lásd: 132. ábra) hasonlóan – egy nagyobb, könnyebben felismerhető jel, egy körárok szabályos körvonala segíthette. Bár O. Braasch már 1992-ben, azaz az első magyarországi missziója során nagy számban azonosította Jász-kísérnél (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) a körárkos temetőket kísérő égetéses temetkezések gödreit (KULCSÁR 1998, borító), önálló hamvasztásos temetőt nem ismerünk a fotói alapján. A más régészeti jelenségekkel nem kísért, önállóan észlelt égetéses temetkezések első levegőből felismert hazai esetét valószínűleg Kunpeszér – Középpeszérnél (Bács-Kiskun vármegye) fényképezte le R. Goguey 2000-ben. A kitöltött négyzet-alakú(?) gödrök nyomát az erős vetett árnyék tette felismerhetővé (151. ábra).

Később, 2003. június 11-én sikerült Jászberény – Alsó Muzsajnál (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) pontszerű kitöltött növény-jelek egy nagyobb csoportját, azaz egy nagyobb égetéses temető nyomait lefotografálnunk (CZAJLIK 2004b, 4. kép). 2007-ben Csorna – Borotvánál (Győr-Moson-Sopron vármegye) valamivel szögletesebb jelenségeket figyeltünk meg (CZAJLIK et al. 2008, 3. kép) és itt felszíni lelet-

gyűjtést is végeztünk, ami alapján késő bronzkori temetkezések maradványaira következtethetünk. Minthogy Nyugat-Európában ebben a formájában nem ismert morfológiájú növény-jelről van szó, igyekeztünk feltárási adatokkal igazolható példákat felkutatni. Bikács-Marhaállás-dűlő (Tolna vármegye) első kelta sírját Wosinsky Mór ásta ki (WOSINSKY 1896, 576), az egész temetőt 2008. április 25-én, május 27-én és június 3-án fényképeztük le. A gabona érését követve egyre nagyobb területen egyre több sírt lehetett megörökíteni (CZAJLIK 2010, fig. 8). Egyértelművé vált az is, hogy bár vegyes rítusú nekropoliszról van szó, alig néhány csontvázas sírt lehet megfigyelni, a legalább 100 égetéses sír gödre mellett (70. ábra).

Hasonlóképpen, Veszékény – Sírhegy (Győr-Moson-Sopron vármegye) esetében is egy olyan kora vaskori nekropoliszt fényképeztünk le 2009-ben, amelynek néhány sírját korábban már feltárták. Itt a fotókat kilenc nap különbséggel készítettük el, s ezáltal a korábbiak bizonyultak informatívabbnak (CZAJLIK et al. 2010, 111). Az értelmezés alapján a sűrűn egymás mellé ástott, kb. 200 db égetéses temetkezési gödör a domb tetején, illetve néhány helyen kissé lejjebb is észlelhető. Emellett legalább nyolc földbe mélyített épület, közöttük az egyik teljesen a sírok közé beékelődve figyelhető meg az értelmezésen (152. ábra).

Példáink is azt támasztják alá, hogy a temetkezések közül a legnehezebben az égetéses típust lehet igazolni a légi fényképek segítségével. Az egymáshoz közeli, kisebb méretű sírfoltként definiálható gödrök számos esetben megfigyelhetők, de ezeknek a lelőhelyeknek a meghatározásánál komoly fenntartásokkal kell élnünk. Figyelembe kell venni ugyanis az újkori erdőgazdálkodásból, vagy egyéb hasonló „nyomokat” hagyó művelésből (szőlő, gyümölcsös, stb.) fakadó zavaró hatásokat, továbbá a több periódusú, intenzív lelőhelyek esetében nehézséget jelenthet a sírok és a hasonló méretű/alakú települési objektumok (gödrök, kutak) elkülönítése. Ugyanakkor a fent levezetett gondolatmenet alapján a 2008-ban Szalkszentmárton (Bács-Kiskun vármegye) mellett fényképezett jelenségek (CZAJLIK et al. 2009, 124), illetve a 2009-ben Baracskától (Fejér megye) délre, a Váli-víz mentén megfigyelt objektumok ugyancsak jelentős égetéses temetőkre utalnak (CZAJLIK 2011, 136). A légi fényképezések alapján néha megdöbbentően nagy területeken számolhatunk a hamvasztásos

temetkezések újabb és újabb csoportjaival, például a Fülöpszállásnál (Bács-Kiskun vármegye) észlelt jelenségeket mutatjuk be (153. ábra).

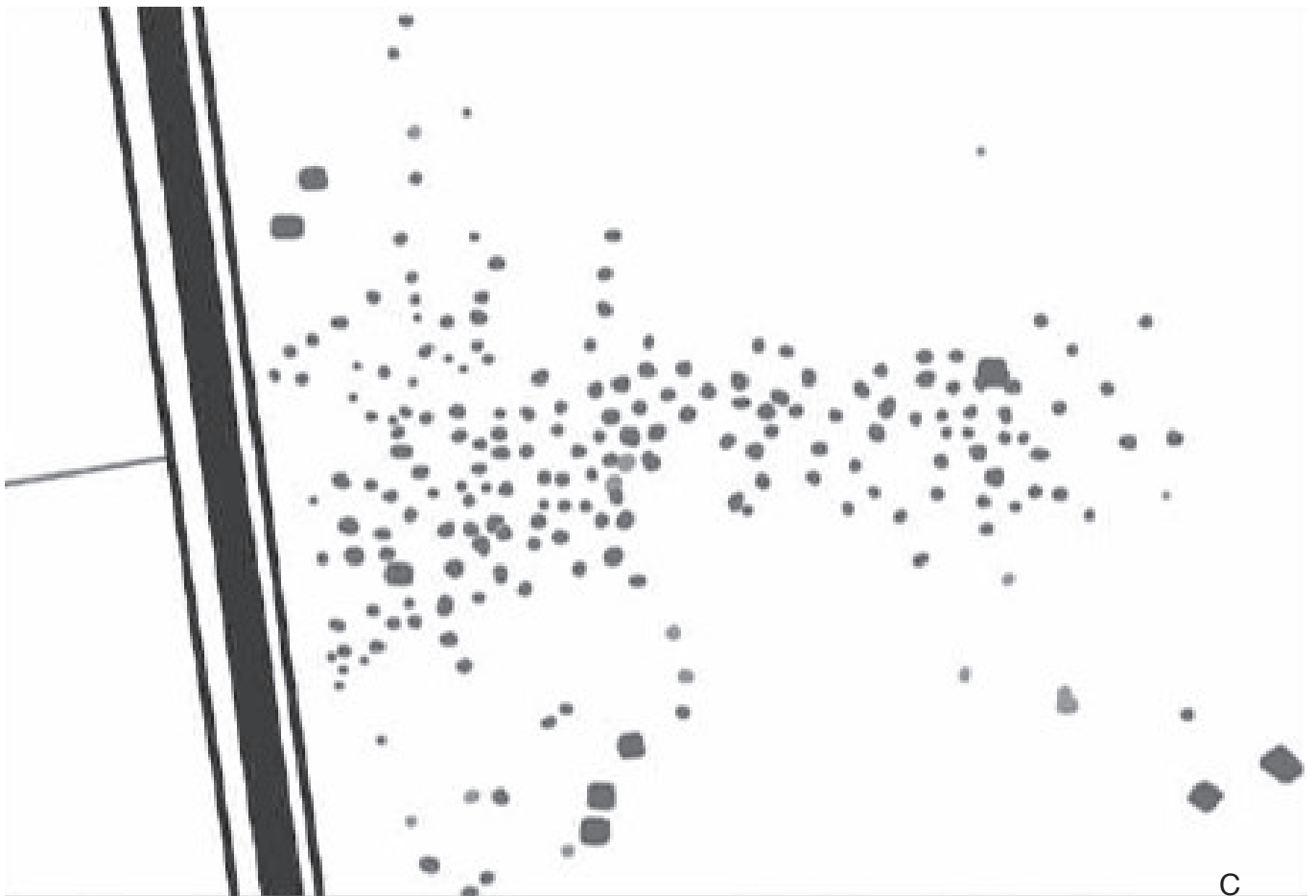
is felvételek, például Besenőtelek – Zsiga-dűlő lelőhely (Heves vármegye) hozható fel (CZAJLIK et al. 2012a, 128, 139.d ábra).

A felsorolt esetek mindegyikénél apró, pontszerű, de nagy számban, ismétlődő jelleggel megfigyelhető jelenségekről van szó. Bizonyos szituációkban azonban az egyedül, vagy kis csoportokban lévő égetéses sírok is felismerhetők a légi felvételeken. 2011-ben a szalacsikai (Somogy vármegye) halomsírok közötti területeken ilyeneket örökített meg Szabó M. (SZABÓ 2016, 201. kép) és elképzelhető, hogy O. Braasch Tápszentmiklósnál (Győr-Moson-Sopron vármegye) készült légi felvételein is – a halmokból megmaradt(?) körárkok mellett – égetéses sírokat is megfigyelhetünk (SZABÓ 2016, 194. kép). Hasonló szituációt, halmok közötti hamvasztásos(?) temetkezések maradványait dokumentáltuk 2016-ban Százhalombattán (Pest vármegye), a 64-es halom környékén végzett feltárások során (T. NÉMETH et al. 2016, fig. 4, 6). Ez az értelmezési lehetőség körárkos temetők esetében

B. Lambot 1979-ben kezdte meg Acy – Romance (Ardennek, Franciaország) környékének légi régészeti kutatását. 1996-ra a Le Tirrage nevű területen már négy különböző korszak (késő bronzkor, kora vaskor, idősebb La Tène és fiatalabb La Tène) egymás melletti nekropoliszait sikerült azonosítania (LAMBOT 1996, fig. 9). Egy-egy fontos mikrorégió intenzív hazai kutatásának eredményeit korábban már felsoroltuk. Itt is érdemes azonban felhívni a figyelmet az O. Braasch által Tápszentmiklós (Győr-Moson-Sopron vármegye) környékén azonosított körárkos (kora vaskori?) és négyzetes árkos (kelta?) temetkezésekre, a Szabó M. által Várong (Tolna vármegye) határában azonosított avar temetőkre, végül a saját munkáink közül pedig a Veszkeny – Sírhegynél (Győr-Moson-Sopron vármegye) dokumentált négyzetes árkos, csontvázas és égetéses temetkezésekre. Az utóbbi terüle-

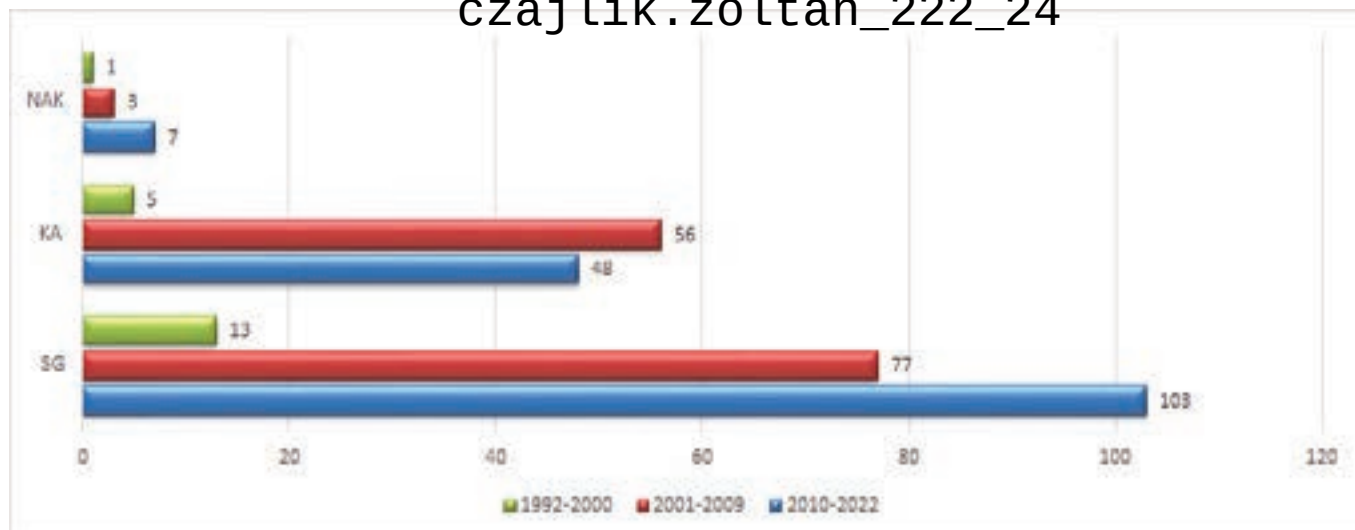


152. ábra. Égetéses sírok nyoma Veszkeny – Sírhegynél (Győr-Moson-Sopron vármegye). A: 2009. június 8., szemközti oldalon - B: 2009. június 17. Czajlik Z. felvételei, Rupnik László értelmezése (C, a június 17-i fotó alapján)





153. ábra. Égetéses temetkezésekre utaló gödör csoportok nyoma nagy területen Fülöpszállás (Bács-Kiskun vármegye) Közép-úti-dűlőben. 2012. június 14., Czajlik Z. felvételei



154. ábra. A légi fényképezéssel azonosított négyzetes árokkeretes (NAK), a körárkos (KA) és az egyszerű sírgödrös (csontváz + égetéses) temetkezések növekedésének dinamikája 1992 – 2022 között, a PLT közölt és az ELTE adatai alapján

ten 2009-2019 között egymás mellett három (koravaskori, kelta és avar), a szűk környéken további négy őskori temetőt dokumentáltunk.

Az azonos időszakban egymás mellett nyitott temetők, illetve az egymást követő korszakok ugyanott nyitott temetkezési helyeinek jelensége más oldalról megközelítve arra figyelmeztet, hogy az egykori táj bizonyos adottságú részeit tudatosan választották ki funerális célokra, sőt, kisebb változtatásokkal, de a mai világunkban megszokotthoz képest elképzelhetetlenül hosszú ideig használták azonos módon.

Az átlagos települési jelenségeknél általában nehezebben észlelhető temetkezések levegőből való azonosítását nagy tapasztalattal rendelkező külföldi kutatók erőfeszítései és a nyugat-európai technikák adaptációja (pl. alacsonyabb repülési magasság, esetenként infra film alkalmazása) tették lehetővé. A hazai és általában a kárpát-medencei nekropoliszok többsége azonban morfológiai szempontból nagyon jelentősen eltér a nyugatabbi területek temetkezési jelenségeitől. Ezért az adaptációs folyamat az 1990-es években még nehezen haladt, csak a 2000-es évek második felében mutatkoztak meg az első komoly eredményei. Figyelemre méltó, hogy az utóbbi időben még a magyarországi feltáráson sem túl gyakori négyzetes árokkeretes temetkezéseket is egyre nagyobb számban sikerül azonosítani.

Általános tanulságként rögzíthetjük, hogy a távérzékeléses módszerek a temetkezések észlelésének fontos lehetőségévé váltak.

6.7. A nagyméretű vonalas jelenségek morfológiai vizsgálata

Európában a korai légi régészeti kutatások során megfigyelt vonalas jelenségeket általában útként, ritkán lineáris erősítésre utaló nyomként értelmezték. Eltérő interpretációs lehetőségek (pl. határárkok, vagy csatornák nyoma) fel sem merültek, sőt az útnyomok jelentős részét rómainak tartották. Ez a leegyszerűsítő gondolkodás valószínűleg azzal függött össze, hogy Nyugat- és Dél-Európában számos álló, légi fényképek nélkül is jól követhető római utat (erődítést) ismertek, azaz kézenfekvő volt a levegőből megismert hosszú vonalas jelenségeket is ezen emlékek körébe sorolni. A vonalas jelenségek könnyű elkülönítése más jelektől és a korai értelmezésük római útként bizonyos mértékig önállóan kutatható morfológiai típusú tette őket. Ezért érdemes a nemzetközi és a hazai szakirodalomból azokat az információkat összegyűjteni, amelyek túlmutatnak az úthálózatok rekonstrukcióján, amelyek alapján a morfológiai osztályozás lehetőségei és korlátai, illetve a légi fényképezés szerepe megismerhető.

6.7.1. A római utak légi fényképes kutatásának tanulságai Nyugat-Európában

A kutatástörténeti fejezetben említettük, hogy O.G.S. Crawford egyik legkorábbi felderítő repülése során a Winchester – Marlborough közötti római út mentén azonosította ősi parcellarendszerek nyomát (5. ábra, vö. CRAWFORD



155. ábra. Nuret-le-Ferron (Indre, Franciaország). A felvételen egy római út elszántott nyoma figyelhető meg. Az intenzív sötét elszíneződés az út töltésének vassalakos anyaga miatt alakult ki (L. Laüt felvétele, DELÉTANG 1999, 70)

1923). Amikor létező, jól követhető útszakasz volt a térképezett területen, akkor a felderítések célja sok esetben a hiányzó részek fényképezése lehetett. Így azonosították a London – Sussex római út fontos szakaszát Ashdown-erdőnél (MARGARY 1932). Ugyanakkor már a két világháború közötti időszakban igyekeztek az egyes régiók egykori úthálózatát rekonstruálni. 1939. június 6-án O.G.S. Crawford a római Britannia térképezéséhez végezte utak légi fényképezését Skóciában (CRAWFORD 1939). Adatait felhasználva később J.K.S. St Joseph folytatta a kutatást a mezőgazdasági tevékenység pusztító hatását megfigyelve. 1976-ban megjelent összefoglaló tanulmányában az eltérő észlelési lehetőségekre is felhívta a figyelmet. A Hoffatmocsáron átmenő Annandale-utat az árnyékhatás, a Nithsdale-be vezető utat a fűben látható növény-jelek segítségével dokumentálta (St JOSEPH 1976).

A Belgium területén lévő egykori római úthálózat szisztematikus légi felderítését az 1960-as években kezdte meg Ch. Léva. 1999-ben publikált tanulmányában módszertani szempontból fontos eseteket ismerhetünk meg. Sauvenièrenél az út felületét 1968. novemberében (LÉVA 1999, fig. 2), a hozzá tartozó kettős árkot viszont csak 1987. májusában (LÉVA 1999, fig. 3) sikerült észlelni. Léva szerint a vonalas jelenségek légi felvételeken megfigyelhető szabályossága/egyenetlenségei nem feltétlenül a modern mezőgazdasági tevékenységgel függenek össze, okozhatják őket a kivitelezés során vegyesen

felhasznált helyi és távolabbi nyersanyagok is (LÉVA 1999, 117). Itt érdemes idézni H. Delétang adatát a Nuret-le-Ferron (Indre, Franciaország) különleges, vassalakos anyagból készített út-töltéséről, amely sötét színével hívta fel magára a figyelmet (DELÉTANG 1999, 70). Ez a példa azért is tanulságos, mert a környezetéhez képest nagyon kontrasztos út-töltés pusztulása jól megmutatja, milyen jelentős távolságra juthat el a konstrukció anyaga eredeti helyéről (155. ábra). Mindkét kutató hangsúlyozta a kontroll-ásatások fontosságát. Belgiumban ezek akkoriban csak a burkolt utakat érintették, a villákhoz vezető, döngölt szakaszokat nem, így azokról kevesebb volt az információnk (LÉVA 1999, 114). H. Delétang szerint évszázados/évezredes használatuk nehezíti keltezésüket, az antik utak még a feltárások alapján sem feltétlenül különböztethetők meg a vaskoriaktól, vagy a középkoriaktól. Az utat kísérő épületek mellett a mérföldkövek jelenthetnek segítséget (pl. a Domitianus-út esetében Jonquières-Saint-Vincentnél, Gard, Franciaország; DELÉTANG 1999, 71). Itt jegyezzük meg, hogy a jól ismert utak mentének légi fényképes vizsgálata mindmáig hoz új adatokat Nyugat-Európában is. Példaként D. Lebrun felvétele idézhető, aki 2011-ben, a Mirebeau-sur-Bèze és a Vaux-sous-Aubigny közötti (Burgundia, Franciaország), a rómaival azonos nyomvonalon futó, ma is használt út mentén figyelte meg ókori kőépületek nyomait (CORDIER 2012, fig. 23).

A Belgiumból ismertté vált több mint kétezer régi utat mind laboratóriumi, mind terepi kutatásokkal tovább vizsgálták. A részletes térinformatikai vizsgálatokkal középkori, sőt őskori utak is elkülöníthetővé váltak (VERMEULEN et al. 2000, 191). Azt is megállapították, hogy a vonalas jelek egy része nem utakhoz, hanem az egykori római *centuriatio* maradványaihoz, vagy más határhasználat nyomához tartozik. A terepi kutatások során az ásatások mellett nagyon hatékonynak bizonyult a fúrásos módszer az útarok dimenzióinak és kitöltésének vizsgálatában (VERMEULEN et al. 2000, 192-194). A *centuriatio*-nyomok elkülönítése az utaktól a picenumi (Olaszország) légi fényképek elemzése során is sikeres volt (VERMEULEN 2010-2011, 262).

A 2010-es évek közepe óta egyre népszerűbbé válik a római utak kutatásában az LCP (Least

Cost Path – azaz legkisebb költségű nyomvonal) modellezés. Ezt eleinte az SRTM-alapú és más hasonló, vagy jobb felbontású felszínmodellek, majd az egyre több európai régióban rendelkezésre álló ALS-adatok tették lehetővé. Témánk szempontjából fontos, hogy a módszert különböző földrajzi karakterű zónákban egyaránt sikeresen alkalmazták. Magas hegyvidéken az Ibér-félsziget északnyugati részén (GÜIMIL-FARIÑA – PARCERO-OUBIÑA 2014), a Déli-Kárpátokban (OLTEAN – FONTE 2021), a Pireneusokban és az Alpokban (CARRERAS et al. 2019), középhegységi területeken Dél-Németországban (HERZOG – SCHRÖER 2017) és Dél-Angliában (LEWIS 2021, PARCERO-OUBIÑA et al. 2023), végül részben, vagy teljesen sík területeken Németalföldön (LANEN et al. 2015, VERBRUGGHE et al. 2017). Hangsúlyozandó, hogy az LCP-modell nem pontos rekonstrukció, hanem egyszerűsített adatok alapján készített útvonal-lehetőség. Ezért a térinformatikai elemzésekben előnyt jelent a római utak sajátos, központi kialakított morfológiája, a topográfiai adottságokhoz való kismértékű alkalmazkodás (sík területek preferálása, egyenes vonalvezetésre való törekvés, kötött szélesség, stb.). Ugyanakkor a modellezés során számos egykor létező megoldás nem használható. A római kocsik nagy, 5,6 m-es fordulóköre miatt magas hegyvidéken is kerülték az LCP-ben elfogadott hajtókanyarokat, ugyanakkor a római mérnökök által alkalmazott kisebb alagutak lehetőségét az LCP nem tudja számításba venni (HERZOG – SCHRÖER 2017). Hegy- és síkvidéken egyaránt nehéz a vízfolyások hatásának figyelembe vétele, alluviális területeken a folyók, patakok mellett az egykori lápok, vizenyős területek befolyásolják az eredményt. Az utóbbi területeken az úthálózati modellek megalkotását tovább nehezíti, hogy a vízi közlekedés, mint fontos további tényező nem, vagy alig vehető figyelembe (LANEN et al. 2015). Éppen ezért a dél-itáliai kutatások során georégészeti megközelítést alkalmaztak, beépítve a modellbe a régió közettani, morfológiai és hidrológiai viszonyainak hatását (GIOIA et al. 2019).

Az alkalmazott módszerektől függetlenül minden esetben kiemelt szerepe van az eredmények ellenőrizhetőségének. Ebben szerepet kaphatnak a régészeti adatok (GÜIMIL-FARIÑA – PARCERO-OUBIÑA 2014) éppúgy, mint az is-

mert római úthálózat (LEWIS 2021) és az ALS-anomáliák térképre vitele (PARCERO-OUBIÑA et al. 2023). Légi régészeti szempontból a legizgalmasabb lehetőséget a fényképekből nyert adatokkal való tesztelés jelenti (NIÓN-ÁLVAREZ 2022), amelynek azonban értelemszerűen a dombvidéki és alluviális területeken van meghatározó szerepe (VERBRUGGHE et al. 2017).

6.7.2. Az utak légi fényképes kutatása Magyarországon

A nagyméretű vonalas jelenségek hazai légi régészeti kutatásához a térképészeti célú, nagy magasságból készített légi fényképek szolgáltak kiindulásul. Ennek egyik magyarázata, hogy az (egyenes) vonalas jelenségek méretük és tájba nem illő geometriájuk miatt gyakran annyira feltűnők, hogy még nagy magasságból, gyengébb minőségű felvételek alapján is könnyen azonosíthatók. Példaként egy korai Google Earth-felvételt idézhetünk, amelynek segítségével római utat azonosított be Bődöcs A. (BÖDŐCS 2009, 4.1. kép). Az is tény, hogy a nagyméretű vonalas régészeti jelenségek – legyen szó utak nyomáról, vagy erődítési rendszerekről – megörökítése szempontjából a térképészet számára kifejlesztett technológia sok szempontból előnyösebb, mint a régészeti célú légi fényképezés. Ennek legfőbb oka, hogy ezek a jelenségek méretükből, azaz hosszukból adódóan általában csak szakaszosan dokumentálhatók. A függőleges kameratengelyű fényképezésnél az egymás utáni szakaszok elkészítése jóval könnyebb, a ferde tengelyű kézi kamerás fotózás során viszont sok időrabló fordulót kell tenni és nehezebb az irányt tartani, ha nagyméretű vonalas jelenséget kívánunk dokumentálni. A cél ilyenkor elsősorban a vonalas jelenség lokalizálására alkalmas felvételek elkészítése, számítva arra, hogy a helyszín később ortofotók alapján átvizsgálásra kerül. Természetesen az utak konstrukciójának, töréspontjainak és elágazásainak vizsgálatában, a lineáris erődítések kapuinak, őrtornyainak, egyéb kapcsolódó létesítményeinek, egy szóval a részleteknek a megfigyelésében jól alkalmazható a ferde tengelyű légi fényképezés. Hasonló megfontolásból használhatunk drónt, illetve a már jól ismert topográfiajú jelenségek dokumentálásában is célszerűnek tűnik a programozható repülésre alkalmas robot-eszközök alkalmazása.



156. ábra. Térképészeti célú légi fénykép 1940-ből. Az akkori Dunapentelétől délre a limesút (A és B pontok között), egy csatlakozó(?) út (D pontnál) és két burgus nyoma (A pontnál, illetve tőle kissé északabbra) figyelhető meg. (RADNAI 1940, XVI. tábla, vö. VISY 1978, 10. kép)

A morfológiai osztályozás során figyelni kell arra, hogy bár a konstrukciók egykori magasságkülönbségei még észlelhetők lehetnek, a leggyakrabban mégis a talaj-jelek, más esetekben a nö-

vény-jelek teszik lehetővé a lineáris jelenségek azonosítását. Igyekezni kell különbséget tenni a hosszanti erődtítési nyomok, a régészeti korú csatornák nyomai és a különféle korú útjelensé-

gek között. Az évtizedek óta gyűlt tapasztalatok ellenére nem ritka, hogy pusztán a légi felvételek alapján nem dönthető el egy-egy hosszú vonalas jelenség morfológiai besorolása.

A római/középkori utak összetéveszthetők az újkori utak, a felhagyott vasútvonalak és a modern infrastruktúra (cső- és földalatti vezetékek) nyomaival. Ezért a fényképezés megkezdése előtt minden esetben ellenőrizni kell, hogy régészeti jelenségről van-e szó? Minthogy a vezetékeket egyéb okokból jelölik, ráadásul a friss talajbolygatás még évtizedekig élesebb kontúrral jelentkezik, mint a régészeti korú, továbbá a vonalvezetés is árulkodó lehet, a modern jelenségek leválasztása az esetek többségében sem a repülés, sem a képernyős kutatás során nem jelent problémát.

6.7.2.1. Az utak kutatása ortofotók alapján

Az utak felderítése, mint a légi régészeti módszer egyik tematikus lehetősége, a hazai kutatásban is korán megjelent, Neogrády S. 1934 júliusában Sárkeresztúrtól (Fejér vármegye) keletre fényképezett le római (?) útnyomokat (NEOGRÁDY 1948-1950, 310). Kutatástörténeti összefoglalónkban említettük a *ripa Pannonica* korai kutatását, amelynek során Radnai L. Dunapenteletől délre, a mai Dunaújváros (Fejér vármegye) területén figyelte meg a *limesút*, egy őrtorony (jelzőtorony?) és egy merőlegesen csatlakozó(?) út nyomát (RADNAI 1940, 63-64, XVI. tábla). Az út egy része az 1940-ben is használt úttal azonos nyomvonalon futott Dunapenteletől Kisapostag (Fejér vármegye) felé, - ez segítette a közvetlen folytatásában észlelhető útnyom azonosítását (156. ábra). Radnai leírását követve: „*Megjelenésében egy középső világos és két szélső sötét sávot figyelhetünk meg, melyek közül az előbbi az út koronájának az utóbbiak pedig az útszéli ároknak a szétszántott maradványai (A és B pontok között). A világos sáv a talaj, a sötét sávok pedig a növényzet elszíneződésében jelentkezők. (Az utóbbi mondatot ma már inkább úgy fogalmazzunk, hogy a talaj és a növény jelek együttesen mutatják meg az út nyomát. Ez a szituáció tavasszal fordulhat elő.) A helyszínen elsősorban a talaj elszíneződése észlelhető, különösen szárazabb időszak után.*” A leírás nem vesződik vele, de megfigyelhetjük, hogy a csatlakozó(?) út (D pontnál) is hasonló módon látszott,

tehát megközelítőleg azonos, bár keskenyebb lehetett. A jelzett pontosítással ma is így íránk le a kérdéses útszakasz értelmezését és a helyszíni bejárás alkalmával is hasonló észleléseink lehetnének. Fontos jelenség az úthoz kapcsolódóan, az akkor is használt szakasz mellett azonosított őrtorony, ami megerősíti, hogy a későbbi út nyomvonala valóban egybeesett az ókorival. Érdekes, hogy az akkor már csak vonalas jelenségeként megfigyelhető dunapentelei útszakasz melletti másik őrtornyot nem vette észre Radnai, ezt – ugyanazon felvétel alapján – Visy Zs. azonosította 38 évvel később (VISY 1978, 239). A ma Dunaújváros területe alatt futó út-részlettel ellentétben mindmáig vannak a Dunántúlon olyan útszakaszok, amelyek az egykori római utakkal azonos nyomvonalon haladnak. Ezek közé tartozik a 10-es főút Komárom-Szőny – Almásfüzitő, azaz a *Brigetioi legiotábor* és *Solva* közötti része, amely megközelítőleg a *limesút* helyén van, VISY 1989, 56, térkép).

A nagy magasságból készült, térképészeti célú légi felvételeken egy hosszú, keskeny, egyenes, a környezeténél általában világosabb csík alapján következtethetünk az utakra. Ezek régi voltára utalhat, hogy a mai, vagy a régi térképeken ábrázolt úthálózatokhoz nem illeszkednek. A legtöbb út-nyomot talaj-jelek segítségével lehet azonosítani. Ezek, bár elmosódottabbak a növény-jeleknél, jóval hosszabb ideig, sokszor állandóan észlelhetők, ennek is köszönhető, hogy térképészeti célú légi fényképek alapján is jól kutathatók. Az utakra utaló talaj-jelek közül leggyakrabban az út építése során felhasznált, eltérő színű anyagok (humusz alatti szintekből származó, általában sárga altalaj, kavicsos rétegek, stb.) figyelhetők meg, az egykor a löszbe bevágódott, majd humuszosabb anyaggal feltöltődött régi utak az erődítések nyomához hasonló módon, a fent leírtakhoz képest inverz színeltéréssel észlelhetők. Ugyancsak talajjelként észlelhetők a régi útbevágások a *ripa Pannonica* Dunaújváros – Dunaföldvár közötti szakaszán (VISY 1989, 103). A fontosabb római utak, így a *limesút* nagy része alapozott burkolattal épültek. Ez a városon kívül szakaszok esetében a Nyugat-Dunántúlon kavicsozást, a Kelet-Dunántúlon pedig kövezést jelentett. Ezek légi fényképes vizsgálatánál nemcsak eredeti állapotukat, hanem a leromlott konstrukciós maradványok esetleges hatását is figyelembe



157. ábra. A Patay P. által azonosított, Duna-Tisza-közi római út ferde tengelyű légi fényképeken (2013. június 18., Czajlik Z. légi felvételei). A: Csávoly – Józsefháza, B: Tompa – Körös-oldal, C: Tompa – Zsidóföldek-dűlő (mind Bács-Kiskun vármegye)

kell venni. Itt említjük meg, hogy a szétterülő kavicsrétegek miatt az utak akár szélesebbnek is tűnhetnek a valóságnál (BÖDŐCS 2009, 39). Az archív térképészeti célú légi fényképek alapján végzett kutatások során ezek a méretezést, a pontos konstrukciót érintő részletek a nagy magasságból adódóan kevésbé észlelhetők. Arra azonban ezeknek a felvételeknek az elemzése során is érdemes figyelni, hogy talaj-, vagy növény-jelek jelzik-e az út-nyomokat. Visy Zs. mindkét vegetációs állapotra talált példát. Ács – Vaspusztánál (*Ad Statuas*, Komárom-Esztergom vármegye, VISY 1989, 49) és Bátától Nyra (Tolna vármegye, VISY 1989, 117) a limes-út inkább talaj-jelek alapján, Ercsától É-ra (Fejér vármegye) pedig növény-jelek segítségével volt megfigyelhető (VISY 1989, 91).

Az ortofotókhoz kapcsolódó, 1990 előtti útkutatások között egyetlen olyan rendszeres felmérést ismerünk, ami a Dunától keletre lévő területeken történt. Rómer F. (RÓMER 1878, 72) és Balás V.

(BALÁS 1961, 97-98) adatai alapján, a Csörsz-árokmal kapcsolatos munkálatai során foglalkozott Patay P. a Bajától Tompa felé (Bács-Kiskun vármegye) haladó hosszanti jelenséggel. Visy Zs. *ripa Pannonicával* kapcsolatos kutatásaihoz hasonlóan, ő is a Hadtörténeti Intézet II. világháború utáni katonai térképezésekhez készült fotóanyaga alapján dolgozott (ma HM Zrínyi Nonprofit Kft., részletesen lásd: CZAJLIK 2022, 115). A légi felvételek segítségével megszerkesztett nyomvonal bejárása, majd szondázó ásatása alapján arra a következtetésre jutott, hogy egy *barbaricum* római útról lehet szó (PATAY 2005). 2013. június 18-án a feltételezett utat három ponton sikerült megörökíteni. Mindegyik esetben növény-jeleket azonosítottunk, jó észlelési körülmények mellett. Csávoly – Józsefházánál (Bács-Kiskun vármegye) egy környezeténél világosabb, hosszú, egyenes anomália látszik, amelyet az út okozhat (157.A ábra). Tompa – Körös-oldalban (Bács-Kiskun vármegye) egy rövid szakaszon kettős árok pozitív elszíneződését fényképeztük

le (157.B ábra). Ugyancsak Tompané, a László-földek-dűlőben, nemcsak az útra utaló kettős árok folytatása volt több szakaszon jól követhető, hanem egy rá merőleges, hosszú vonalas jelenség is (157.C ábra). Az utóbbi az ugyancsak Patay P. által kutatott bácskai sánc egyik szakasza lehet. Az utat keresztező sánc az 1970-es évek végén lefolytatott terepi kutatások során terephullám és világosabb talajelszíneződés formájában volt észlelhető (PATAY 2006, 112).

6.7.2.2. Az utak kutatása ferde tengelyű légi fényképek segítségével

A különféle korú és konstrukciójú, régészeti korú utak légi fényképek alapján való elkülönítése nem mindig egyszerű feladat (BÖDŐCS 2009, 39-41). R. Goguey és a saját légi fényképezéseink során azonosított út-nyomok közül Bődöcs A. szűrte ki az egykori pannoniai úthálózathoz tartozókat. Feldolgozásukat részben közös (CZAJLIK et al. 2006, 2010, 2012), részben önálló (BÖDŐCS 2009) publikációk formájában készítette el, illetve az adatok a 2008-ban benyújtott PhD-disszertációjába épültek be (BÖDŐCS 2008). A munka alapvető módszertani újítása volt, hogy a korábbi, az írásos források (elsősorban az *itineráriumok*), a római települések és katonai létesítmények topográfiai helyzete és néhány, fizikai valójában is megmaradt út-maradvány alapján összeállított térkép (pl. TÓTH 2004, 45) helyett a távérzékeléses adatok alapján meghatározható út-nyomok rögzítésére és térinformatikai elemzésére vállalkozott.

A korábban röviden bemutatott európai kutatási eredményekből kiviláglott, hogy a Római Birodalom nyugati provinciáiban rengeteg, máig látható/azonosítható példát ismerünk a hegyvidéki út-szakaszok kialakítására. A pannoniai útkutatás jelentőségét módszertani szempontból a földrajzi adottságok miatt az alluviális és dombvidéki területeken kiépített úthálózat adja. Ez – az elmúlt 2000 év során a tájhasználatban bekövetkezett jelentős változások ellenére, köszönhetően a kedvező adottságoknak – nemzetközi összehasonlításban is jól azonosítható távérzékeléses módszerekkel.

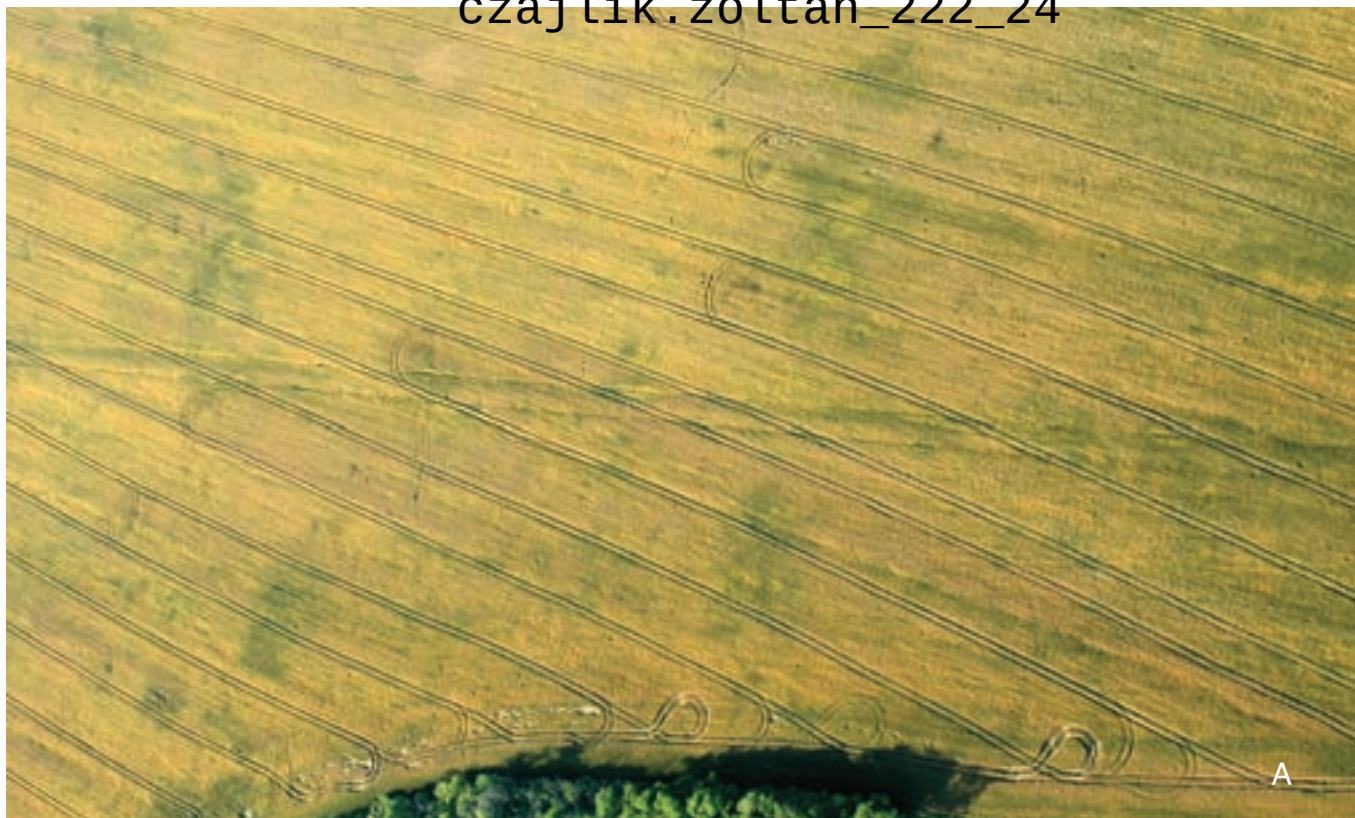
A dunántúli régiókban észlelt vonalas jelenségek közül – Bődöcs A. háttérkutatásai alapján – a kettős árokkal jellemezhető jelenségek a legtöbb

esetben római utak maradványai (158.A ábra). Itt is fontos azonban felhívni a figyelmet arra, hogy nem minden kettős árok értelmezhető automatikusan római útként, a kettős nyomú modern vezetékek megtévesztők lehetnek (CZAJLIK et al. 2010, 94). (Az utóbbiakat természetesen már a repülések alatt igyekszünk kiszűrni és feleslegesen nem dokumentálni.)

Kitűnő észlelési körülmények esetén a növényjelek nemcsak a kettős árkot és a közöttük megépített úttestet, hanem az út-konstrukció árkokon kissé túl is észlelhető nyomait is megmutatják. A Gyirmóttól (Győr-Moson-Sopron vármegye) délre készített felvételünkön ennek oka lehet az útra merőleges művelésből adódó út-pusztulás (BÖDŐCS 2009, 3.2. kép), Pécs – Makár-aljánál (Baranya vármegye) viszont előfordulhat, hogy az út alapja és burkolata már évszázadokkal ezelőtt szétterült, ezért érzékelhető a kavicsozás hatása az árkokon túl, az egykori út-építmény keresztmetszeténél szélesebb jeleket okozva (158.B ábra). Erre az interpretációs lehetőségre Nuret-le-Ferron (Indre, Franciaország) korábban bemutatott esete (155. ábra) mellett Bődöcs A. és francia kutatók is felhívták a figyelmet (BÖDŐCS 2009, 39, továbbá DESBORDES et al. 1993, 77; LEROUX et al. 2002, 137).

Egy másik morfológiai altípusát jelentik a régi utaknak az ún. töltésutak. Töltések kialakítására elsősorban alluviális területeken volt szükség, vagy olyan völgyszakaszokon, amelyeket gyakori elöntés fenyegetett. Visy Zsoltnak a Szekszárdtól Őcsény felé tartó töltésutat (Ördögvetetés, Tolna vármegye) ábrázoló felvétele (2006. június 13., SZABÓ 2016, 81. kép) a kora nyári időszakban gyakori helyzetet mutat: az út építménye világos talaj-jelként jól látszik a gyengén kikelt kukoricában, két oldalán a már erősebb növény az útárkokat jelezheti, ugyanakkor az út a kalászos gabonával(?) fedett következő táblában nem észlelhető.

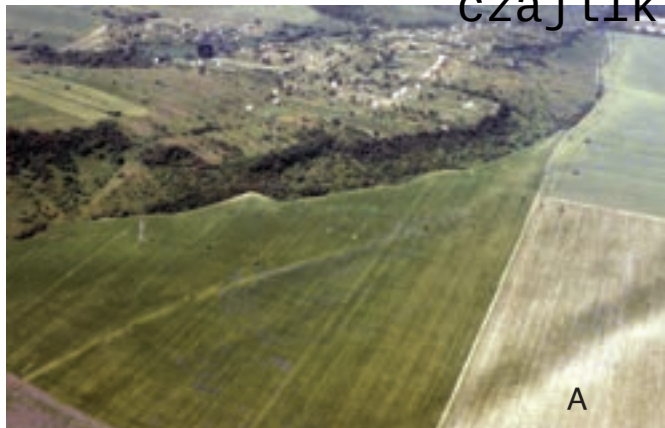
Az ortofotózások során tudatosan került hóborításos állapotot használt ki Szabó M. a Mosonmagyaróvárnál (Győr-Moson-Sopron vármegye) futó *limes*-út-szakasz fényképezése során annak érdekében, hogy a még jó karban lévő föld-építmény láthatóvá váljék (2010. december 4., SZABÓ 2016, 95. kép). Ugyanennek a szakasznak egy rövidebb részletén negatív



158. ábra. Kettős árkos római utak nyomai a Dunántúlon. A: Kajászó – Ercsi-dűlő (Fejér vármegye). A kettős árok pozitív nyoma (2005. június 25., Czajlik Z. felvétele). B: Pécs – Makár-alja (Baranya vármegye). Szétterült(?) úttest negatív jele és az árkok pozitív nyoma (2005. június 19., Czajlik Z. felvétele).



159. ábra. Római töltésutak nyomai a Dunántúlon. A: Rábaszentandrás – Proletárok-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye). Az út-nyomon kívül a csapadékos időjárás következtében kialakult elöntések is láthatók (2010. június 28., Czajlik Z. felvétele). B: Kám – Közép-dűlő (Vas vármegye). A kép tengelyében egy kettős árkos út nyoma, rá merőlegesen egy (szakaszosan?) töltésre helyezett út nyoma figyelhető meg (2010. június 28., Czajlik Z. felvétele)



160. ábra. A limesút nyoma Tát és Nyergesújfalu között (Komárom-Esztergom vármegye). A: 1994. június 8., O. Braasch felvétele (SZABÓ 2016. 80. kép). B: 2017. március 29., GE-felvétel.

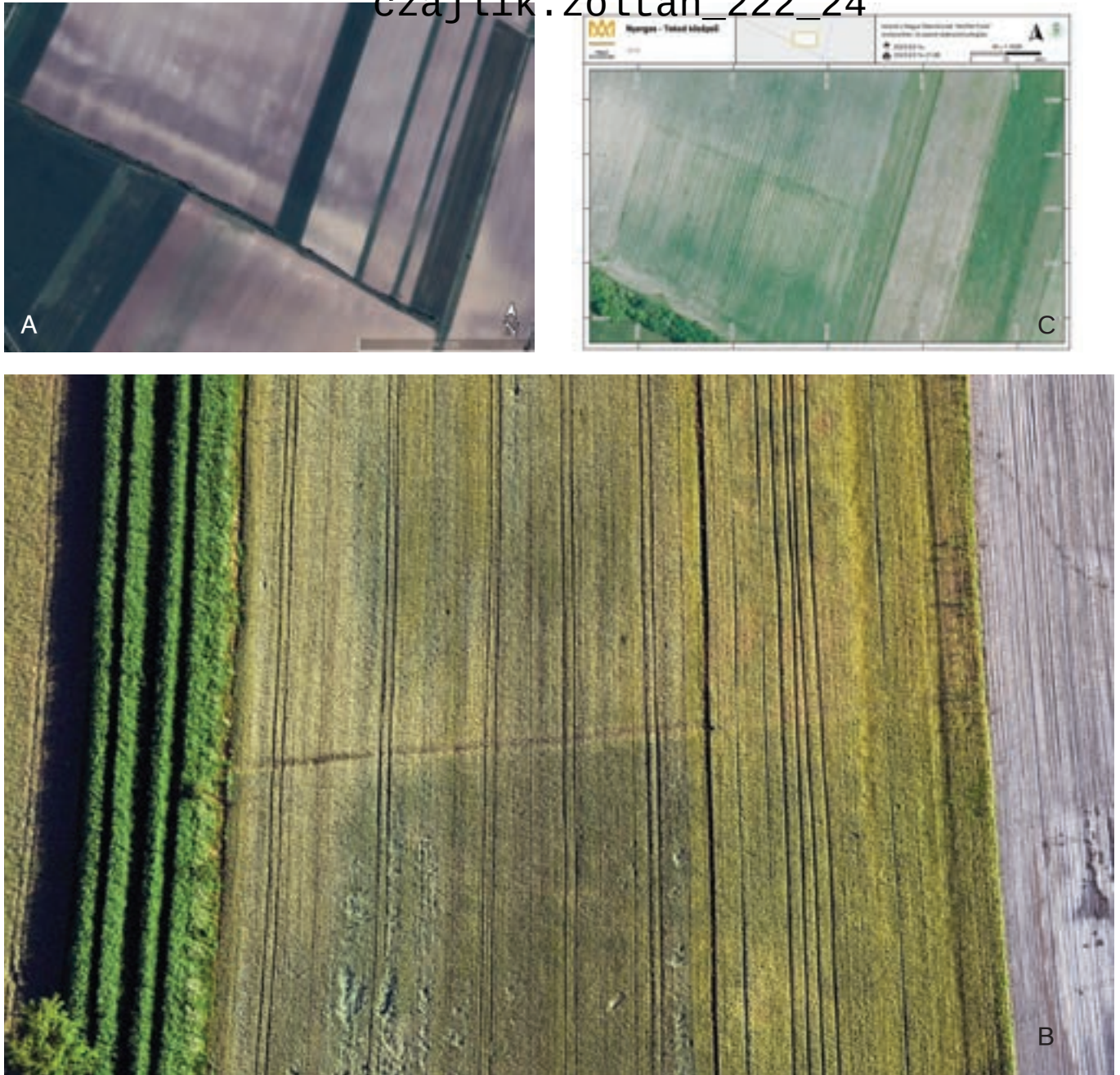
növény-jelként (vagy a gabonán átütő világos töltés-konstrukció miatt?) mutatkozik meg az út nyoma (Szabó M. felvétele, 2007.március 16., SZABÓ 2016, 94). A csapadékos időszakban vizenyőssé váló Rába-völgy közlekedését kiszámíthatóbbá tehetette az út töltésre helyezése Rábaszentandrásnál (Proletárok-dűlő, Győr-Moson-Sopron vármegye, 159.A ábra). Hasonló megoldás feltételezhető a völgy délebbi részén, Kám – Közép-dűlőben (Vas vármegye) lefényképezett két út-nyom egyes szakaszairól (159.B ábra). Csakúgy, mint a korábban említettek, ezek az utak Bödőcs A. értékelése szerint római koriak (CZAJLIK et al. 2012a, 130). A töltésutakkal kapcsolatban idéznünk kell Tóth Endrét, aki Glaser L. középkori forrás-elemzését (GLASER 1929-1930) felhasználva arra következtetésre jutott, hogy az öttevény elnevezések a Borostyánkőútra, a Savariát Arrabonával összekötő útra, a *limesút Carnuntum* és *Arrabona* közötti szakaszára, vagyis a Nyugat-Dunántúlra, valamint a Dráva–Száva közén található utakra vonatkoztathatók (TÓTH 1977). Tóth E. szerint az elnevezés nem a töltésútra (vagy bogárhátú útra), mint konstrukcióra, hanem a rómaiak által szilárdított kavicsos útfelületre vonatkozhat. Láthattuk, hogy a légi fényképek értelmezése során a két jelenség általában elkülöníthető. Ugyanakkor, amint azt például Rábaszentandrás – Proletárok-dűlő (Győr-Moson-Sopron vármegye) felvételen (159.A ábra) megfigyelhetjük, az út anyaga széles sávban szétterülhet, azaz a terepbejárás adatok nem feltétlenül mérvadók, a ma már nem vagy alig kiemelkedő terep is jelezhet töltésutat. A szerző idézte Patay Pált, aki a nyugat-dunántúli kavicsos területekkel hozta összefüggésbe az öttevény-konstrukció kialakí-

tását (TÓTH 1977, 201). Feltételezhetjük tehát, hogy a Rába- és a Dráva-völgy pleisztocén kavicsanyagát az árvízjárta részekén töltésutak építésére (vö. SZILÁGYI 2014, 3), a magasabb térszíneken pedig csak az útfelület (az öttevény) kialakítására használták fel.

A légi fényképezések során kisebb, helyi jelentőségű római utak is beazonosíthatóvá válhatnak. Példaként a Mátyás – Ereszkedő-dűlőben (Fejér vármegye) 2006-ban növény-jel és mesterséges bevágás alapján azonosított, Bödőcs A. feltevése szerint az ott már korábban ismert villagazdaság mellett elhaladó *via vicinalis* idézhető (CZAJLIK et al. 2008, 122-123). A mátyásihoz hasonló, a mezőgazdasági művelés miatt komoly erózióknak kitett domboldalak és ezzel gyakran összefüggésben az erős feltöltődéssel érintett völgyek nehezebben térképezhetők (CZAJLIK et al. 2006, 150). Az utóbbira példaként a Váli-völgyből Dorthmuth Á. jelentése idézendő, aki 8 m mélyen találta meg a római útra utaló kőlapokat (DORTHMUTH 1936, 52).

6.7.2.3. Római útszakaszok távérzékeléses morfológiai elemzése Nyergesújfalu és Tokod között

Az MRT 1979-ben megjelent 5. kötetében részletesen dokumentálták a Crumerumból Solvába vezető *limesút* Tátig tartó, illetve ott *Aquincum* felé kiágazó részét. Az archív légi felvételek mellett (lásd pl. HORVÁTH et al. 1979, 62. tábla 4.) a felszínen, terepbejárással is jól követhető konstrukciót számos ponton feltárással is ellenőrizték (HORVÁTH et al. 1979, 270, 323-324 és 329-331). A bogárhátú, komoly alépitménnyel rendel-



161. ábra. A limesút nyoma Tátnál (Komárom-Esztergom vármegye). A: 2014. április 30., GE-felvétel. B: 2022. június 15., Czajlik Z. felvétele. C: MePAR-ortofotó, 2016

kező utak esetében gyakran észlelhetünk negatív növényjelet, ez látszik O. Braaschnak a Tát és Nyergesújfalu közötti szakasról (HORVÁTH et al. 1979, 270) készült felvételén (160.A ábra). A fotót a Google Earth-sorozattal összevetve, a talaj és a növény-jelek komplementer-jellegét figyelhetjük meg. A GE-képeken az útnak a ferde tengelyű felvételen már nehezen követhető nyugati folytatása látszik jól a vegetációs időszakon kívül (160.B ábra), miközben a gabonajel révén jól látható keleti szakasz egyetlen GE-felvételen sem vehető észre. Ez egyben arra is utal, hogy az utóbbi részen nincs az útnak olyan felszínen lévő építménye, amely eltérő színű

lenne, mint a környező talaj. Előfordulhat tehát, hogy az út környezete betemetődött az elmúlt 2000 év során. Hipotézisünket erősítheti, hogy a 2011. március 8-án készült GE-felvételen jól látszik egy, az úthoz közeli Duna-ág feltöltődött szakasza.

Ezt a medernyomot keleti irányban követve, Táttól nyugatra egy, közvetlenül az egykori Duna-partot érintő másik útszakasz (HORVÁTH et al. 1979, 323-324) éles kontúrral, talaj- és néha növény-jelként is látszik a Google Earth-ön elérhető képeken. A jelenlegi művelés kis parcellákban folyik, merőlegesen az út

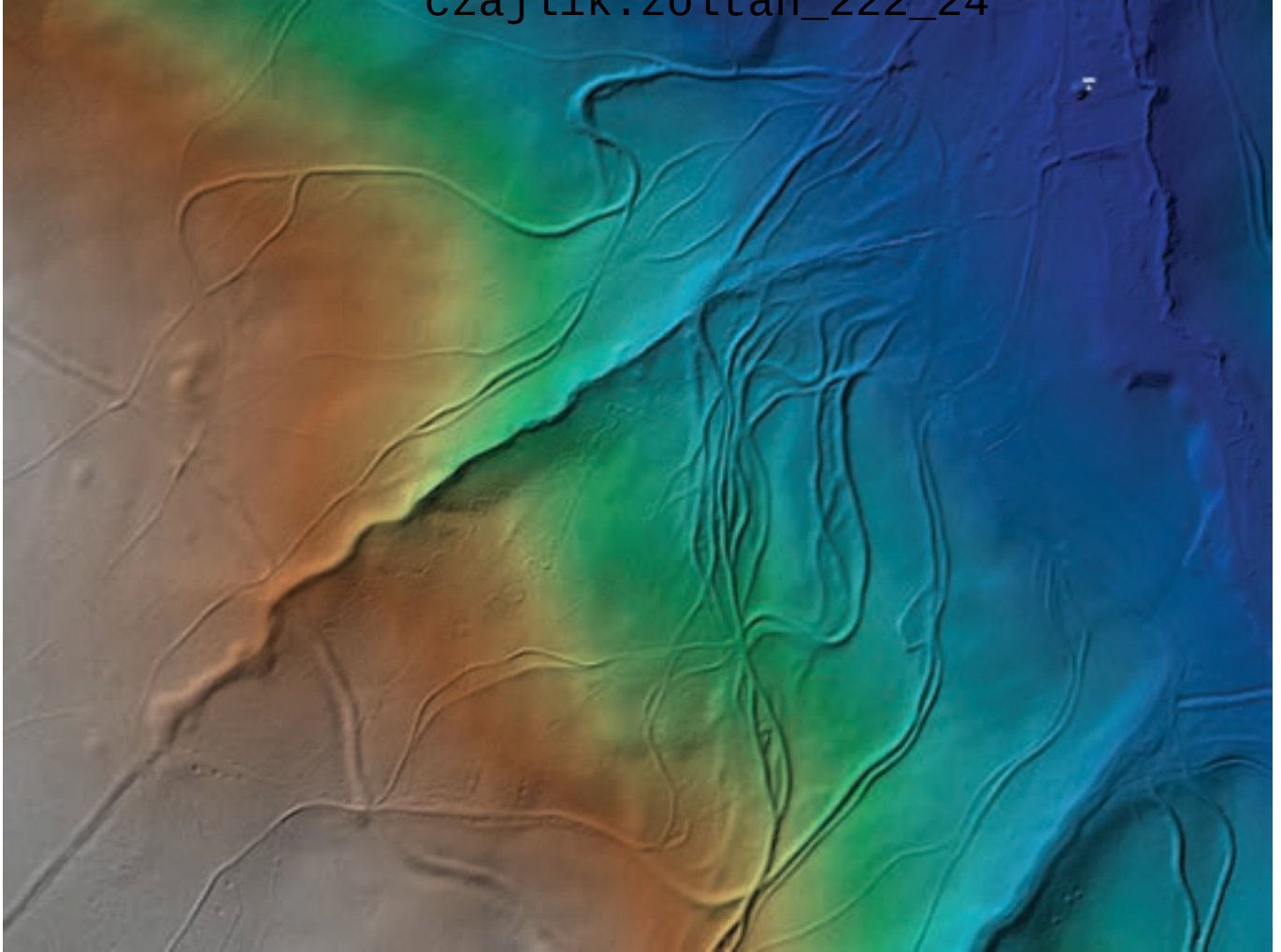


162. ábra. A limesút nyoma Tokodnál (Komárom-Esztergom vármegye). A: 2021. június 28., Czajlik Z. felvétele. B: 2014. április 30., GE-felvétel

irányára. A szabad talajfelszínen jól látszik az út töltése, sőt bizonyos felvételeken (161.A ábra) az is, hogy a művelés során a töltést mindkét irányban kimozdították, széle egyenetlen lett. Az útszakaszt többször, legutóbb 2022. június 15-én fotóztuk. A képeken jól látszik, hogy az út töltésének legvastagabb része gátolta a gabona növekedését, hiszen felette a növény a kőépületekhez hasonló módon nem, vagy csak nagyon gyengén kelt ki (161.B ábra). A MePAR 2016-os felvételén egy kissé nyugatabbra lévő parcellában a gyengén kikelt kukorica is határozottan kirajzolta az árkok kontúrját (161.C ábra). Feltűnő, hogy az északi útárok könnyeb-

ben követhető, talán jobb állapotban van, mint a déli. Mindenesetre a három forrásból származó adatok összevetése alapján itt egy olyan töltés-út-szakasról van szó, amelynek mindkét oldalán útárok futott. A konstrukció maradványait a jelenlegi művelés erősen roncsolja.

Az út Tát és Tokod közötti, keletebbre lévő, *Aquincum* felé kiágazó szakaszát (HORVÁTH et al. 1979, 329-331) legutóbb 2021. június 28-án légi fényképeztük. Az aratás előtt álló gabonában az út nyoma világosabb színnel vált el környezetétől. Ebben az esetben az eltérő szint a növekedésében akadályozott növény okozta, vagyis negatív növény-jelről van szó (162.A ábra). Ugyanez az útszakasz a Google Earth-rendszer minden felvételén megfigyelhető. Az egyik legjobb kép 2014. április 30-án, növényzet-mentes állapotban készült. Ezen egy viszonylag széles világos csík, azaz az út töltésének anyaga látszik. Feltehető, hogy jelenlegi szétterült megjelenése ebben az esetben is összefügg az útnyomra merőleges talajműveléssel (162.B ábra).



163. ábra. Sopron – Várhely (Győr-Moson-Sopron vármegye). Fonatos úthálózat a vaskori erősített magaslati település északnyugati zónájában. Az útnyomok nagyobb része modern, részben markáns, terepen is jól látható, a kisebb mélységűek viszont a terepen valószínűleg nem, vagy nem egyértelműen észlelhetők (A digitális felszínmodellét Király G. készítette.)

Részletes elemzésünkkel azt kívántuk megmutatni, hogy még egy olyan régóta, archív légi felvételekről és ásatások révén sokoldalúan ismert jelenség, mint a *limesút* Nyergesújfalu és Tokod közötti rövid szakasza esetében is nagyon részletes morfológiai elemzést tesznek lehetővé a különböző modern távérzékelési adatforrások. Hasonlóan a Nyugat-Európából, kiváltképpen a Franciaországból korábban említett példákhoz, adatokat nyerhetünk az egyes útszakaszok konstrukciójára, építési anyagára és állapotára vonatkozóan.

Az utóbbi évek intenzív kutatásai alapján ma már arra is van lehetőség, hogy a fent említett településeket összekötő nyomvonal-variációkat, sőt a változtatások lehetséges okait is elemezzük. Az egyes szakaszok pontos töréspontjainak és az elágazások helyzetének

meghatározása ugyanezt a munkát, a *limesút* és a kiágazó utak evolúciójának megértését szolgálja.

6.7.2.4. Őskori, középkori és újkori fosszilis utak vizsgálati lehetőségei

A római úthálózat intenzív légi fényképes kutatása Nyugat-Európában, különösen Belgiumban (VERMEULEN et al. 2000, 191) és Franciaországban (DELÉTANG 1999, 69) rendszeresen eredményezte őskori, vagy középkori fosszilis utak azonosítását. Légi fényképezéssel észlelt, biztosan őskori, vagy középkori útról Magyarországon nincs tudomásunk. Ugyanakkor mind az őskorra, mind a középkorra vonatkozóan vannak adataink más módon ismertté vált útvonalakról. Az utóbbiakkal kapcsolatos megfigyelések segíthet morfológiai alapú felismerésüket.

Erdélyi légi fényképezéseik során Czajlik Z. és Szabó M. is megfigyeltek egymás mellett kialakult, ma is létező kanyargós út-változatokat, ún. fonatos utakat (SZABÓ 2016, 148). Ez a Szilágyi M. által útkötegekből álló szakaszként (SZILÁGYI 2017, 471), az angol terminológiában *holloway*ként jelölt típus akkor alakul ki, amikor a terep meredeksége, vagy egy útszakasz tönkremenetele, kimélyülése, nyomvályúsá válása (SZILÁGYI 2017, 471) arra kényszeríti a közlekedőket, hogy egyre újabb és újabb kerülő csapásokat alakítsanak ki a nehéz szakasz leküzdésére. Fonatos utak nyomát talaj/növény-jelek révén még nem észleltük, viszont a Király G. által a Soproni-hegységről készített ALS-modellen több helyen is jól felismerhetők. A sopron-várhelyi (Győr-Moson-Sopron vármegye) halomsírmезőn keresztülvezető, légi lézerszkenneléssel kimutatott útvonal-variációk egy része nagy valószínűséggel vaskori (CZAJLIK et al. 2012b, pl. 4-5). A „fonat” déli vége az őskori erődítés kapujában van, a sáncrendszer északi kijáratánál pedig további fonatos utak indulnak a völgy felé (163. ábra). A közeli Lajta-hegységben (Burgenland, Ausztria) ugyancsak légi lézeres szkenneléssel végzett térképezés alapján a fonatos utak vaskori erődítéseket kötöttek össze (DONEUS – BRIESE 2011, fig. 8, 13). Mindez nem jelenti azonban azt, hogy – amint azt a fent említett erdélyi példa is mutatja – a fonatos utak mindenképpen őskori eredetűek, hiszen mindmáig keletkezhetnek hasonló jelenségek. Példaként a Máté G. által Kisvaszarnál (Baranya vármegye) térképezett, a Codolló oldalán leereszkedő út-variációk idézhetők (MÁTÉ 2014, fig. 9).

A középkorban működő dunántúli utak számos szerző által idézett rekonstrukcióját Glaser L. készítette el (GLASER 1929-1930). Írott források, településtörténeti adatok, domborzat és a révétkelők segítségével dolgozott, konkrét fizikai azonosításról sokáig csak a városokon belüli szakaszok esetében beszélhettünk. Az utóbbiak számos példáját gyűjtötte össze Szilágyi M. (SZILÁGYI 2017, 464-469). Régi térképművek, mégpedig Lipszky J. 1804-1810 között megjelent munkájának szisztematikus használatára először Györffy Gy. az Árpád-kori településhálózatról készített történeti-földrajzi rekonstrukciójában került sor (GYÖRFFY 1987).



164. ábra. Andezit-anyagú kövekkel burkolt középkori út a Pilisben, Pilisszentkereszt és a Kétfükkfanyereg között (Pest vármegye). Szabó Máté felvétele, https://sirasok.blog.hu/2010/04/13/osi_utak_a_pilisben

Összefüggésben azzal, hogy számos fontos információforrás, így elsősorban a 18. század végi állapotokat rögzítő első katonai felmérés digitálisan hozzáférhetővé vált, majd a georeferálása is megtörtént (MOLNÁR et al. 2014, MOLNÁR – TÍMÁR 2015), a legutóbbi időben komoly előrelépések történtek a középkori úthálózat hazai kutatásában. Amíg Bödőcs A. korábban említett doktori disszertációja (2008) a római úthálózat rekonstrukciója során erőteljesen támaszkodott a légi felvételekre, addig Szilágyi M. (2012), Rosta Sz. (2014), Szalontai Cs. (2014) és Stibrányi M. (2015) főként a régi térképeket, ezen belül is a katonai felméréseket részesítették előnyben.

Meglepő, de a 18. századi térképeken megörökített úthálózat tartósabbnak bizonyulhat a településhálózatnál. Ezt először a Kiskunsági-homokhát kutatása során mutatta ki Rosta Sz. (ROSTA 2009, 2014). Később ugyanerre a következtetésre jutott Stibrányi M. a középkori Fejér megyére vonatkozó kutatásai során, ezt támasztja alá egyebek mellett a Baracska és Keresztúr közötti utak elemzése (STIBRÁNYI 2015).

Fontos volt annak bizonyítása is, hogy a meglévő dűlőúthálózat egyes elemei a középkorra vezethetők vissza (STIBRÁNYI 2008). Stibrányi M. vizsgálatai alapján az útvonalak evolúcióját a „*minimum effect, maximum effort*” elvvel jellemezhetjük, az utak szakasról szakaszra változnak, azaz soha nem a teljes út esik ki a használatból. Megfigyelte azt is, hogy maradhatnak felhagyott csonkok, amelyek, különösen a

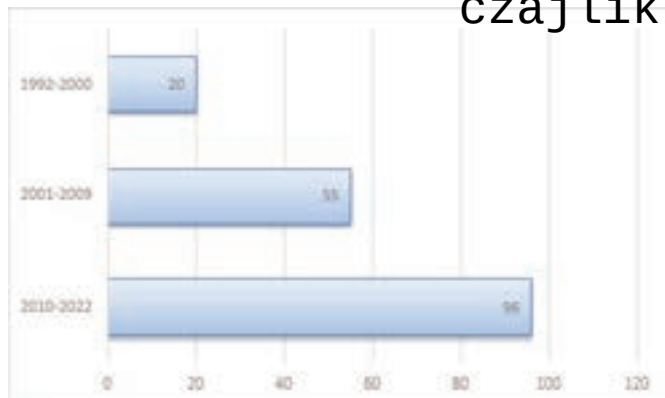


165. ábra. Útvonal-variációk az Érd-Battai-platón (Pest vármegye) át. GE-felvételek. A: 2011. december 31., B: 2016. április 6.

bevágódó szakaszok esetében, gyakran felderíthetők. Példaként a Gyúró és Kuldó falvak közötti, illetve a Kajtor és Seregélyes közötti szakaszok említendők (STIBRÁNYI 2015). A terepen azonosítható, fosszilis mélyutakkal K. Németh A. is foglalkozott. Tolna vármegyében, az adott mikrorégió középkori lelőhelyeinek, településeinek részletes ismeretében Tengőd, Pincehely, Bedegkér és Gyulaj határában falvak és templomaik közötti, részben pusztuló, feltöltődő mélyutakat, Tamási és Ozora között ma dűlőútként használt utat keltezett a középkorra (K. NÉMETH 2014). Több őskori lelőhelyen (pl. Bata – Öreghegy, Tolna vármegye; Nagyberki – Szalacska, Somogy vármegye) tapasztaltuk, hogy az akár ma is használt, löszben kialakult mélyutak 8-10 m mélyre is bevágódhatnak. Ez érv régiségük mellett, valószínűleg nincs azonban lineáris összefüggés az utak mélysége és kora között. Egy-egy kiadósabb eső 10-20 cm-t is elmoshat az utak alapjából, amint azt Szalacsán magunk is megtapasztaltuk. Azt, hogy ezek az utak löszszakadékká pusztulhatnak, Máté G. mutatta ki Kárász (Baranya vármegye) mellett, a Hársmai-gödörben (MÁTÉ 2014, 15).

Fontos – morfológiai szempontból igen érdekes – további lehetőséget jelent a római utak középkori használata. Erre Benkő E. az MRT adatai alapján (HORVÁTH et al. 1979, 278-279, DINNYÉS et al. 1986, 156 és 173-174) és más források alapján az *Aquincum-Brigetio* út Piliscsév

– Pilisvörösvár közötti szakaszát hozza példaként (BENKŐ 2011, 116). Láng O. Bécsi út 314. lelőhelyen végzett feltárásából tudjuk, hogy az út *Aquincumba/Óbudára* érkező szakasza a Kr. u. 2. századtól a 16. századig használatban volt, összesen hét periódust lehetett megfigyelni (LÁNG 2003). Benkő E. az MRT (DINNYÉS et al 1986, 76-77, 143-144, 156 és 353) és saját 2002-2003-as bejárása alapján a régió egy másik útjára is felhívta a figyelmet, ami a pilisi monostor és Óbuda között haladt (BENKŐ 2011, 116-117). Leírása alapján ez a „kövezés szórványos nyomait mutató út közvetlenül a [pilisi] monostor fölött, annak nyugati oldala mellett haladt el” (BENKŐ 2011, 117). Az út dobogókői szakaszát 2006-2007-ben Szabó M. járta be. Leírása és fotói alapján átlagosan 2,5 m széles, helyenként kisebb-nagyobb andezit lapokkal/kövekkel burkolt (164. ábra), másutt a szálkőben kialakult nyomvályú révén, vagy ma már csak „földútként” azonosítható jelenségről van szó (SZABÓ 2010). Mind a középkorban is használt, római eredetű, mind a pilisi monostor és Óbuda közötti középkori útvonal esetében igaz tehát, hogy épített, burkolt konstrukcióról van szó, azaz nemcsak a városokban léteztek ilyen utak a középkori Magyarországon. További példaként a *ripa Pannonica Camponától* délre vezető szakasza említendő, amely burkolt útként használatban volt a középkorban is (STIBRÁNYI 2015). Azok a vonalas jelenségek tehát, amelyekből kövezett burkolatra következtethetünk, nagy valószínű-



166. ábra. Az útként értelmezett vonalas jelenségek számának növekedése az ELTE BTK Régészettudományi Intézet Léírégészeti Archívumában (1992 - 2022).

séggel római koriak, de néhány – kiemelt helyzetű, alkalmas könyersanyaggal rendelkező – régióban, különösen a *medium regni* zónájában a középkorban is működhettek, illetve épülhettek ilyen utak (SZILÁGYI 2014, 5).

Fontos ugyanakkor leszögezni, hogy nem a burkolt utak nem voltak jellemzők a hazai középkori úthálózatra. Szilágyi M. kutatásai alapján a római eredetű utak használata mellett a természetes közlekedés során kialakuló, burkolatlan nyomvonalak állandósulását figyelhetjük meg (SZILÁGYI 2014, 17). A rómaiakhoz hasonlóan, a középkori útvonalak is érzékenyek voltak a szintkülönbségekre, a hegyeket megkerülték. Ugyanakkor – az ókoriakkal ellentétben – reagáltak a mikrodomborzati eltérésekre, ami kanyargóssá tette őket (SZILÁGYI 2014, 17).

A röviden összefoglalt, a középkori úthálózatra vonatkozó számos rekonstrukció során a távérzékeléses adatok felhasználása – különösen a római kori utakkal összevetve – egyelőre nem jellemző. Szilágyi M. így indokolta ezt: „*I decided not to use such time consuming and costly methods such as the identification of roads in the field or the interpretation of archaeological photographs here.*” Stibrányi M. pedig pesszimistán nyilatkozott ezen adatforrás felhasználhatóságáról. Ennek ellenére kutatásai alapján néhány esetben a távérzékelési adatok megerősítették rekonstrukcióját. A legfontosabb ezek közül a Budai úton a Velencei-tó északi oldalától a Váli-völgyig tartó szakasz, de segítette a munkát Bodmértől

keletre egy útszakasz, illetve a Csákberénynél egy útszakasz Google Earth segítségével való észlelése is (STIBRÁNYI 2015). Ugyancsak a GE-rendszernek köszönhető és reményt keltő az alföldi kutatások jövője szempontjából, hogy Szalontai Cs. Szeged – Öthalomtól délre sikeresen azonosította a Budai út egy hosszabb, egyenes szakaszát (SZALONTAI 2012).

Az úthálózat folyamatos átalakulását jól mutatja a százhalombattai platót átszelő utak évezredes evolúciója. A Campona és Matrica közötti szakasz alapvető problémája a Duna nyugatra, majd keletre fordulása, aminek következtében a plató keleti széle feltehetően évezredek óta alagosodásnak van kitéve, azaz a löszben árkok, bevágódások alakultak ki, a plató széle feldarabolódott, helyenként a Dunába szakad. Ez, és a zónától északra lévő alacsony ártér kizárta, hogy a Duna menti út a part mellett haladjon tovább. Korábbi rekonstrukciónk alapján a vaskori halomsírmezőn áthaladó út a nekropolisz déli halmai között hagyott sávban, lényegében a mai kövesút nyomvonalában lehetett (CZAJLIK et al. 2023, 11. kép). Az írásos források, a légi fényképes és terepi adatok alapján a *limes*út ettől nyugatra, a halomsírmező határán, az egész platót egyetlen egyenes szakasszal átszelve haladt (SZABÓ 2014, 2. kép; VARGA 2016, 1. kép). A leromló állapotú, kövezett burkolata miatt nehezen javítható út helyett egy vele párhuzamos, a platót lényegében elkerülő utat (Postaút) kezdtek használni a 18. század első felében (VARGA 2016, 135). Később ez is tönkrement, ezért a 19. század elején felújították a római utat (VARGA 2016, 135), pontosabban annak nyugati oldalához tapad a ma belső útként használt újkori nyomvonal (SZABÓ 2014, 91).

E három észak-déli nyomvonal közül a feltételezett őskori és a római kori mai utakkal esik egybe, ezért légi fényképezéssel érdemben nem kutatható. Ugyanakkor az újkori Postaút különböző szakaszai jóformán minden, a területről készült ortofotón, műholdfelvételen, stb. felfedezhetők. A mozaikos határhasználat következtében egyes részei más-más időpontban ismerhetők meg. A 2011. december 31-én készült felvételen szembetűnő az északi szakaszok pozitív

növény-jelként való megjelenése. Ez az észlelés a későbbi állapotát. Június közepe után viszont vetésű búzának köszönhető, amely egy széles árkot, feltehetően a löszplatóba bevágódó, mély-úttá váló Postaút nyomát jelzi (165.A ábra). Az út déli folytatásában bizonyos felvételeken egy szakaszon kettős árokra is következtethetnénk. Ebben az esetben azonban – véleményünk szerint – nem útárkokról, hanem az út leromlása miatt kialakult nyomvonal-variációkról lehet szó: a 2016. április 6-án készült fotón talán a két út-verzió közötti „átjáró” is kivehető (165.B ábra). Az itt röviden összefoglalt eset jól mutatja egyfelől a modern kutatások nehézségeit, másfelől azt, hogy egy állandó, földrajzi okokból rögzített útirányban hogyan alakultak ki korszakról korszakra újabb és újabb, a terepviszonyokhoz alkalmazkodó útvonalak.

A korábban tárgyalt töltésutak, a Pilisvörösvári-árokban haladó diagonális út és az Érd-Battai-platóra felkapaszkodó útvonalak vizsgálata módszertani szempontból úgy összegezhető, hogy a légi felvételek értelmezésében érdemes a vonalas jelenségek részletes morfológiai vizsgálatára nagyobb hangsúlyt helyezni. Ez szükségszerűen azzal a következménnyel jár, hogy az egyes időszakok útjai önmagukban nem kutathatók, sokkal inkább egy-egy régió úthálózatának korszakokon átívelő kiépítettségét/állapotát tudjuk felderíteni.

A teljes rendelkezésre álló ferde tengelyű légi fotóanyagot áttekintve, az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archívuma 171 olyan lelőhelyről rendelkezik felvételekkel, amelyeket – jelentős részben Bödőcs A. kutatásaihoz kapcsolódóan – útként lehet meghatározni. Ezek mennyiségének növekedése nem olyan látványos, mint a temetkezéseké, de évtizedről évtizedre a duplázódásuk tapasztalható (166. ábra). Egyértelműen rómaiként csak kisebb hányadukat tartjuk nyilván, biztosan vannak közöttük középkori és kora újkori útszakaszok is. Utóbbiak vizsgálata, összevetése a különféle rekonstrukciós elképzelésekkel fontos feladat.

A fotóanyag túlnyomó többsége növény-jel alapján meghatározott vonalas jelenség. Ezeket a gabonák korai érési időszakában, többségüket május végén – június elején dokumentáltunk. Érzékelhető tehát, hogy az utak jó észlelése kissé megelőzi a kalászos gabonáknak a települések és temetők légi fényképezése szempontjából leg-

kedvezőbb állapotát. Június közepe után viszont gyakran nehezebben észlelhetők, ahogyan azt a Kajászó – Ercsi-dűlőben (Fejér vármegye) 2005. június 25-én fotózott útnyom esetében is megfigyelhetjük (158.A ábra, CZAJLIK et al. 2006, 156).

Amint arra korábban utaltunk, más morfológiai típusokhoz hasonlóan, az útként meghatározott lineáris jelenségeknél is kell a bizonytalansági faktorról számolni. Előfordulhat ugyanis, hogy a későbbiekben erősítésnek bizonyulnak. Fordított esetként a fent röviden ismertetett, Bajától Tompa felé (Bács-Kiskun vármegye) haladó utat(?) hozhatjuk példaként (PATAY 2005). A lelőhelyek túlnyomó része dunántúli, mindössze 13 található a Dunától keletre, ráadásul ezek egy része az utóbbi, római korinak sejtett útvonalhoz kapcsolódik (157. ábra). Noha a Dunától keletre eső területek középkori úthálózatára is vannak adatok (lásd például: PÁLÓCZI HORVÁTH 2019), ebben a zónában a légi fényképezés viszonylagos eredménytelenségében biztosan szerepet játszik a római utak hiánya. Ugyanakkor az sem zárható ki, hogy – főként a Tiszától keletre – talajtani és/vagy geomorfológiai okok is nehezítik a vonalas jelenségek észlelését.

6.7.2.5. A távérzékeléses módszerek lehetőségei az LCP-modellezésben a Dunántúlon

A regionális léptékű vizsgálatokban ígéretes lehetőséget jelenthetnek a korábban külföldi példák segítségével bemutatott LCP-elemzések alapján indítható távérzékeléses kutatások. Láttuk, hogy az LCP-fejlesztéséhez jó minőségű domborzatmodellre és régészeti adatokra (pl. egy adott korszak települései a vizsgált térségben) van szükség. A Pető Zs. által a pilisi térségre rekonstruált modell jó egyezést mutat a Vörösvári-árok vonalát követő római út, azaz a diagonális út délkeleti részével (PETŐ 2014, 4. kép). Ugyanerre a zónára később Simon B. egy jóval több változót figyelembe vevő modellt fejlesztett ki, amely immáron a teljes *Aquincum* – *Crumerum* szakaszt lefedte. Ez az LCP-modell a ténylegesen meglévő úttól eltér a délkeleti zónában, ugyanakkor északnyugati része nagyon jó egyezést mutat az ismert úttal (SIMON 2015, fig. 9). A kérdés tehát a továbbiakban az, hogy tudunk-e a távérzékeléssel jól kutatható területekre a domborzat és az egyes korszakok település-hálózata alap-



167. ábra. Az Alföld és a környező régiók nagy sáncrendszerei Patay P. és munkatársainak kutatásai alapján. . Az alaptérkép forrása: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pannonian_Basin_geographic_map_blank.svg Ikonact, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons. Az 1983-as első kiadás (GARAM et al. 1983) térképei, továbbá a 2008-ig elérhető műholdas állományok alapján szerkesztette Holl B. (2008), átdolgozta Marton Á. (2024)

ján modellezett útvonalakat fejleszteni, majd azok hipotéziseit légi fényképezéssel megerősíteni? A kérdéskör vizsgálatára alkalmas lehet a Mór és Csákvár között, Stibrányi M. által modellezett LCP (STIBRÁNYI 2015) légi fényképes kontrollja, amivel a közeljövőben kívánunk foglalkozni. Apró adalék, hogy a tatai Fényesforrásoktól *Brigetio* irányába tartó vízvezeték nyomait pusztán a kezdő és végpontok, illetve a domborzat követése alapján nem lehetett légi fényképezéssel azonosítani. Sikertelen volt a kutatás az első egyszerű modellek alapján is, majd azt követően, amikor az adatok közé már a római konstrukció egyes hipotetikus adatai is bekerültek Naszály környékéről, az LCP-t lerepülve meg lehetett találni azokat a nehezen észlelhető talaj/növény-jeleket, amelyek a vízvezeték folytatását sejtetik *Brigetio* felé. Ehhez azonban arra is szükség volt, hogy a modell más módon - ez esetben magnetométeres geofizikai

felmérés révén – már a repülést megelőzően egyértelműen igazolódjék (SIMON – RUPNIK 2023). Megjegyzendő, hogy a korábban már idézett belgiumi kutatások során az ALS és a talajtérkép alapján készített LCP legfontosabb teszt-lehetőségét azok a ferde és függőleges tengelyű légi felvételek jelentették, amelyeken a római utakra többé-kevésbé egyértelműen utaló kettős vonalas jelenségek figyelhetők meg (VERBRUGGHE et al. 2017).

A távérzékeléses módszerek tehát nemcsak az úthálózat egyes elemeinek azonosítására, hanem további elemzésre, tesztelésre, sőt bizonyos mértékig monitorozásra is alkalmasak. Mindehhez érdemes ugyanakkor hozzátenni, hogy az alluviális területeken kiépített utak a vonalas jelenségek közül tapasztalataink szerint egyelőre unikálisnak tűnnek abból a szempontból, hogy egyaránt jól kutathatók műholdas,



168. ábra. A Csörsz-árok a GE-rendszerben (2024). A: világos-sötét-világos növény-jelek Fóttól (Pest vármegye) délnyugatra (2020); B: sötét talaj/növény-jelek Mogoródtól (Pest vármegye) keletre (2013); C: kalászos gabonán átlátszó talaj-jel Versegától (Pest vármegye) délre (2016); D: világos-sötét-világos talaj-jelek Egerfarmostól (Heves vármegye) délre (2016); E: széles világos talaj-jel Nyíregyháza – Felsősimától (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye) nyugatra (2011); F: világos-sötét-világos növény-jelek Téglástól (Hajdú-Bihar vármegye) nyugatra (2009)

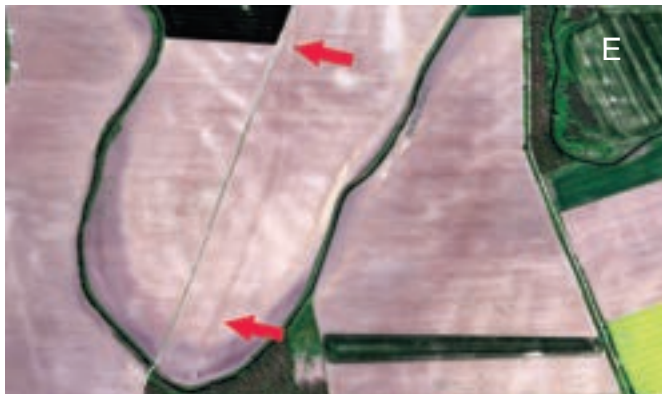
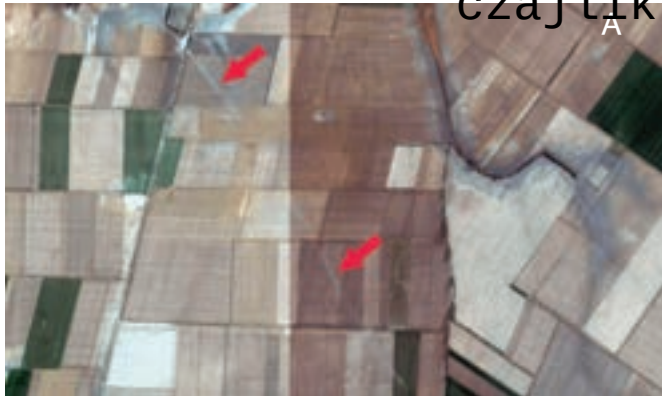
archív és modern ortofotózással, vegetációs időszakban és azon kívül végzett régészeti célú légi fényképezéssel, sőt véleményünk szerint a jövőben drónnal is.

6.7.3. A lineáris erődítések vizsgálata

6.7.3.1. A Csörsz-árok

Légi fényképes módszertani szempontból a *limes* kutatásához hasonló feladatot jelent a

hosszanti földsáncok vizsgálata. Közülük a legismertebb a Csörsz-árok, amelynek rendszeres kutatása 1962-ben kezdődött Garam É., Patay P. és Soproni S. vezetésével és számos további kutató részvételével (GARAM et al. 2003, 7-8). Az alkalmazott módszertanról keveset tudunk, a 17. századig visszanyúló források, a korábbi szakirodalom, így elsősorban Rómer F. és Balás V. összefoglalói (RÓMER 1878, BALÁS 1961) mellett az akkor hozzáférhető régi térképeket és ortofotókat

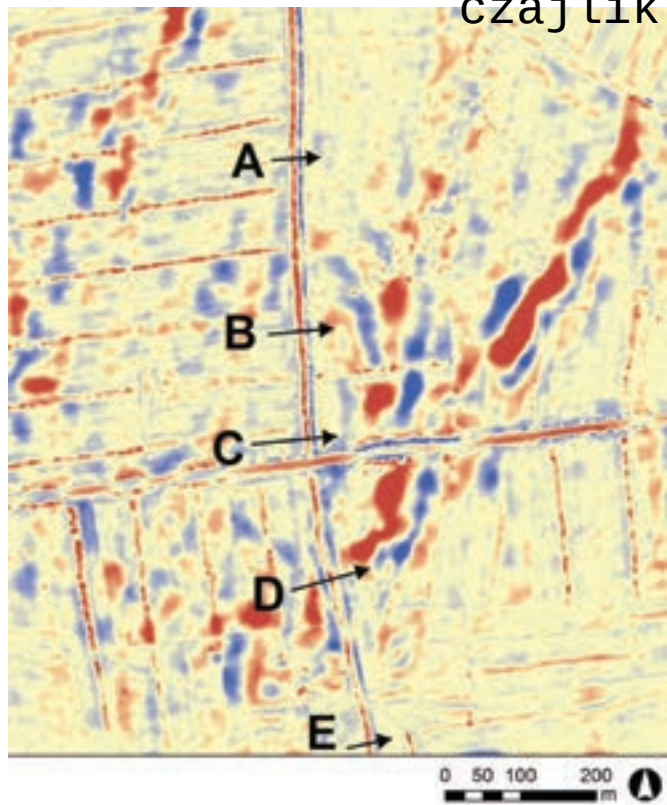


169. ábra. A Csörsz-árok nyomai a GE-rendszerben (2024). A: széles világos növény-jel Létavértestől (Hajdú-Bihar vármegye) délnyugatra (2018); B: árok vízzel Berettyószentmártontól (Hajdú-Bihar vármegye) délre (2018); C: árok vízzel Madarásztól (Mădăras, Bihar megye, Románia) nyugatra (2021); D: elmosódó világos talaj-jel Poránytól (Potporanj, Vajdaság, Szerbia) délre (2021); E: sötét-világos-sötét talaj-jel Gesztől (Békés vármegye) délre (2021)

használtak fel, az adatokat terepbejárással, talajfúrással és szondázó ásatásokkal ellenőrizték és 1:50.000-es méretarányú térképen rögzítették. A második kiadás összesítő térképeit készítő Holl B. szerint Patay P. a Hadtörténeti Intézet II. világháború utáni kontaktortofotó állománya (ma HM Zrínyi Nonprofit Kft., részletesen lásd: CZAJLIK 2022, 115) alapján dolgozott, amint ezt a Baja – Tompa zónájában haladó római út esetében korábban már leírtuk (167. ábra).

Tapasztalataink alapján a Csörsz-árok nyomvonalai régészeti célú légi felderítéssel nehezen kutathatók. Különösen az északi szakaszok esetében gyakori, hogy a védmű erdővel borított területen halad, illetve ma országutak, vagy mezői utak vannak vonalában. A jól

megfigyelhető, áttekinthető területek számát tovább csökkentik a beépített zónák. A keleti részek esetében jobban azonosíthatók a védművek, a nagy távolság, a magyar-román államhatáron számos esetben átlépő nyomvonalak azonban komoly logisztikai kihívást jelentenek. Minthogy az archív légi fotó állományt nem volt alkalmunk átnézni, az itt röviden ismertetendő kutatáshoz – a Holl Balázstól megkapott nyomvonal alkalmazásával – a Google Earth-rendszert használtuk. Ez döntően 2007 – 2022 között készült, általában jó minőségű felvételeket tartalmaz, azonban helyenként megfigyelhető rajta a védmű romló állapota. A degradáció már ebben a csekély időintervallumban is érzékelhető, így elképzelhető, hogy az archív ortofotók térinformatikai szempontú feldolgozásával számos, ma



170. ábra. A Csörsz-árok ALS-alapú domborzatmodellje (BÁLINT – SZABÓ 2017, 7. kép). Készítette: Szabó M.

már megoldhatatlannak tűnő probléma orvosolható lenne.

Ahogy az utak esetében, úgy a hosszanti sáncoknál sem célunk a nyomvonalak rekonstrukciójával, vagy építésének idejével kapcsolatos problémák elemzése. A hangsúlyt továbbra is a védmű megjelenésére, a felvételek alapján kikövetkeztethető konstrukcióra, vagyis a morfológiai kérdésekre helyezzük.

Nyugatról indulva az első, légi fényképezéseink során is többször sikeresen megfigyelt terület Fóttól (Pest vármegye) délnyugatra, közvetlenül az M3-as autópálya mellett található. Növény-jelek révén, rövid szakaszon, északról délre haladva egy környezeténél világosabb, majd sötétebb, végül ismét világosabb csík figyelhető meg a télvégi felvételen (168.A ábra). Értelmezésként felvethető egy sánc-árok-sánc konstrukció, jelezniük kell azonban, hogy ilyen profilt a feltárások alapján az egész sáncrendszeren egyelőre nem ismerünk. Ugyanakkor számos esetben csak egyszerű, sánc nélküli árokokat tártak fel (lásd Mogyoród, Kisköre, Kartal, Csány, Oszlár, Galgamácsa, Verseg, Kál, Kápolna, Debrecen, Kőtegyán profiljait: GARAM et al. 2003, 93-97), amelyek mentén megőrződ-

hetett a helyesbítő kitermelt talaj(?) egy része. Mogyoródtól (Pest vármegye) keletre hosszan követhető a védmű árka, részben gabona-, részben talaj-elszíneződésként (168.B ábra). Egy, az előzőtől északabbra futó sáncvonulatnak az eddigiektől eltérő karakterű erősítése Verseg-től (Pest vármegye) délre dokumentálható. Jól látszik a gabonán átütő sánc konstrukció világosabb színe és/vagy növekedést gátló hatása. Itt az árok nem látszik, fiatal gabonajeleknél azonban ez előfordul, a jelenség valószínűleg a mogyoródi és az erdőteleki profiloknak feleltethető meg (GARAM et al. 2003, 93-94; (168.c ábra).

Egerfarmostól (Heves vármegye) délre egy olyan helyszínt ábrázol a 2016 tavaszán készült felvétel, ahol az árokrendszer közel merőlegesen irányt változtat. A túlnyomóan talajjelek révén érzékelhető erősítés konstrukciós szempontból a Fótnál megfigyelt szakasszal azonosnak tűnik, azaz keskeny világos – szélesebb sötét – keskeny világos csíkok követik egymást. Ezek a törésponttól nyugatra nehezebben, tőle északkeletre viszonylag jól követhetők (168.D ábra). A dél felé forduló sáncrendszer Nyíregyháza - Felsősimától (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye) nyugatra már csak halványuló/szétterülő talaj-elszíneződésként figyelhető meg (168.E ábra). Téglástól (Hajdú-Bihar vármegye) nyugatra, egymástól 2-300 m-es távolságban 2-4 erősítési vonulat követhető. Közülük a legkorábbi fotón (2009) a legnyugatabbi látszik igazán jól. Itt is a főtízhöz és az egerfarmosihoz hasonló konstrukció állhatott, amelyet ezúttal növény-jelek segítségével észlelhetünk (168.F ábra). Létavértestől (Hajdú-Bihar vármegye) délnyugatra a felsősimaihoz hasonló növény-jeleket figyelhetünk meg (169.A ábra). Berettyószentmártontól (Hajdú-Bihar vármegye) délre Mogyoródhoz hasonlóan csak az árok látszik, egyes szakaszokon vízzel feltöltött állapotban (169.B ábra).

Hasonló módon észlelhető a Csörsz-árok Madarásztól (Mădăras, Bihar megye, Románia) nyugatra (169.C ábra). A vízzel kitöltött árokhoz nyugatról csatlakozó, határozott nyugati széllel rendelkező világos csík sáncként is értelmezhető, megfeleltetve az egyik alap profilnak (GARAM et al. 2003, 93-97). Az Al-

Lokalizáció	Ábra	Jel-típus	Jel-leírás
Fót DNy	168.a	növény-jel	világos-sötét-világos csík
Mogyoród K	168.b	talaj/növény-jel	sötét csík
Verseg D	168.c	talaj-jel	világos csík
Egerfarmos D	168.d	talaj-jel	világos-sötét-világos csík
Nyíregyháza – Felsősimá Ny	168.e	talaj-jel	világos csík
Téglás Ny	168.f	növény-jel	világos-sötét-világos csík
Létavértes DNy	169.a	növény-jel	világos csík
Berettyószentmárton D	169.b		vízzel teli árok
Madarász/Mădăras Ny	169.c		vízzel teli árok
Porány/Potporanj D	169.d	talaj-jel	világos csík
Geszt D	169.e	talaj-jel	sötét-világos-sötét

171. ábra. A 2007-2022 közötti GE-felvételeken észlelt növény- és/vagy talaj-jelek összefoglaló adatai a Csörsz-árok zónájában

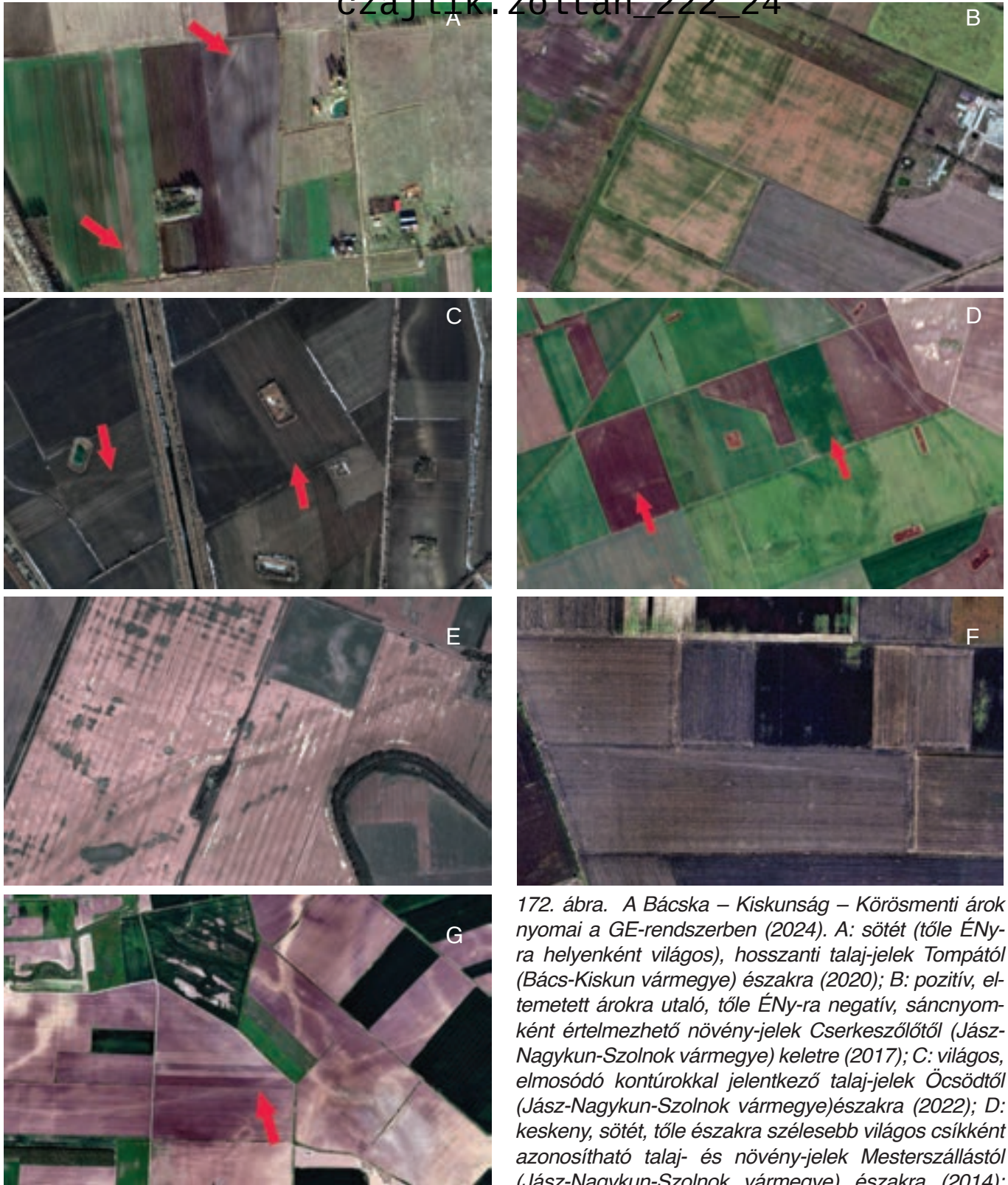
Dunához közel, Porány (Potporanj, Vajdaság, Szerbia) határában elmosódó talaj-jel mutatja az egykori sáncot, Felsősimához hasonlóan (169.D ábra). Gesztől (Békés vármegye) délre a talaj-jelek alapján felvethető egy árok-sánc-árok konstrukció lehetősége (168.E ábra). Ezt az értelmezést korábban a káli profilok (GARAM et al. 2003, 96), újabban a Hajdúhadház (Hajdú-Bihar vármegye) határában, egy erdőben haladó szakaszon elvégzett légi lézeres szkennelés alapján elkészített domborzatmodell engedi meg (170. ábra).

A részletes vizsgálat egyik fontos következtetése, hogy a viszonylag hosszú időintervallum (2007-2022) ellenére nem bővelkedünk jól értékelhető GE-felvételekben. Ugyanakkor hatalmas előnyt jelent minden más távérzékelési módszerhez képest, hogy nemcsak Magyarországon, hanem Romániában és Szerbiában is problémamentesen elvégezhető a kutatás. A határzóna megfigyelése különösen nehéz lenne kisméretű módszerrel, ugyanakkor nem lehet véletlen, hogy mindkét, a légi felvételen is működő árokszaksaszt a művelésből félig-meddig kihagyott országhatár zónájában észlelhetjük. Nem meglepő az sem, hogy enyhén többségben (Mogyoród, Verseg, Egerfarmos, Felsősimá, Porány/Potporanj, Geszt) vannak

a talaj-jelek, növény-jel négy esetben tette lehetővé az észlelést (Fót, Mogyoród, Téglás, Létavértes). Két képen (Berettyószentmárton, Madarász/Mădăras) „működő” árkot figyeltünk meg.

Az altalajba mélyülő rész az utóbbiakkal együtt hét esetben (továbbiak: Fót, Mogyoród, Egerfarmos, Téglás, Geszt), a felmenő konstrukció nyoma öt esetben biztosan (Verseg, Felsősimá, Létavértes, Porány/Potporanj, Geszt) látható. További három felvétel alapján (Fót, Egerfarmos, Téglás) kérdőjelesen kettős sánc-konstrukcióval számolhatunk. Két lelőhelyen (Geszt és Hajdúhadház) inverz helyzet, azaz a sánc és annak mindkét oldalán az árok maradványai észlelhetők.

A feltárt profilokat tanulmányozva biztos, hogy nem ugyanazon séma szerint építették az egész sáncrendszert. Példaként azokra a káli profilokra hívjuk fel a figyelmet, amelyeknél közvetlenül egymás mellett két, kissé eltérő mélységű árok fut (GARAM et al. 2003, 96). Ezekhez hasonlóan eddig a légi felvételek, illetve az egyéb távérzékelési adatok alapján nem ismerünk, bár az is elképzelhető, hogy a kb. 3 m-es össz-szélességű kettős árok a legtöbb esetben egyetlen, szélesebb csíkként észlelhetők. Ami pedig a felmenő



172. ábra. A Bácska – Kiskunság – Körösmenti árok nyomai a GE-rendszerben (2024). A: sötét (tőle ÉNy-ra helyenként világos), hosszanti talaj-jelek Tompatól (Bács-Kiskun vármegye) északra (2020); B: pozitív, eltemetett árokra utaló, tőle ÉNy-ra negatív, sáncnyomként értelmezhető növény-jelek Cserkeszőlőtől (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) keletre (2017); C: világos, elmosódó kontúrokkal jelentkező talaj-jelek Ócsától (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye)északra (2022); D: keskeny, sötét, tőle északra szélesebb világos csíkként azonosítható talaj- és növény-jelek Mesterszállástól (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) északra (2014); E: párhuzamos, hosszú, sötét növény-jelek Mezőtúrtól (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) délre (2011); F: a jelenlegi művelés irányával hosszú szakaszon közel egybeesően haladó, gyengén észlelhető világos talaj-jelek Dévaványától (Békés vármegye) délnyugatra (2023); G: világos talaj-jelek Komádító (Békés vármegye) délre (2021); H: a Csörsz-árok (sötét, tőle Ny-ra világos csík) és a Körösmenti árok (sötét, tőle ÉNy-ra világos csík) kereszteződése Körösszegapátnál (2012)

résszel, illetve csak árokkal rendelkező profilokat illeti, légi fénykép értelmezési szempontból az utóbbi az előbbiből levezethető. Azaz azok a szakaszok, ahol még látszik a felmenő sánc maradványa, valamivel jobb állapotban vannak, mint azok, ahol már csak az árok nyoma, vagyis a negatív jelenség észlelhető, az erődítés teljes eltűnése előtti szituációt jelezve.



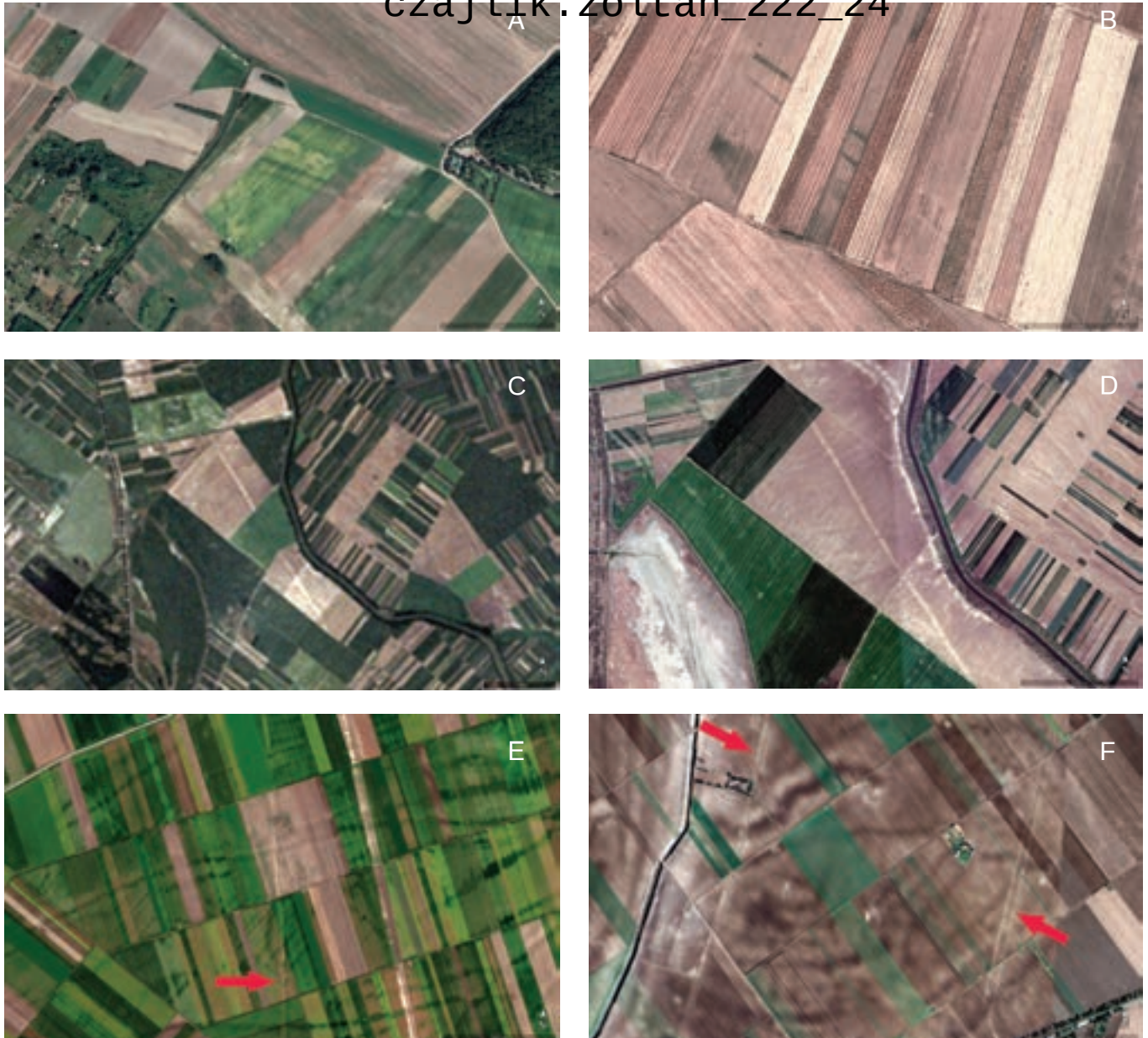
173. ábra. A Dél-Dunántúli árokrendszer nyomai a GE-rendszerben (2024). A: széles sötét csíkként jelentkező talaj-jel Pélmonostortól (Horvátország) nyugatra (2023); B: sötét, árokra utaló talaj-jel Tabódtól (Tolna vármegye) nyugatra (2022); C: változó szélességű, hosszú talaj-jel Göllétől (Somogy vármegye) keletre (2022)

6.7.3.2. A Bácska-Kiskunság-Körösmente sáncrendszer

Patay P. és munkatársai – Rómer F. (RÓMER 1878), Fröhlich R. (FRÖHLICH 1887), Balás V. (BALÁS 1961) és mások korábbi térképezéseit követve, a Bácska-Kiskunság és Körösmente sánca (PATAY 2006, 2007), valamint a Dél-Dunántúl sáncai esetében (PATAY 2008) is elvégezték a régi térképes (főként az I. katonai felmérés alapján) és légi fényképes adatgyűjtést, valamint a terepbejárásokat. Ezek légi fényképes alapját ugyancsak a Hadtörténeti Intézet II. világháború utáni, döntően kontakt-másolatokon a helyszínen tanulmányozható gyűjteménye jelentette. Az anyag újbóli átnézésére ezúttal sem volt lehetőségünk, helyette – saját légi felvételeink mellett – ebben az esetben is a 2007-2022 közötti GE-felvételeket tekintettük át.

Korábban említettük, hogy a Baja – Tompa között rekonstruált római útvonal (PATAY 2005) fényképezése során, Tompa – Zsidóföldek-dűlőben (Bács-Kiskun vármegye) az útra merőleges sánc nyomát is megörökítettük. A növény-jelek egy hosszú, egyenes, helyenként talán kettős árok nyomára utalnak. A légi fotót (157.C ábra) Patay P. leírásával (PATAY 2006, 112) összevet-

ve feltehető, hogy a konstrukció állapota romlott az 1970-es évek végén elvégzett terepbejárások óta. A GE-felvételek alapján a Bácska-Kiskunsági szakaszon, Tompától északra, egy másik részlete is megfigyelhető a hosszanti erődítésnek. Főként talaj-jelként az ÉÉK/DDNy árok nyomá, tőle nyugatra a sánc(?) maradványai észlelhetők (172.A ábra). A Körös mentén a „nagy” Csörsz-árkot is figyelembe véve, az egész Tiszántúlon a legjobban követhetők a hosszanti védmű-szakaszok. Különösen jól látszanak Cserkeszölőtől (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) keletre, ahol növény-jelek révén mutatkoznak meg. Az ÉK/DNy-i irányú árok sötét nyomától ÉNy-ra világos csík alapján következtethetünk az egykori sáncra (172.B ábra). Öcsödől (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) északra világos, a sáncra utaló talaj-jelként (172.C ábra), Mesterszállástól (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) délre talaj- és növény-jelként egyaránt követhető az erődítés. A jelek értelmezése árok nyomára, illetve tőle északra haladó sánc maradványára utal (172.D ábra). Mezőtúrtól (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) délre a növényjelek két, egymás mellett futó sáncárokra (172.E ábra), Dévaványától (Békés vármegye) délnyugatra a nagyon elmosódott talaj-jelek csak a sánc maradványaira utalnak (172.F ábra). Ugyancsak a felmenő erődítés nyomát figyelhetjük meg a



174. ábra. A bácskai sáncok (Vajdaság, Szerbia) a GE-rendszerben (2024). A: elmosódott, széles világos talaj-jelek és párhuzamos, sötét, árkokra utaló növény-jelek Apatintól (Апатин, Szerbia) keletre (2020); éles kontúrral, csak egyes táblákban megfigyelhető, sötét növény-jelek (csíkok) Bácsszentivántól (Пригревица, Szerbia) délre (2020); C világos, hosszanti talaj-jelek Szilágyi (Свилојево, Szerbia) és Sztapár (Стапар, Szerbia) között (1985); D: ugyanaz a helyszín 35 évvel később, a sánc nyoma roncsoltabb állapotban figyelhető meg; E: a kisparcellás műveléssel összefüggésben a bevetett részekben keskeny sötét – széles világos – keskeny sötét csíkokból álló növény-jelekként, a fedetlen talajon viszont csak széles, világos csíkként, talaj-jelek révén észlelhető, É-D-i irányú hosszanti sánc Bácsföldvártól (Бачко Градиште, Szerbia) nyugatra (2020); F: két párhuzamosan futó védmű nyoma, mindkettőnél dupla világos csík utal a kettős sáncre (Óbecsétől (Бечеј, Szerbia) nyugatra (2022))

Komáditól (Békés vármegye) délre lévő szakaszon (172.G. ábra). Hasonlóképpen Patay P. terepi megfigyeléseihez, nem állapítható meg relatív időrend a Csörsz-árok és a Körösmenti-sánc találkozásánál, Körösszegapátitól (Békés vármegye) délre. Ugyanakkor a növény-jelek alapján úgy tűnik, hogy a Körösmenti sánc esetében a felmenő konstrukció az északi oldalon,

a Csörsz-árokban pedig az árok nyugati partján épült meg (172.H ábra). Ez az elrendezés megfelel a korábbi terepbejárás és feltárási eredményeknek (GARAM et al. 2003, 39, 39. térkép; PATAY 2007, 126).

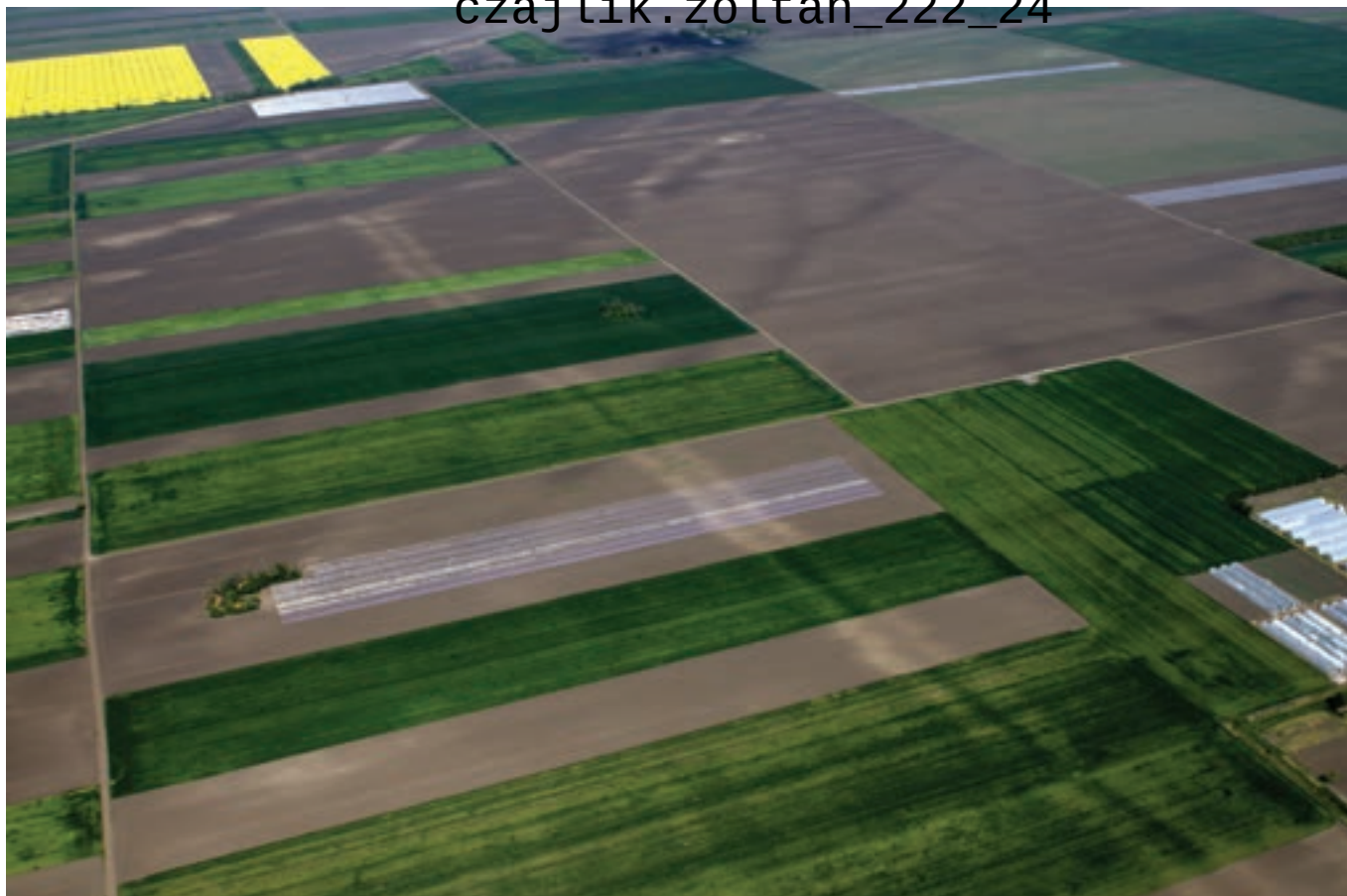
A dunántúli sáncrendszert Patay P. négy nagyobb egységként (baranyai, tolnai, somogyi és

Lokalizáció	Ábra	Jeltípus	Jel-leírás	Régió
Tompa – Zsidóföldek-dűlő	157.c	növény-jel	sötét-világos-sötét(?) csík	Bácska – Kiskunság – Körösmente
Tompa É	172.a	talaj-jel	világos-sötét csík	
Cserkeszőlő K	172.b	növény-jel	világos-sötét csík	
Öcsöd É	172.c	talaj-jel	világos-sötét csík	
Mesterszállás D	172.d	talaj/növény-jel	világos-sötét csík	
Mezőtúr D	172.e	növény-jel	sötét-sötét csík	
Dévaványa DNy	172.f	talaj-jel	világos csík	
Komádi D	172.g	talaj-jel	világos csík	
Köröszegapáti D	172.h	növény-jel	világos-sötét csík	
Pélmonostortól (Beli Manastir) Ny	173.a	talaj-jel	széles sötét csík	Dél-Dunántúl
Tabód Ny	173.b	talaj-jel	sötét csík	
Gölle K	173.c	talaj-jel	széles sötét csík	
Apatin/Апатин	174.a	talaj/növény-jel	sötét - sötét csík	Bácska (Vajdaság, Szerbia)
Bácsszentiván/Пригревица	174.b	növény-jel	sötét – sötét csík	
Szilágyi/Свилојево és Sztapár/Стапар között	174.c-d	talaj-jel	világos csík	
Bácsföldvár/Бачко Градиште	174.e	talaj/növény-jel	keskeny sötét – <u>széles világos</u> – keskeny sötét csík	
Óbecse/Бечеј	174.f	talaj-jel	világos – világos csík	

175. ábra. A 2007-2022 közötti GE-felvételeken észlelt növény- és/vagy talaj-jelek összefoglaló adatai a Bácska – Kiskunság – Körösmente-, a Dél-Dunántúli- és a Bácskai-sáncok zónájában

vasi) tárgyalta (PATAY 2008). Közülük a baranyai nagyobbik részét az akkori Jugoszláviában kutatták, kisebb szakasza Magyarországon, a Nagyharsányi-hegyig (Baranya vármegye) volt követhető. Ebből a GE-rendszer segítségével a Pélmonostortól (Beli Manastir, Eszék-Baranya megye, Horvátország) nyugatra futó szakaszt tudjuk megmutatni (173.A ábra). A feltűnően

vastag, sötét talaj-jelek alapján árokra, esetleg egymással párhuzamosan futó árkokra következtethetünk. Tolna vármegyében, Tabódtól nyugatra talaj-jelként követhető a sáncrendszer árka (173.B ábra). Ugyancsak talaj-jelként észlelhető Göllétől keletre, itt is feltűnően széles árokra következtethetünk (173.C ábra). Végül megemlítjük a dunántúli sáncrendszer legésza-



176. ábra. Világos talaj-jelek révén megmutatkozó kettős vonalas jelenség Nagybánhegyestől északra (Bécs vármegye). 2009. május 1., Czajlik Z. felvétele

kabbi szakaszát, a Vas vármegyében, Vasvár és Hegyhátszentpéter között futó vasvári sáncot, amellyel Patay P. (2008, 126-128) mellett számos kutató foglalkozott (JÁRDÁNYI-PAULOVICS 1949, NOVÁKI 1964, KISS-TÓTH 1987, KISS et al. 2006). A megközelítőleg észak-déli irányban futó, 8 km hosszan ismert konstrukció légi fényképes módszerekkel nehezen kutatható. Ennek egyik oka az erdős-bokros felszínborítás, a másik – a Csörsz-árok északi szakaszaihoz hasonlóan – a jelenlegi úthálózattal való egybeesés.

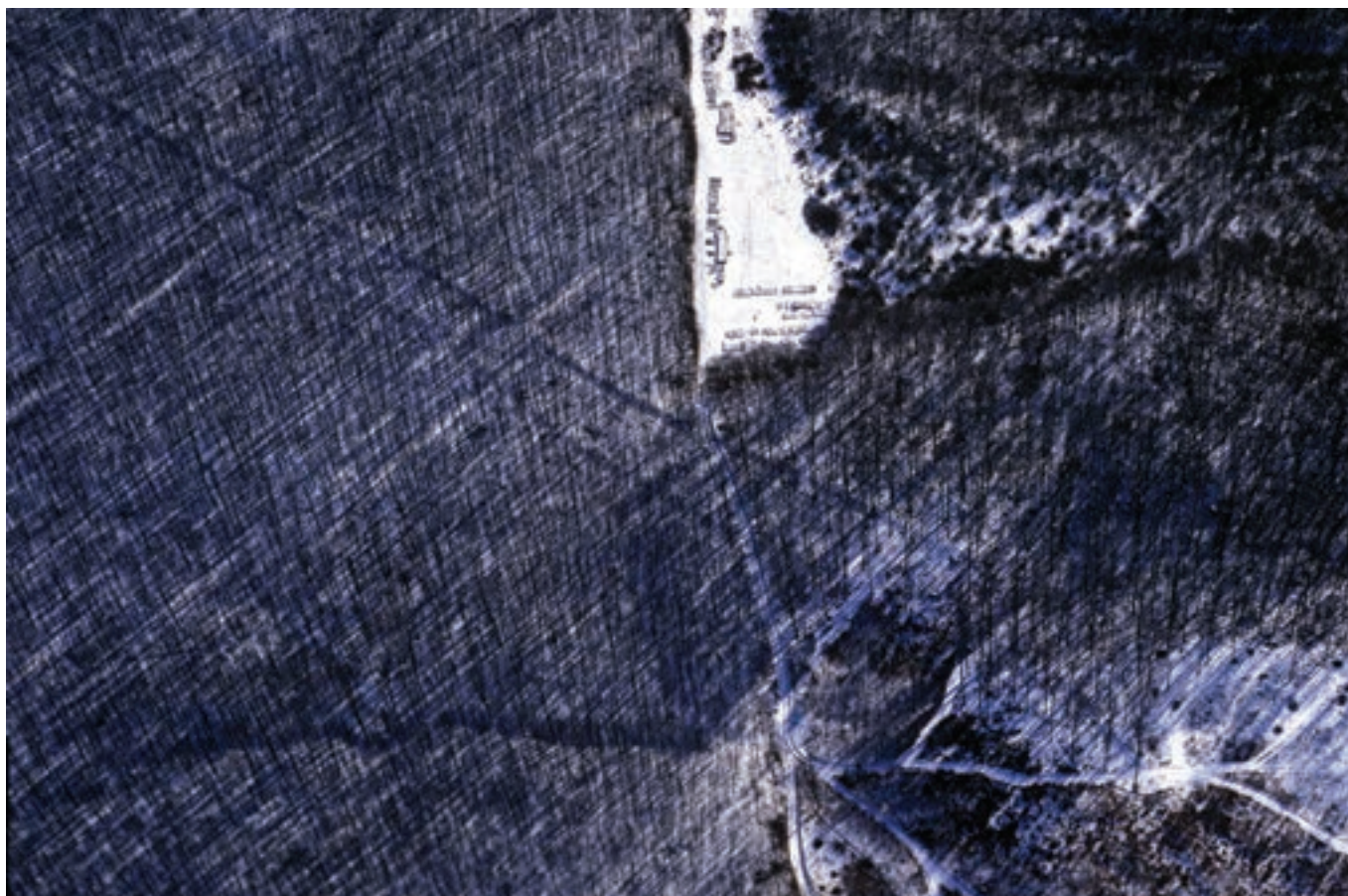
6.7.3.3. A bácskai római-sáncok

A bácskai római sáncok megismerése L. F. Marsigli itáliai hadmérnökhöz kapcsolódik, aki a térségben zajló 18. század eleji térképezési munkálatokat irányította (MARSIGLI 1726). Régészeti kutatásuk a 19. század második felében indult meg, a legtöbb topográfiai adatot Fröhlich R. közölte (FRÖHLICH 1887). Morfológiai szempontból Nagy S. 1966-os feltárása Doroszló–Pusztaszentegyháza (Vajdaság, Szerbia) lelőhelyen kiemelkedő fontosságú, hiszen egy olyan sánc-szakaszt dokumentált, amely-

nek – a korábban említett Hajdúhadházhoz és Geszthez hasonlóan – mindkét oldalán árok fut (NAGY 1969). Holl B. kutatásai alapján (PATAY 2008, 113) a bácskai római sáncok feltehetően az imént bemutatott dunántúli sáncrendszer folytatását jelentik a Duna-Tisza-köze legdélebbi részén. Futásukat Holl B. a 2000-es évek közepén, a GE-rendszer segítségével határozta meg. Újabban S. Štulić foglalta össze a szerbiai kutatások történetét és eredményeit, bemutatva az ún. kis római és nagy római sáncok topográfiai elhelyezkedését (ŠTULIĆ 2015). Megállapította, hogy a nagy római sánc Apatin/Апатин (Vajdaság, Szerbia) és a Mosztonga folyó között van a legjobb állapotban. A GE-felvételek alapján ez összefügghet a térségre mindmáig jellemző, nagyrészt kisparcellás művelési móddal. Bizonyos szakaszokon a sánc erdős-bokros növényzeti borítás hiányában is jól megmaradt (ŠTULIĆ 2015, 3-4. kép), a művelt részekben is könnyen követhető szakaszai vannak. Apatintól (Апатин, Vajdaság, Szerbia) keletre egy kettős árok kontúrja figyelhető meg, főként a kalászos gabonával bevetett parcellákban (174.A ábra). Még éle-
sebben látszik a két párhuzamos árok nyoma az



177. ábra. Világos, széles talaj-jel révén észlelhető vonalas jelenség Tolna – Mözsnél (Tolna vármegye). 2009. május 18., Czajlik Z. felvétele



178. ábra. Bakonybél – Podmaniczkyak útja (Veszprém vármegye). Kettős sánc, amely Bakonybél – Som-hegy őskori földvárába csatlakozik be. 2004. február 1., Czajlik Z. felvétele

érett gabonában Bácsszentivántól (Припечница, Vajdaság, Szerbia) délre (174.B ábra). A Szilágyi (Свилојево, Vajdaság, Szerbia) és Sztapár (Стапар, Vajdaság, Szerbia) között, egy 1985-ben készült, gyengébb térbeli felbontású felvételen elsősorban a védmű töltése észlelhető talaj-jelek segítségével (174.C ábra). Ugyanennek a szakasznak egy részletén a művelés ellenére 35 év múlva is jól látszott a töltés, egyes pontokon szakadásokra kapukra(?) is következtethetünk (174.E ábra). A GE-felvételek tanúsága szerint a sáncrendszer északra forduló keleti ága sincs rossz állapotban, Bácsföldvártól (Бачко Градиште, Vajdaság, Szerbia) nyugatra legalább 3 km-en keresztül követhető a töltés (174.E ábra). Az árok – sánc – árok konstrukció a 20. századi kutatók és S. Štulić leírásaiban is szerepel. Korábban a „nagy” Csörsz-árok bizonyos keleti szakaszain (Hajdúhadház, Geszt) domborzati, illetve távérzékeléses adatok ugyanezt az erősítési megoldást igazolták. Egymástól kb. 1 km-re, párhuzamosan futó hosszanti sáncok nyoma figyelhető meg Óbecsétől (Бечеј, Vajdaság, Szerbia) nyugatra. A talaj-jelek mindkét esetben kettős sáncműről tanúskodnak (174.F ábra), hasonlóan a Csörsz-árok esetében Fótnál (Pest vármegye), Egerfarmosnál (Heves vármegye) és Téglásnál (Hajdú-Bihar vármegye) tett megfigyeléseinkhez.

A távérzékeléses adatok alapján a három feldolgozott sáncrendszer egyike sem mondható konstrukciós szempontból egységesnek, ugyanakkor vannak olyan hosszabb szakaszaik, amelyek – legalábbis a légi régészeti adatok alapján – hasonló profillal rendelkezhetnek (175. ábra). A Bácska-Kiskunság-Körösmenti sánc esetében a Tiszán inneni és a tiszántúli szakaszok között lehet különbség. Amíg Tompa (Bács-Kiskun vármegye) környékén elképzelhető egy kettős árkos profil, addig a Körösmentén árok, amögött pedig sánc állhatott. A Dél-Dunántúlon Baranyától Somogyig nincs annak nyoma, hogy a – gyakran széles – árkon kívül sánc is állt volna, ezzel szemben Vasvár környékén egy ma is álló sánc épült. A bácskai római sánc Apatintól (Апатин, Vajdaság, Szerbia) induló, keletre tartó szakaszán legalább kettős árok volt, Szilágyitól (Свилојево, Vajdaság, Szerbia) kezdve a két árok között sánccal(?). Ez a konstrukció biztosan kimutatható az észak-

ra tartó szakaszon, Bácsföldvárnál (Бачко Градиште, Vajdaság, Szerbia), miközben Óbecsénél (Бечеј, Vajdaság, Szerbia) már egy kettős sánc nyomai látszanak. Mind az előbbi – kettős árkos – mind az utóbbi – dupla sánccal – megoldásra van példa a Csörsz-árok esetében is. Amíg azonban a kettős árkos profil Hajdúhadháznál (Hajdú-Bihar vármegye) terpen is azonosítható volt, addig a dupla sánccal megoldás egyelőre csak a légi régészeti elemzés alapján vethető fel.

A hasonló elemzések a jövőben az archív anyagok újbóli átnézésével folytatandók, bizonyos esetekben pedig a repülőgépes és/vagy drónos kutatás is indokolt. Ez segítheti az azonos megoldásokkal épült szakaszok meghatározását, a funkció pontosítását, esetleg egyfajta relatív kronológia kialakítását.

Régészeti célú légi felderítéseink során néhány esetben olyan hosszanti védművek nyomát is megfigyeltük, amelyek egyik fent említett rendszerbe sem illeszthetők be. Békés vármegyében Végegyháza és Mezőkovácsháza zónájában egy kettős árok, Nagybánhegyestől északra egy kettős töltés nyomát mutatják a talaj-jelek (176. ábra). Tolna vármegyében, Tolna – Mözs térségében hosszabb szakaszon dokumentáltuk talaj-jelként lineáris árkok nyomát (177. ábra). Ezt a – római őrtorony nyoma mellett elhaladó jelenséget Bödőcs A. 2010-ben ásatással megkutatta és a feltárt leletek alapján újkőkorinak bizonyult. Az, hogy a hosszanti sáncok között őskoriak is lehetnek, az MRT 1960-es években végzett veszprém megyei munkálatai alapján is felvethető. Bakonybél – Podmaniczkyak útja hosszanti kettős sánca Bakonybél – Somhegy (mindkettő DAX et al. 1972, 21) őskori erősített településétől indul egyenesen lefelé és a völgyet elérve a szomszédos hegyoldalban is követhető egy szakaszon (178. ábra).

A hosszanti sáncok légi fényképes és távérzékeléses kutatásával jól igazolható a nyomuk a tájban, kialakításuk egyes részletei (árók, sánc, az esetleges kapuk/átjárók) és adatokat nyerhetünk állapotukra a felvétel készítésének idején. Ugyanakkor nem dönthetők el az olyan, a konstrukciókkal kapcsolatos több évszázados kérdések, mint a funkciójuk és a keltezésük. A funkcióval kapcsolatban azonban megjegyezzük, hogy a kettős árokként, sőt árok – sánc – árok formá-

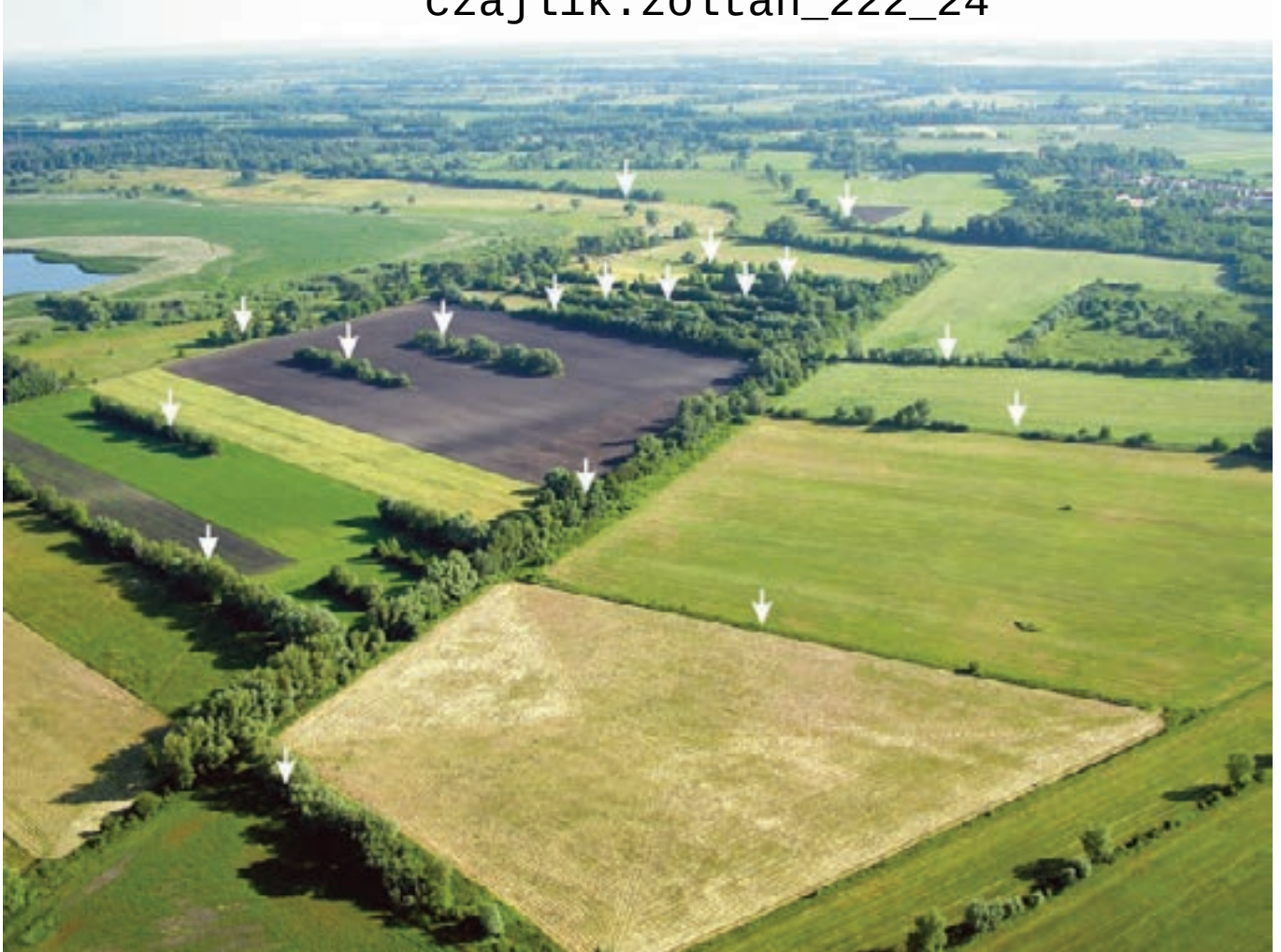


179. ábra. Fűzvölgy és Hosszúvölgy települések (Zala vármegye) közötti határárok(?), 2016. június 29., Czajlik Z. felvétele

jában értelmezhető felvételek sok esetben nagy hasonlóságot mutatnak az útként, különösen a töltésútként interpretált jelenségekkel. Megfontolandó továbbá, hogy valamennyi hosszanti árok védmű volt-e, hiszen határárokként is létesülhettek. Bizonyos esetekben/térségekben jelentősebb földművek is épülhettek erre a célra, példaként a Fűzvölgy és Hosszúvölgy közötti (Zala vármegye), Rupnik L. által a 2016-os légi felvétel alapján a 3. katonai felmérésen azonosított határárok nyomát mutatjuk be. (179. ábra).

6.7.3.4. A régi csatornák vizsgálatának lehetőségei

A vízfolyásként is számon tartott határárok kérdésköre átvezet bennünket a régi csatornák vizsgálatához. Jelentőségükre Takács Károlynak az 1990-es években indult kutatásai hívták fel a figyelmet (TAKÁCS 2000, 2001). Hasonlóképpen az állattartáshoz kapcsolódó karámokhoz, ebben az esetben is egy, a Kárpát-medencére jellemző, az alluviális területek mezőgazdasági hasznosításá-



180. ábra. Árpád-kori csatornahálózat maradványai a Fehér-tónál (Győr-Moson-Sopron vármegye). Forrás: Takács Károly (HIVER'T-KLOKNER 2013)

ban kiemelkedő szerepű jelenség-együttesről van szó.

A hazai történeti korú csatornákat okleveles adatok és ásatási megfigyelések alapján Takács K. az Árpád-korra keltezte, nem zárva ki azt a lehetőséget sem, hogy már korábban is léteztek. Neki köszönhető, hogy a Tóközben számos ponton nemcsak a még terepen felismerhető, térképezhető csatornák felmérése, hanem egyes esetekben a feltárásuk is megtörtént. Ennek alapján tudható, hogy olyan kettős, vagy hármas árkokat építettek ki, amelyek szélessége négy-öt, illetve 30-35 m között, mélységük pedig 0,5 – 4 m között volt. A rendszer bizonyos pontokon a térség – egykori – folyómedreihez, illetve a Tóközre jellemző kis tavakhoz kapcsolódott. A csatorna-rendszer hiányzó elemeinek feltérképezésében nyilvánvalóan óriási jelentősége lenne a légi fényképezésnek, azonban egyelőre jól dokumentált eset-tanulmányokat nem ismer-

rünk. Ez összefügghet azzal, hogy a térségben mindmáig jóformán kizárólag a vegetációs időszakban folyik légi régészeti felderítés (180. ábra).

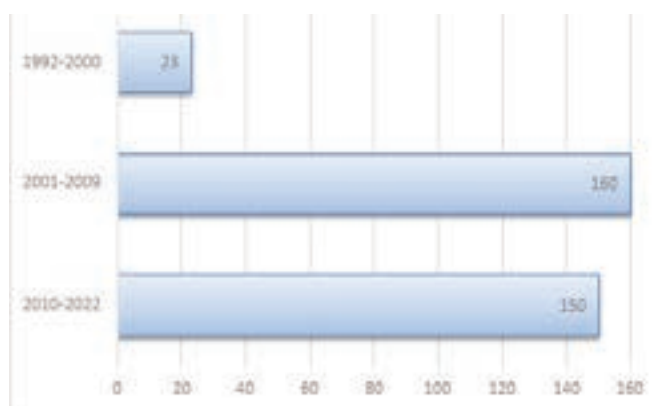
A Tóköz mellett Takács K. Dénesfa (Győr-Moson-Sopron vármegye) környékére, Malomsok (Veszprém vármegye) zónájára és a Kalocsai Sárközre is felhívta a figyelmet. Ezen területek jól dokumentált, határjárások segítségével is adatolt csatorna-rendszereinek térképei fontos analógiákat biztosíthatnak a már meglévő, más régiókban készített légi fényképek értelmezéséhez is.

Láthattuk, hogy a légi felvételek alapján a hosszú vonalas morfológiai kategóriába besorolható régészeti jelenségek vizsgálata Magyarországon az egyik legrégebben, de bizonyosan a legintenzívebben kutatott részterület. Ez véleményünk szerint elsősorban annak köszönhető, hogy a téma térképészeti célú légi felvételek segítsé-



181. ábra. Coombe Down, Wiltshire, Anglia, Nagy-Britannia 1929. augusztus 6., a R.A.F. felvétele. Celtic fields. Talajjelszíneződésként megfigyelhető parcellázási nyomok (BUTTLER et al. 1938, 53)

gével már az 1960-as évektől, vagyis akkor is jól kutatható volt, amikor felderítő célú régészeti légi fényképezésekre még nem volt lehetőség. A GE-rendszer alkalmazása a 2000-es évek közepétől azt is megmutatta, hogy azon vonalas jelenségek azonosításában, amelyekre vonatkozóan rendelkezünk előzetes adatokkal, kiemelkedő hatékonyságot lehet elérni. Ez nem jelenti azonban azt, hogy a rekonstruált útvonalak vizsgálatában ne lehetne a jövőben jóval nagyobb szerepet adni a régészeti célú légi fényképezésnek. A morfológiai részletek aprólékos vizsgálata pedig segítheti a repülések során egyre nagyobb számban azonosításra kerülő hosszú vonalas jelenségek osztályozását, a meglévő rekonstrukciók kiegészítését, fejlesztését. Külön figyelmet érdemelnek ezek közül a kettős vonalas árkok, különösen akkor, ha az árkok között felmenő konstrukció figyelhető meg. Ezek ugyanis útként és sáncként egyaránt interpretálhatók, amelyek megkülönböztetése a jövő egyik fontos feladata. A részletes adatgyűjtések alapján ugyanakkor már ma is jól vizsgálható az utak és a hosszan-



182. ábra. Határhasználati nyomok légi felvételeken. APLT közölt adatai és az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archívuma alapján

ti sáncok állapota, töltésutak és sáncok esetében következtethetünk az eredeti konstrukcióra, többszörös vonalas jelenségek esetében nyomvonalváltozatokra, felújításokra, stb.

Végül szeretnénk felhívni a figyelmet az árkok nagyságának (szélességének/mélységének) problémájára. Láthattuk, hogy a légi fényképe-

ken megfigyelhető kettős vonalas jelenségek a Dunántúlon római útként, a Dunától keletre útként, vagy hosszanti erősítésként értelmezhetők. Tapasztalataink szerint azonban megfigyelhetőségük nagymértékben függ szélességüktől és főként mélységüktől. Például az olyan sekély (út)árkok, mint amelyet Szabó M. az Érd/Battaiplatón tárt fel, csak ritkán és jóformán kizárólag növény-jelek segítségével észlelhetők. Mindebből az is következik, hogy nem feltétlenül azonosítható minden egykori útárkok az ortofotók alapján, a gyengébben kiépített, vagy eltűnőben lévő szakaszok rekonstrukciója célzott kutatásokat (térképek, ferde tengelyű légi fotó, drónfotó, geofizika, fúrás, stb.) igényel.

6.8. Az egykori határhasználat nyomai

Légi fényképezéseink során az egyik leginkább feltűnő, ugyanakkor számos esetben igen nehezen értelmezhető régészeti jelenség-csoportot alkotják a különféle funkciójú árkok. Nyugat-Európában, különösen Nagy-Britanniában, majd később Franciaországban a régi parcellák, határhasználati nyomok, a „Celtic fields” felismerése a régészeti légi fényképezésnek volt köszönhető (181. ábra). Hasonlóképpen, légi fényképek alapján azonosították középkori települések teljes szerkezetét, ideértve a gazdasági udvarokat, az utcaszervezetet és a csatlakozó szántóföldeket (vö. 83. ábra). M. Aston és T. Rowley arra is rámutattak, hogy a légi fényképek alapján rekonstruálható térhasználat és annak az archaikus táj- és településrészleteken keresztül máig fennmaradó nyomai között nagyon fontos kapcsolatot jelentenek a különféle régi térképek, határleírások, egyéb írásos források (ASTON – ROWLEY 1974). Az így kialakult *landscape archaeology*, azaz a tájrégészet tehát azon kevés modern topográfiai megközelítések egyikét jelenti, aminek az első és legfontosabb mintaterülete éppen a középkori viszonyok megértése volt.

Magyarországon és általában Közép-Európában a tájrégészettel az 1960-as évek végén kezdtek el foglalkozni, vagyis egy olyan pillanatban, amikor sem a légi régészet, sem a nagyfelületű feltárások révén nem volt még elegendő információ ezeknek a jelenségeknek a felismeréséhez. Az elmúlt öt-hat évtized örövendetesen gyarapodó tájrégészeti kutatásai (összefoglalóan legutóbb: ZATYKÓ 2023) el-



183. ábra. Nagykarácsony – Ménesmajor (Fejér vármegye). Feltehetően középkori határhasználati nyomok (karámok). Az 1993-ban azonosított, 1994-ben feltárt karámot K-val jelöltük. A kép alsó részén legeltetett/kaszált terület van, amelyen a 2000-es fényképezéskor további karámok mellett parcella-nyomokat is sikerült azonosítani. 2000. június 20., R. Goguey felvétele

lenére a légi fotókon észlelhető, a mezőgazdasági tevékenységgel, illetve a tágabban vett tájhasználattal összefüggésbe hozható jelenségek analitikus számbavételére, feldolgozására még nem történt kísérlet. Ez azzal is összefügg, hogy a különféle árokrendszerek a látványos és jól értelmezhető jelenségekkel (pl. újkőkori rondellák) ellentétben alig kerülnek közlésre, hiszen funkciójuk ritkán, koruk pedig jóformán soha nem határozható meg a légi fotók alapján. A nehézségek egyébként a terepi kutatásokból is ismertek, sőt még a komplex megközelítésű vizsgálatok esetén is előfordul, hogy – egyelőre – csak rész-eredményeket tudunk elérni (VÁCZI et al. 2020).

A következőkben tárgyalandó régészeti jelenségek túlnyomó többségét a kerítő/lezáró funkcióval, illetve a határ felosztásával összefüggésbe hozható sekély árkok alkotják. A területek tagolását árkokkal/kerítésekkel oldották meg, amelyek azonban nem voltak olyan mélyek, mint az erősítések, a tellek, a rondellák (és a nagyobb halomsírok körárai) esetében. A humusz alatti rétegeket, különösen a talajtani „C” szintet legfeljebb érintették, ezzel függhet össze, hogy ezek a jelenségek nem, vagy csak nagyon ritkán, nyomokban azonosíthatók talajjelek segítségével. Legnagyobb részük növényjelként, az arra alkalmas években, időszakokban észlelhető.



184. ábra. Cegléd – Hódula-dűlő (Pest vármegye). Négyzetes karámok nyoma. 2001. június 16., Czajlik Z. felvétele



185. ábra. Szalkszentmárton – Bak-ér (Bács-Kiskun vármegye). Négyzetes, egymással részben összefüggő karámok nyoma. 2000. június 17., R. Goguey felvétele



186. ábra. Ceglédbercel – Ceglédi-tanyák (Pest vármegye). Egymásba kapcsolódó, nagyméretű zárt területek. 2004. június 20., Czajlik Z. felvétele és értelmezése

A sekély árkos struktúrák kiterjedése nagyon széles intervallumban váltakozik; gyakran csak néhány rövid árokresztet figyelhetünk meg, előfordul viszont, hogy több száz hektáros területen követhetők a régi határhasználati nyomok. A korábbi állattartással, földműveléssel összefüggésbe hozható növény-jelek egy része annyira jellegtelen, nehezen észlelhető, hogy önmagukban gyakran nem is kerülnek megörökítésre. Ezek az árok-töredékek jellemzően más, nagyobb, feltűnőbb légi fotó lelőhelyek értelmezése során ismerhetők fel. Nem véletlen tehát, hogy a külföldi kutatók által dominált 1990-es években viszonylag kevés (23 db) lelőhelyet sikerült azonosítani. A 2000-es években viszont sokszorosra nőtt a számuk (160 db), ami azonban – eltérően más morfológiai típusoktól – 2011-2022 között lényegében azonos szinten maradt (150 db, 182. ábra).

A határhasználati nyomokat egyelőre két nagyobb morfológiai kategóriába tudtuk besorolni; egyfelől az állattartással összefüggésbe hozható, többnyire négyszögletes árokkal

lezárt területek (karámok), másfelől a határ felosztásával kapcsolatos tört vonalas jelenségek közé. A zárt területek egy része a településeknél (tanyák, lásd: 97. ábra) temetkezéseknél (sírkertek) is létező kategória, az utóbbiak elkülönítését a forma szabályossága és ismétlődő jellege, illetve a sír azonosítása teheti lehetővé (131.b, 135-137. ábra). A határ felosztása sokszor a települések belterületi részeihez igazodik, befolyásolja a jelenségek értelmezését. Ennek megfelelően egyes római városok (pl. *Brigetio*, *Mursella*, *Carnuntum*) és középkori falvak (pl. Örkény) légi fényképes kutatásának ismertetése során már korábban tárgyaltuk ezt a kérdést (98-99., 114. ábra). A parcellákon belüli régi művelési irányok légi fényképes azonosítása és – más adatokkal összevetve – a rekonstrukciója franciaországi példák alapján lehetséges (MALRAIN et al. 2002, 22-24), azonban ezt a morfológiai típust tudomásunk szerint Magyarországon még nem sikerült megfigyelni.

Bemutattuk, hogy a kisméretű, négyszögletes zárt területeknek (a francia terminológia szerint *enclos quadrangulaires*) morfológiai altípusként mind a települések, mind a temetkezések esetében fontos szerepe van. A hazai légi fotó anyag nagyobbik része azonban nem értelmezhető tanyaként, vagy sírkertként, inkább állatok összetartására szolgáló karámok lehetnek.

A nagyobb zárt területek egy része ugyancsak négyszögletes és nem a határhasználatához, hanem inkább a védművek közé sorolható (pl. római *legio*-táborok, kuruc kori erődítések). Vannak azonban olyanok is közöttük, amelyek szabálytalan, egymásba kapcsolódó vonalakkal rendelkeznek, - talán állatok legeltetésére elköborlásának megakadályozására szolgálhattak.

6.8.1.1. Karámok

Korábban írtunk a R. Goguey által 1993-ban Nagykarácsony – Ménesmajornál (Fejér vármegye) azonosított, széles árkokkal rendelkező négyzetekről (183. ábra). A fotókon legjobban megfigyelhető jelenségekről Pusztai S. magnetométeres geofizikai felmérést készített, amelyek alapján úgy tűnt, hogy széles, zárt árkok okozták a gabona elszíneződését. A Cserményi V. vezetésével 1994-ben elvégzett szondázó ásatás alapján azonban kiderült, hogy egy olyan karám-rendszer nyomairól van szó, amelynek kerítését többször megújították, s így a sok sekély árok együttes hatása jelentkezett mind a légi fotókon, mind a mágneses anomália-térképen. A terepbejárások alapján a karám-rendszer kora is sejthetővé vált, ugyanis közvetlenül egy középkori falu mellett, attól délre helyezkedik el (RACZKY et al. 2002). Egy-egy hasonló méretű, régészeti feltárással megismert karám már ekkor ismert volt, példaként a Kengyelnél (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) feltárt négyzetes és részben köríves formájú jelenségeket hozhatjuk, amelyek esetében talajfoszfát analízissel a funkciót is sikerült Laszlovszky Józsefnek igazolnia (LASZLOVSZKY 1982). Az Alföld felett repülve egyébként nem nehéz a szögletes árkokkal zárt területek élő, modern analógiáit megtalálni (SZABÓ 2016, 118. kép, 125. kép). Hasonlóképpen, karámok egész sorozatait figyelhetjük meg mindmáig az erdélyi légi felderítések során (SZABÓ 2016, 331. kép). Ugyanakkor nem vé-



187. ábra. Abony – Zsombékos-dűlő (Pest vármegye). Nagyméretű zárt terület négyzetes karámok nyoma. 1996. június 14., R. Goguey felvétele

letlen az sem, hogy R. Goguey számára a nagykarácsonyi jelenségekről a kelet-franciaországi bronzkori/vaskori nekropoliszok jutottak eszébe. Abban a régióban ugyanis a számunkra a hazai tájhoz tartozó állattartó karámok kevésbé megszokottak, a nagykiterjedésű funerális tájhasználatra viszont annál több légi fényképes és feltárási példa ismert (GOGUEY 2000, fig. 7).

Az 1990-es évektől kezdve zárt területek, azaz a régészeti korú állattartó karámok több altípusát sikerült lefényképezni. Téglalap alakút 1995-ben Nagydorognál (Tolna vármegye) azonosított R. Goguey (GOGUEY 2002, 38), amelyhez hasonlót 2003-ban figyeltünk meg Solt – Tétel-hegytől (Bács-Kiskun vármegye) keletre (CZAJLIK 2004a, 115). Négyzet alakúakat 1997-ben Abonymál (Pest vármegye; GOGUEY 2000, 9), 1998-ban Felsőtoldnál (Nógrád vármegye) fényképezett le R. Goguey (GOGUEY 2000, fig. 10), nekünk 2001-ben sikerült azonosítani hasonlókat Cegléd – Hódula-dűlőben (Pest vármegye; CZAJLIK 2003a, 184. ábra), 2003-ban Szalkszentmárton – Gyeposztálynál (Bács-Kiskun vármegye; CZAJLIK 2004a, 115), majd 2004-ben Tápiógyörgye – Varrók-székénél (Pest vármegye; CZAJLIK 2004b, 139). 1997-ben gyűrűalakú zárt területeket dokumentált R. Goguey Nagykőrösnél (Pest vármegye), amelyekhez hasonlókat nagy számban fényképeztünk le 2004-ben Bácsborsodon (Bács-Kiskun vármegye), a Hangos-dűlőben (CZAJLIK 2004b, 125-126). R. Goguey 1994-ben Kerekegyháza – Bogárcsónál, majd 2000-ben Szalkszentmárton – Bak-érnél (mindkettő Bács-Kiskun vármegye; 185. ábra) egymáshoz kapcsolódó zárt területek nyomát rögzítette, amelyek párhuzamait 2003-ban fényképeztünk le Dunavecse – Kökényesnél



188. ábra. Adony – Zsellér-telkek (Fejér vármegye). Nagyterjedésű árokrendszer. A kép bal felső részén egy burgus nyoma van, amihez az árkok igazodnak, de orientációját nem követik. A szélesebb, helyenként megkettőzött árkok sem azonos irányításúak, két nagyobb, eltérő tájolású, de egymáshoz kapcsolódó zóna érzékelhető. Az egyiket vékonyabb árkokkal tovább részekre oszthatták fel. 2017. június 15., Czajlik Z. felvétele

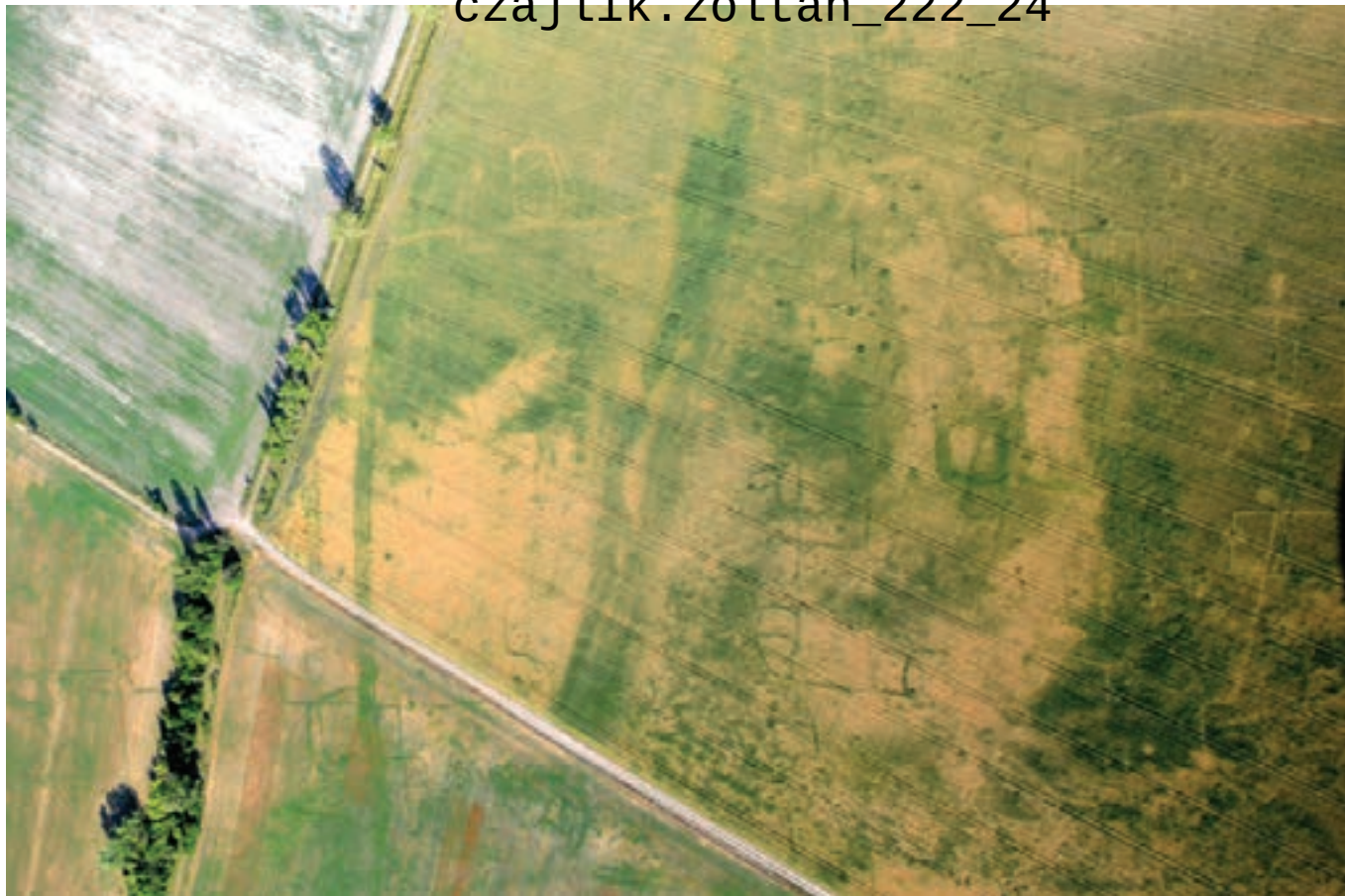
(Bács-Kiskun vármegye) és Jászberény – Portelek – Ördög-dűlőben (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, CZAJLIK 2004a, 115), 2004-ben pedig Ceglédbercel – Ceglédi tanyáknál (CZAJLIK 2004b, 140). Hasonlókat örökölt meg O. Braasch 2007-ben Tápiószentmártonnál (SZABÓ 2016, 114) és Ceglédnél (mindhárom Pest vármegye; SZABÓ 2016, 170. kép), 2008-ban pedig Császártöltésnél (Bács-Kiskun vármegye; SZABÓ 2016, 124. kép).

Feltűnő, hogy ezeknek a jelenségeknek a többsége az Alföldön, annak légi régészeti szempontból jól kutatható részén, azaz a Duna – Tisza-közén került elő, s a tendencia – ami összefügghet e terület állattartásra való alkalmasságával – azóta is fennáll. Ugyanakkor a Dunántúl intenzívebb kutatásával mind északkeleten (Szomor – Tó-völgy, Óbarok – M1-pihenő, Komárom-Esztergom, illetve Fejér vármegye), mind délebbre (Tác – Kádár-dűlő, Koppányszántó – Jégvermődűlő, Fejér, illetve Tolna vármegye) azonosított-

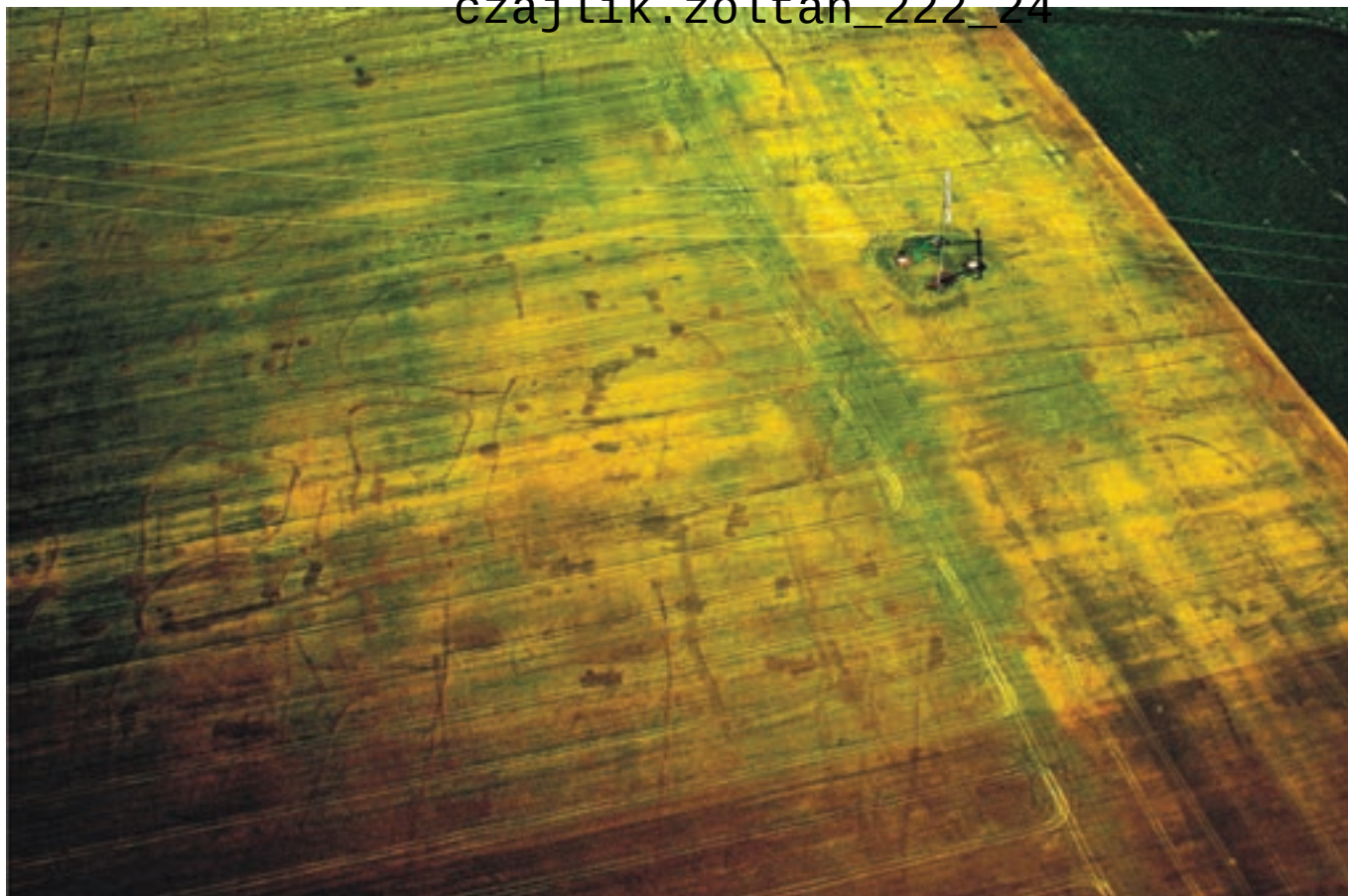
tuk az állattartással összefüggésbe hozható jelenségek nyomait (CZAJLIK et al. 2012a, 115).

6.8.1.2. Nagyobb, zárt területek

2004. június 20-án Ceglédbercel – Ceglédi tanyáknál (Pest vármegye) három, nagyobb méretű, egymásba kapcsolódó zárt terület nyomát fényképeztük le. Az egyik majdnem szabályos négyzet, hozzá egy részben íves, részben törtvonalas, az utóbbihoz egy íves vonalakkból álló föld-darab kapcsolódik. Mindhárom jelenségnél legalább egy helyen megszakad a vonal (árkok/kerítés?) nyoma (186. ábra). Ugyancsak 2004-ben egy nagy, egyik rövidebb oldalán nyitott, lekerekített téglalapot örököltünk meg Újszilvás – Varga-tanyánál (CZAJLIK 2004a, 9. kép). Hasonlóan nagy, lekerekített trapézra emlékeztető jelenséget (és négyzetes karámok nyomát) dokumentálta R. Goguey Abony – Zsombékos-dűlőben (mindkettő Pest vármegye) 1996-ban. Az itt tárgyalt valamennyi zárt terület régészeti je-



189. ábra. Bugyi – Nemes-ürböi-dűlő (Pest vármegye). Nagyterjedésű árokrendszer. Egymásra merőleges árkok, részben azonos orientációjú zárt területek és települési nyomok. 2009. május 25., Czajlik Z. felvétele, Rupnik L. elemzése (2010)



190. ábra. Iváncsa – Keserű-völgy (Fejér vármegye). Egymásra merőleges árokszakaszokból és azonos orientációjú, nagy, zárt területekből álló árokrendszer, amelyhez az egyes telkeken(?) belül földbe mélyített épületek tartoznak. 2007. június 8., Czajlik Z. felvétele, Rupnik L. elemzése (2008)

lenségként való szerepeltetése kétséges, a nagyobbakra ez különösen igaz lehet. Támpontot nyújthat azonban, hogy a vonalak kontúrjai nem annyira élesek, mint az újkori/modern jelenségek esetében, hanem a régészeti korú objektumoknak megfelelők. Abony esetében a nagy zárt terület és a karámok nyoma idősebbnek tűnik, miközben az utóbbiakat vágja egy – kontúros széle alapján – modern/újkori árok (187. ábra). Nincs szuperpozíció Jászapáti – Alsó Nyomás (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) esetében, ugyanakkor a szarmata temető sírjai feltűnően igazodnak egy, a fentiekhez hasonló méretű, a körárkokkal azonos kontúrral észlelhető lekerékített téglalap-alakú jelenséghez (CZAJLIK 2005, 4. kép). Elképzelhető tehát, hogy a nagy zárt terület a császárkorban már/még használatban volt.

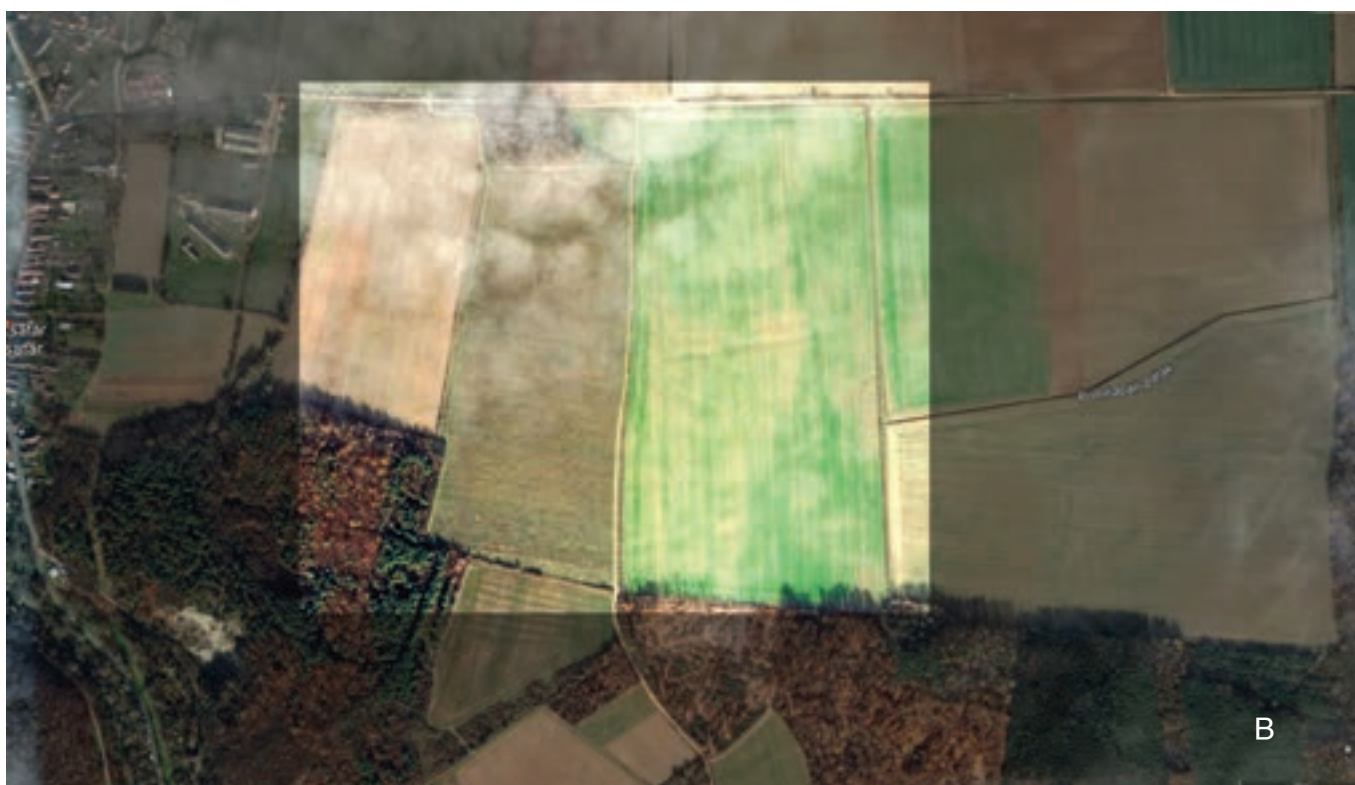
6.8.2. A határ felosztásának nyomai

A magyar-francia légi régészeti együttműködés elsők között azonosított lelőhelye volt Beloianisz – Nagy Vadas, amelyet 1993. június 12-én fényképezett le R. Goguet (61. ábra). Hasonlóan Nagykarácsony – Ménemajorhoz (mindkettő Fejér vármegye), ennél a helyszínnél is olyan jelenségeket lehet megfigyelni, amelyek a franciaországi (és a brit) analógiák alapján jól értelmezhetőnek tűntek. Beloianisz esetében a terepi megfigyelések nem cáfolták a feltételezést, sőt a Tankó Károllyal 2006. április 11-én végzett terepbejárásunk negatív eredménye indirekt módon megerősítette, hogy a fényképeken nagy valószínűséggel „*Celtic fields*”, azaz egykori határhasználati nyomok lehetnek. Abban az értelemben persze, ami a fogalom mai nyugat-európai jelentésének is megfelel, azaz régi, egyéb vizsgálatok hiányában ismeretlen korú parcellarendszerek nyomáról van szó (GOGUET – SZABÓ 1995, 60. kép; vö. CZAJLIK 2022, 6. ábra). Hasonló jelenségeket nagy területen azonosítottunk Szalkszentmárton (Bács-Kiskun vármegye) határában, főként 2003 – 2007 között (CZAJLIK et al. 2008, 124; vö. CZAJLIK 2010, fig. 4). Adonytól (Fejér vármegye) délre kb. 400 ha területen észleltünk határfelosztási nyomokat. Korukhoz támpontot adhat, hogy igazodni látszanak a *limes*úthoz, illetve a *burgus*okhoz (188. ábra). A határ nagy részének felosztását dokumentáltuk a közeli Bugyi – Nemes-ürbői-dűlőnél is, 2009. május 25-én (CZAJLIK et al. 2010, 10. kép, 189.

ábra) és hasonló jelenségeket fényképezett le O. Braasch 2007. június 8-án Újszilvásnál (SZABÓ 2016, 120. kép), június 9-én Apajnál (SZABÓ 2016, 256. kép) és Ceglédnél (mind Pest vármegye, SZABÓ 2016, 161. kép). 2009. június 13-án Szabó M. Sárszentmiklósnál (Fejér vármegye, SZABÓ 2016, 263. kép), 2009. június 14-én O. Braasch Kerekegyházánál (Bács-Kiskun vármegye) fényképezett le egy-egy szabályos parcella-rendszert (SZABÓ 2016, 260. kép). 2010-ben Iváncsa – Halmos-dűlőben fényképeztünk le egy igen látványos, nagykiterjedésű árokrendszert (CZAJLIK et al. 2012a, 115). Ugyanebből a régióból ásatással és magnetométeres geofizikai felméréssel is megerősített, a határ felosztásaként értelmezhető árok-rendszereket ismerünk Pusztaszabolcs – Dohányos-völgy északi parttól (Fejér vármegye, VÁCZI et al. 2020). Kisebb számban és kiterjedéssel, de a Kisalföldön is dokumentáltunk régi parcella-rendszereket. Példaként Egyed – Kertalja (Győr-Moson-Sopron vármegye) lelőhely idézhető (CZAJLIK 2004a, 10. kép)

Ezeknek az árokrendszereknek az a közös vonása, hogy egymással közel párhuzamosan, illetve arra nagyjából merőlegesen futó, egymásba csatlakozó árkokból állnak, amelyek távolsága, hossza különböző, ezáltal eltérő méretű parcellák alakulnak ki. Ennek a területi beosztásnak a kialakítása nagyjából egy időben kell, hogy megtörténjék és akár hosszú időn keresztül, korszakokon átívelően fennmaradhat. Gyakran megfigyelhetjük továbbá velük azonos orientációjú karámok nyomát (189. ábra). A határ felosztása követi a domborzatot, sőt a kisebb patakok medrét (lásd O. Braasch 2009. június 12-én, a Lajta mentén, Hegyeshalomnál (Győr-Moson-Sopron vármegye) készült felvételét, SZABÓ 2016, 146), azaz alkalmazkodik a terepviszonyokhoz.

A fentiektől kissé eltérő megjelenésű határhasználati nyomokat fényképeztünk Iváncsa – Kereső-völgyben (Fejér vármegye) 2007. június 8-án (CZAJLIK 2010, fig. 10). Ezek morfológiai szempontból átmenetet képeznek a fent részletezett zárt területek és az egymáshoz kapcsolódó, részben közel párhuzamos, részben arra merőleges árokrendszerek által tagolt területek között. A sok, egymás mellé épített zárt területként értelmezhető határhasználat egyes részeitnek méretei nagyok, irányításuk közel áll egy-



191. ábra. Felsőcsatártól (Vas vármegye) keletre. Az ókori Savaria territóriumán kiépített földbirtokrendszer Bődőcs A. által azonosított nyugati zónájának részlete (vö. BÖDŐCS 2013, fig. 11). A GE-rendszerből származó felvételeken az árkokra utaló pozitív növény-jelek révén a fő egyenes (decumanus maximus), tőle délre és északra a vele párhuzamos parcellahatárok (A: 2019. március), illetve a merőleges fő egyenessel (cardo) párhuzamos birtokhatár figyelhető meg (B: 2018. november)

máshoz, ugyanakkor kialakításuk nem feltétlenül egyidejűséget. Ez a határhasználat, különösen a tanyákra utaló, esetleg az árkokkal egyidejű telepnyomokkal, a tájhasználat logikájában a galliai rurális tájat idézi (190. ábra). Hasonlóan a zárt területekre épülő tájhasználat nyomait jelennek meg Szabó Máténak a Solt – Tételhegyről és környékéről készített értelmezésében (SZABÓ 2016, 134. kép), ahol a bekerített részek mellett ugyancsak egy nagyobb léptékű határfelosztásra utaló árokrendszer nyomai figyelhetők meg.

6.8.3. A római földbirtokrendszer nyomai

A határhasználat, a különféle parcellázási-nyomok távérzékeléses vizsgálatának különleges, nemzetközi szinten régóta és bizonyos területeken igen intenzíven kutatott részhalmaza a római földbirtokrendszer nyomainak megismerése. A korábbi európai kutatások összefoglalása során említettük, hogy R. Chevallier az 1950-es évek második felétől a római utak vizsgálata mellett az ókori földbirtokrendszer azonosításával foglalkozott (CHEVALLIER 1958). Minthogy a legelső kutatási próbálkozások 1833-ban voltak (CHEVALLIER 1961, 59), az 1950-es évekre a kérdéskörnek már jelentős szakirodalma gyűlt fel, ami jó alapot biztosított a légi fényképes módszer alkalmazásához. Sok kortársához hasonlóan, R. Chevallier is a légierőtől „érkezett”, korábban őrnagyként szolgálva komoly fotogrammetriai tudással rendelkezett. Térképészeti célú légi fotókkal dolgozott, - főként Észak-Afrika és Itália ókori tájhasználatának rekonstrukciójában ért el komoly eredményeket, de gyűjtötte az Angliára, az Ibér-félszigetre, Dél-Franciaországra, Dalmáciára, Görögországra, Egyiptomra, a Közel-Keletre és Európa kontinentális területeire (pl. a Rajna- és a Duna-völgyére) vonatkozó adatokat is (CHEVALLIER 1961). A légi fényképek alapján bizonyította, hogy a szabályos rendszert hegyvidékeken (pl. Tunisz környékén) is alkalmazták (CHEVALLIER 1961, 1-2. fotó), Provence-ban egymás mellett, de különböző tájolású négyzetrácsok léte volt igazolható (CHEVALLIER 1961, fig. 3).

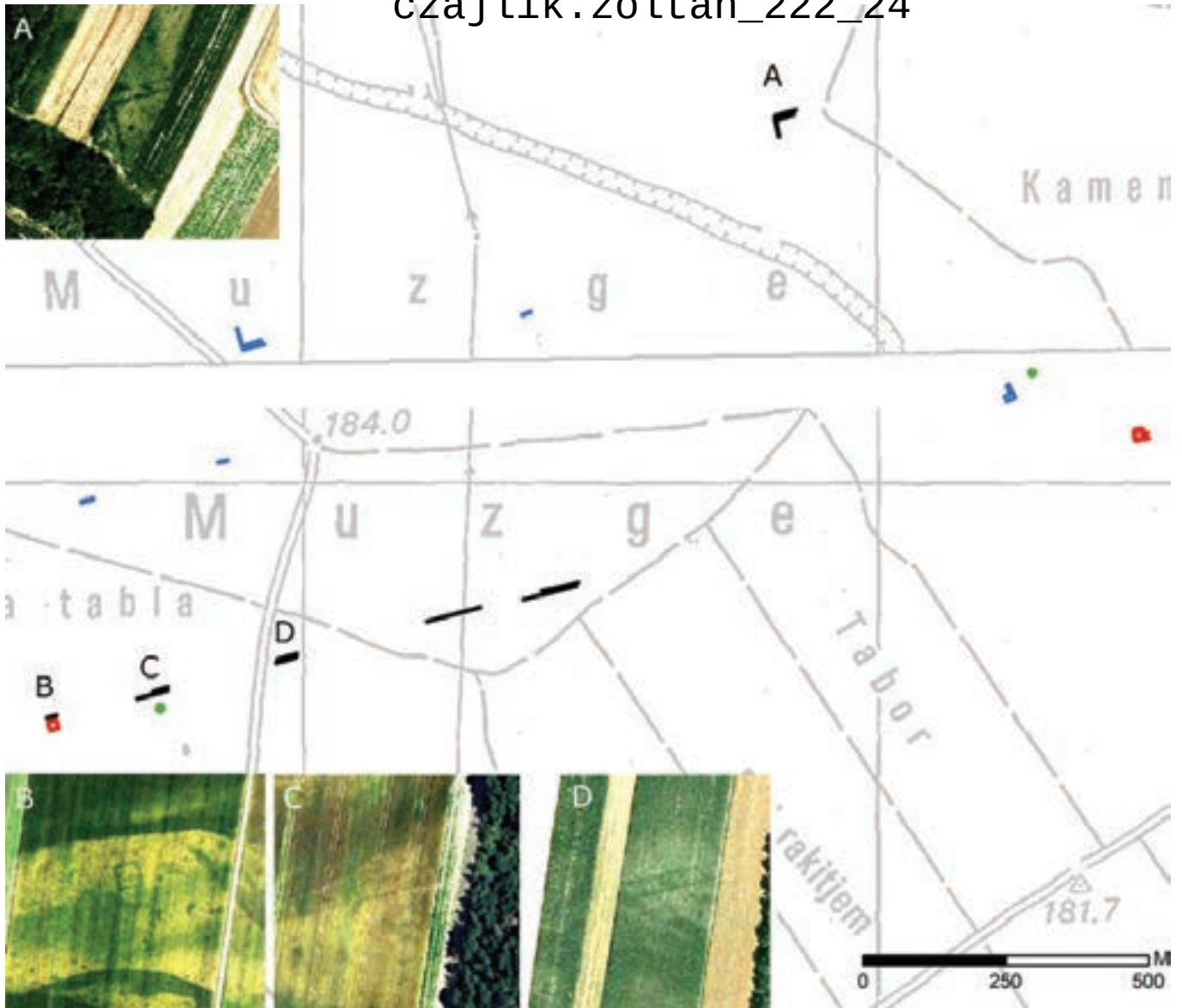
Munkáit ismerte Mócsy A., aki egy Pusztasomodorról (Szomor – Somodorpusztá, Komárom-Esztergom vármegye) származó római kataszteri határváz publikálása során már fel-

vetette a Savaria környéki *centuriatio* kutatásának lehetőségét, felhívva a figyelmet a légi fényképezés fontosságára (MÓCSY 1963, 77). 1965-ben megjelent tanulmányában pedig így írt: „A római városok, különösen a coloniák territóriumának derékszögű kataszteri hálózatát többféleképpen rekonstruálhatjuk. A legtöbb mutató eredményre vezető eljárás a légifényképezés” (MÓCSY 1965, 32-33). Hozzáférhető ortofotók hiányában Soproni Sándorral az akkori tájban fellelhető, Savaria utcarendszerével azonos tájolású vonalakokat igyekeztek felgyűjteni és térképen ábrázolni. Az akkoriban ugyancsak nehezen elérhető, M=1:50.000-es Gauss-Krüger rendszerű (ún. katonai) térképeket használták. A rekonstrukciós kísérlet a Fertő és a Rába közötti, kb. 50 km-es sávra terjedt ki, amelyből „technikai okokból csak egy rész” került közlésre (MÓCSY 1965, 11. kép). Noha Mócsy A. már 1965-ben világosan látta a légi fényképezés és a pontos térképek jelentőségét a földbirtokrendszer kutatásában, még 1990-ben is csak azt tudta leszögezni, hogy „az egész tartomány területének vizsgálata [...] a kutatás nagy adóssága” (MÓCSY 1990, 126).

Ugyanebben az időszakban – köszönhetően a légi fényképezésnek – Nyugat-Európában egyre intenzívebbé vált a *centuriatio*-nyomok azonosítása. Franciaországban nemcsak az ókori, hanem a korábbi, illetve a középkori és kora újkori parcella-adatokat is gyűjtötték, így Languedocban számos, eltérő orientációjú rendszert (CHOUQUER et al. 1982, 1983), sőt öt különböző korú földbirtok-beosztás egykori kiépítését sikerült igazolni (CHOUQUER 1993). A francia kutatók Olaszországban is sikeresek voltak, itt a Ravenna környéki *centuriatio* rekonstrukcióját (CHOUQUER 1981) és a közép-itáliai eredményeket (CHOUQUER et al. 1987) említjük. A technikai fejlesztések között fontos előrelépés volt az optikai szűrő alkalmazása a légi felvételek feldolgozása során (CHOUQUER-FAVORY 1981). Az adatok sokasága és a kartográfiai megjelenítés igénye már az 1970-es években repertóriumok publikálását tette szükségessé (pl. SOYER 1973, 1974). Később a Besançoni Egyetem kutatócsoportja megkezdte a galliai földbirtok-rendszerek adatainak atlasz formájában történő kiadását (CLAVEL-LÉVÉQUE 1995). Megjegyzendő, hogy – hasonlóan Chevallier korábbi kutatásaihoz – továbbra is elsősorban az ortofotókat és a térképi adatokat használták a

Lelőhely	Jeltípus	Távérzékeléses adatforrás	Szakirodalom
Bildein (Beled, Ausztria)	talaj/növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő, illetve a rá merőleges árok nyoma	GE	BÖDŐCS 2011, fig. 6
Felsőcsatár	talaj/növény-jel: a <i>decumanus maximus</i> nak megfelelő, továbbá két vele párhuzamos és egy rá merőleges árok nyoma	archív ortofotó; GE; geofizika	BÖDŐCS 2013, fig. 11, BÖDŐCS 2020, fig. 7
Ják – Csillagmajori-mezők-dűlő	talaj/növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő, illetve 3 rá merőleges árok nyoma	archív ortofotó	BÖDŐCS 2023, 5. kép
Ják – Gyergyedűlő	talaj/növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő, illetve a rá merőleges árok	GE; archív ortofotó; hiperspektrális drón	BÖDŐCS 2023, 6. kép
Kőszegpaty	talaj/növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő, illetve a rá merőleges árok nyoma	GE	BÖDŐCS 2011, fig. 5
Külsővat – Kövecses-dűlő	talaj/növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő kettős árok/töltés (útfelület?) és rá merőleges árok nyoma	légi fotó (Cz.Z.)	BÖDŐCS 2013, fig. 6
Rum – Kutyalda	növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő kettős árok nyoma	légi fotó (Cz.Z.)	BÖDŐCS 2011, fig. 9
Salköveskút	világos talaj-jel (töltés/útfelület nyoma): a <i>decumanus</i> irányának felel meg	GE	BÖDŐCS 2014, 6. ábra
Salköveskút/Söpte határa	talaj/növény-jelek: két, a <i>decumanus</i> irányának megfelelő párhuzamos és legalább négy, az előbbiekre merőleges árok nyoma	GE	BÖDŐCS 2023, 4. kép
Vasasszonyfa – Tüskés	talaj/növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő kettős árok/töltés (útfelület?) és rá merőleges árok nyoma	GE	BÖDŐCS 2014, 5. ábra
Vép – Őz-aljai-dűlő	növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő kettős árok nyoma	légi fotó (Cz.Z.)	CZAJLIK et al. 2012a, 119
Vép	növény-jel: a <i>decumanus</i> irányának megfelelő kettős árok nyoma	GE	BÖDŐCS 2011, fig. 7

192. ábra. Az északnyugat-dunántúli római földbirtokrendszer légi régészeti kutatásának publikált adatai



193. ábra. Bakovske Muzge – Nova tabla Bakovci mellett (Lipovci, Muravidék, Szlovénia, RUTAR 2018, sl. 6 alapján). A kora nyári időszakban készült ortofotókon jól értelmezhető növény-jelek figyelhetők meg. A: útra utaló kettős árok, merőleges árokcsatlakozással (parcella-sarok); B: négyzetes árok; C-D: útra utaló kettős árok (parcella-határ)

távérzékeléses lehetőségek közül, - egyelőre nem találtunk példát a régészeti célú légi fényképezés alkalmazására.

Térségünkben először Chr. Gugl és munkatársai (GUGL et al. 2008), illetve Bödőcs A. (BÖDŐCS 2009b) kezdett el foglalkozni a római földbirtokrendszer távérzékeléses adatokon alapuló kutatásával. Utóbbi Mócsy A. koncepcióját megújítva, mind az alpnégyszög arányait (téglalap helyett négyzet, mind annak méretét és orientációját megváltoztatva, egy új, ún. jósló (*predictive*) modellt készített, - felhasználva a modern ásatási adatokat (BÖDŐCS 2011, fig. 4; BÖDŐCS 2014, 364-365). A rekonstrukció

alapján kiszámított *centuria*-határokat Czajlik Z. 2010-ben három légi fotó lelőhelyen azonosította. Közülük Vépnél és Rum – Kutyl-oldalnál (mindkettő Vas vármegye) kettős árkot dokumentált, vagyis út haladt a parcellahatáron, Külsővat – Kövecses-dűlőben (Veszprém vármegye) pedig a kettős árok (út) mellett *centuria*-sarok volt (BÖDŐCS 2013, fig. 4-6; CZAJLIK et al. 2012a, 119-121). Ugyanebben az időszakban Bödőcs A. olyan tájrészleteket figyelt meg a GE-felvételeken, amelyek máig bizonyítják az ókori területhasználat nyomait (BÖDŐCS – KOVÁCS 2011, 5. ábra), Kovács Gáborral együttműködve pedig sikerült morfológiai elemek, bizonyos vízfolyások és a parcellázás kapcsolatát

kimutatni (BÖDŐCS – KOVÁCS 2011, 3. ábra). Később egyre több ároknyomot lehetett a GE-felvételeken megfigyelni, így Bildein-nél (Beled, Burgenland, Ausztria), Vasasszonyfa – Tüskés-nél (BÖDŐCS 2013, 2-3. ábra), Kőszegpatynál (BÖDŐCS 2011, 25) és Salköveskútnál (mindhárom Vas vármegye; BÖDŐCS 2014, 6. ábra). A GE-állományok mellett archív térképészeti légi fotók révén 2020-ig további szakaszokat lehetett azonosítani Szombathely és Felsőcsatár között (Vas vármegye; BÖDŐCS 2013, 64, fig. 11; BÖDŐCS 2020, 7-8-ábra). Itt megfigyelhető a fő *centuria*-határ (*decumanus maximus*), tőle délre és északra a következő parcella-határok, e három vonalas jelenségre merőlegesen pedig egy, a *cardo*val párhuzamos birtokhatár (191. ábra). Egy 2021-ben indult projekt révén Bődöcs A. a *centuria*-rendszer újabb elemeit azonosította Ják és Salköveskút/Söpte határában (mind Vas vármegye), műholdas, illetve archív ortofotó-adatok alapján. A felsorolt lelőhelyek Mócsy A. és Soproni S. eredeti koncepciójánál ma már jóval nagyobb területet fednek le. Az adatok alapján Szombathelytől délnyugatra Ják és Nárai, nyugatra Bildein (Beled, Burgenland, Ausztria), Felsőcsatár, északnyugatra Kőszegpaty, északkeletre Söpte, Salköveskút és Vasasszonyfa, délkeletre Rum, keletre Vép és Sárvár, illetve Külsővat határában azonosíthatók a földbirtokrendszer nyomai. Kiemelendő, hogy az utóbbi már a Rába keleti oldalán, a Bakonyalján van, azaz túlnyúlik a Mócsy A. által korábban feltételezett határon (MÓCSY 1965, 34; vö. CZAJLIK et al. 2012a, 120) a parcellázás legkeletibb lehetséges pontját pedig jelenleg egy Eténél (Komárom-Esztergom vármegye) Czajlik Z. által légi fényképezéssel azonosított római útállomás(?) jelöli ki (BÖDŐCS 2023, 1. kép; CZAJLIK et al. 2012a, 7. kép).

A fentiek alapján nyilvánvaló, hogy a ferde tengelyű légi fényképezések során egyelőre csak előzetes adatgyűjtés alapján lehetséges a *centuriatio*-nyomok azonosítása az Északnyugat-Dunántúlon. Ehhez a legfontosabb segítséget Bődöcs A. modellje jelenti, amelynek helyességét egyre több távérzékeléses információ bizonyítja (192. ábra). Közöttük kitüntetett szerepe van a Google Earth-felvételeknek, bizonyos esetekben az archív térképészeti célú légi fotóknak. Az is nyilvánvaló, hogy a kettős árokra utaló párhuzamos vonalak miatt sokkal hatékonyabb

azoknak a *centuria*-határoknak az azonosítása, amelyeken út haladt. Feltehető, hogy ez nemcsak a könnyebb felismerhetőséggel függ össze, hanem azzal is, hogy az út kiépítése markánsabb és maradandóbb változást okozott a tájban, mint egy „egyszerű” *centuria*-határ. Megjegyezzük, hogy kettős ároknak, vagy töltésnek/útfelületnek (azaz egykori útnak) köszönhetően észlelt birtokhatárt eddig csak a *decumanus* irányában lehetett azonosítani, továbbá úgy tűnik, hogy a *cardo*nak megfelelő orientációjú árkok általában rövidebb szakaszokon követhetők.

Méretezésében a savariaihoz közeli római földbirtokrendszer nyomait publikálták újabban a Muravidékről. B. Kermannak köszönhetően ebben a zónában az 1990-es évektől a 2000-es évekig rendszeres régészeti célú légi fényképezés volt, az azonosított parcella-határok nagy része azonban – hasonlóan az Északnyugat-Dunántúlhoz – a Google Earth (Bing) rendszernek, illetve a kora nyári időszakban készült ortofotóknak köszönhető. Ebbe a modellbe az árkok mellett számos szögletes épületnyom beilleszthető (RUTAR 2018, 7. ábra) és – csakúgy, mint Vas vármegyében – jól látszanak a kettős-árkok alapján rekonstruálható utak (193. ábra).

Visszaulva a hosszanti sáncok kutatásával kapcsolatban megfogalmazott konklúzióra, óvatos általánosítással arra a következtetésre juthatunk, hogy ezeknek a vonalas jelenségeknek a felderítésében kulcs-szerepe van a rekonstrukciós modelleknek. Ezt a Csörsz-árok (és a többi alföldi hosszanti sánc/út) kapcsán térképi, ortofotós és terepi adatok révén alakította ki Patay P. és Holl B., a római *centuriatio* esetében pedig térképi és terepi adatok segítségével szerkesztette meg Bődöcs A. A rekonstrukció mind az Északnyugat-Dunántúlon, mind a Dunától keletre, illetve a Bácskában igazolhatóan bizonyult őrfelvételekkel, illetve ortofotókkal. Fontos tanulság ugyanakkor, hogy mind a Baja – Tompa irányon haladó római út, mind az északnyugat-dunántúli *centuriatio* esetében, a nagyon kevés célzott kutatás ellenére, számos ponton sikerült az adott jelenségeket régészeti célú légi fényképezéssel megörökíteni. Köztük olyan helyszíneken, ahol azok más távérzékelési módszerekkel nem, vagy alig láthatók.

A bevezetőben említett észlelési nehézségek nemcsak a fennmaradt határhasználati nyomok kiterjedtségétől, az egyes évek közötti időjárási különbségektől függenek. Miközben ezek a jelenségek gyakran igen nagy számban azonosíthatók azokon a területeken, ahol a más morfológiai típusba sorolható jelek is bőven fellelhetők, aközben alig, vagy egyáltalán nem találhatók meg a nehezebben felderíthető zónákban. Megfordítva ez azt jelenti, hogy a határhasználati nyomok megléte, vagy hiánya, illetve minősége jól jellemzi egy-egy régió általános kutathatóságát.

6.9. A magyarországi erődítések légi fényképes kutatása

6.9.1. Morfológiai és módszertani háttér

A körvonalas, a törtvonalas és – amint korábban láttuk – a vonalas morfológiai típusok összes altípusa alkothat erődítést, ami egyfelől segíti felismerésüket, másfelől viszont nehezítheti más hasonló jelenségektől (pl. bekerített területek, állattartó karámok, utak) való elkülönítésüket. Meghatározásukat a többiekénél nagyobb méretük (értve ezt mind a bezárt területek nagyságára, mind a vonalas struktúrák szélességére, illetve magasságára/mélységére vonatkozóan) általában egyértelművé teszi. E kritérium alapján ide lehetne sorolni az újkőkori/rézkori rondellákat is, az utóbbiak azonban az árkok koncentrikus kialakítása miatt általában megkülönböztethetők az erődítésektől.

A nagyobb méretükből következően sok esetben jól felismerhető, könnyen azonosítható erődítések a légi fényképezések kezdete óta kedvelt célpontjai a légi régészeti kutatásnak. Idézhetjük az angliai Maiden Castle 1930-as években készült, képeslapon is használt felvételét (BARBER 2011, 168) éppúgy, mint a magyarországi példákat. Az első fennmaradt légi felvételt, amelyen hazai erődített település látható, 1928. július 27-én készítette Neogrady S. Balatonboglár – Várhegyről (Somogy vármegye, NEOGRÁDY 1948-1950, 10. ábra). Az összefoglaló tanulmányában közölt, 1928 – 1934 között készült fotókon Tihany - Óvár (Veszprém vármegye) nyugati része

(1929. augusztus, NEOGRÁDY 1948-1950, 10. ábra), az általa tévesen Pátka – Szűzvárként azonosított (NEOGRÁDY 1948-1950, 12. ábra), valójában Nagylók – Nagy Garda, vö. TEREI et al. 2011, 78-79), az általa tévesen Seregélyeshez kapcsolt, valójában Sárbogárd határában álló - Cifrabolondvár (NEOGRÁDY 1948-1950, 13-14. ábra), Aba-Belsőbáránd – Bolondvár (NEOGRÁDY 1948-1950, 15. ábra), Vál – Pogányvár (mind Fejér vármegye; NEOGRÁDY 1948-1950, 21-22. ábra) és Miskolc-Bükkszentlászló/Óhuta) – Nagysánc (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; 194. ábra) őskori erődítései ismerhetők fel. Három légi felvételén római kori erősségek: Almásfüzitő (Komárom-Esztergom vármegye; NEOGRÁDY 1948-1950, 23. ábra), Tahitótfalu (Pest vármegye; NEOGRÁDY 1948-1950, 24. ábra) és Nyergesújfalu (Komárom-Esztergom vármegye; NEOGRÁDY 1948 – 1950, 25. ábra) vannak, két további légi felvétele pedig középkori védműveket ábrázol, Szabolcsnál (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye; NEOGRÁDY 1948-1950, 9. ábra) és Sajónémetinél (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; NEOGRÁDY 1948-1950, 28. ábra).

Az első biztosan régészeti megrendelésre készült hazai fotótérkép is erődítést ábrázol. A Magyar Királyi Honvédség szegedi alakulata készítette 1939-ben Hódmezővásárhely – Nagytatársáncról (Csongrád-Csanád vármegye; BANNER 1940). Számos esetben sikeres volt a *ripa Pannonica* menti őrtornyok azonosítása (pl. VISY 1978, 10. kép; 1988, 32., 88., 89., 105., 116. képek). Az MRT régebbi kötetinek készítése során felhasznált légi felvételek között ugyancsak több van, amely erődítést ábrázol. Az 1979-ben megjelent 5. kötet egyik illusztrációjaként, Esztergom – Nyáros-sziget (Komárom-Esztergom vármegye) lelőhely török kori sánca látható (HORVÁTH et al. 1979, 69. tábla 2.). A 7. kötet munkálatai során, egy 1980. májusában, a Magyar Néphadsereg Térképészeti Intézete (MNTI) által készített légi felvétel alapján azonosították Bia – Pap-rétidűlő bronzkori erődítését, amely az erózió miatt már akkor is csak a talaj-jelek alapján volt meghatározható (DINNYÉS et al. 1986, 34; 56. tábla 2.). Ugyanebben a kötetben szerepel egy másik MNTI légi felvétel, amelyen – a kora vaskori halomsírok mellett – a százhalombat-



194. ábra. Neogrady S. felvétele Miskolc – Bükszentlászló (Óhuta) – Nagysáncról (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye), 1932 augusztus (NEOGRÁDY 1948-1950, 27. ábra)

tai (mindkettő Pest vármegye) őskori erődített település is látszik (DINNYÉS et al. 1986, 57. tábla).

A rendszerváltáskor a neolitikus körárkok mellett elsők között alkalmazták a légi fényképezést erődítések dokumentálására és felderítésére. Így sikerült Nagy Dezsőnek a miskolci repülőtér közelében lévő szirmabesenyői földvárat (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 1990 március 8-án sárkányrepülőről megörökítenie (HELLEBRANDT 2000, 80). Ugyanebben az évben készítette Miklós Zs. első légi felvételeit Ócsény – Oltovány (Tolna vármegye) földműveiről (MIKLÓS 2001, 14). Ő akkor már több mint egy évtizedes tapasztalattal rendelkezett a földsáncok terepi kutatásában, főként Pest és Tolna vármegyében, így kézenfekvő volt a két módszer összekapcsolása. Ebben legfőbb támogatója Talabos G. repülővezető volt, akivel eleinte PZL 101, majd ZLIN-124-es repülőgépet használtak, végül az Európában régészeti légi fényképezésre leginkább bevált Cessna típusok mellett döntöttek, összefüggésben az-
 zal, hogy az Ócsényi Repülőklubnak már az

1990-es években sikerült egy nagyon jó állapotú C-172-es gépet (HA – SLG) beszereznie. Másoktól eltérően azonban leszerelt jobboldali ajtóval repültek, ami – különösen télen – embert próbáló feladat. Miklós Zs. légi fotós pályafutásának nagyobbik fele a filmes korszakra esett, földvár-fotózásai során közép-, illetve Leica-formátumú fényképezőgépeket, sőt videokamerát is használt. A színes negatív filmeket (Kodak Professional Elite Color 400, MIKLÓS et al. 2011, 67) tartotta a legmegfelelőbbnek régészeti célra, de kísérletező habitusát mutatja, hogy a hazai kutatók közül elsőként használt Kodak EIR hamis színes infra filmet (MIKLÓS et al. 2011, 67. A legkorábbi publikált infra felvételei 2003-ban készültek: MIKLÓS 2007, 128., 134., 273.).

Bertók G. és Gáti Cs. 2007-2012 között, kizárólag Baranya vármegyében végzett felderítő kutatásokat. Ezek során főként kora bronzkori erődített településeket sikerült azonosítaniuk, - elsősorban talaj-jelek segítségével. A legelső önálló légi fényképezést 1998-ban, Vál-Pogányvár (Fejér vármegye) kutatásakor

Név	Vár- megye	Első fényképezés	Légi fényképész	Forrás
Acsa – Cselin-hegy	Pest	2007. május 14.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2008, 145, 1. kép
Adony – Éles-hegy	Fejér	2008. április 24.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2009, 132
Alsómocsolád	Baranya	2008. május 23.	Otto Braasch	SZABÓ 2016, 162. kép
Alsószentiván – Alsó-közép-dűlő II.	Fejér	1999.	Miklós Zsuzsa – Terei György	TEREI et al. 2011, 27
Bag – Görbe-dűlő	Pest	2002. március 8.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK 2004, 1. kép
Bakonybánk	Veszprém	2000. június 17.	Otto Braasch	SZABÓ 2016, 141. kép
Balatonbozsok – Cinca-csikgát	Fejér	1997. június 20.	René Goguey	ELTE Légi Fotó Archívum
Bátaszék – Gesztenyes-völgy	Tolna	2005. március 2.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2007, 33-35
Bogács – Pazsagpuszta	Borsod-Abaúj-Zemplén	2002. június 15.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK 2015, Abb. 2.2
Bölcske – Bolondvár	Tolna	1997. május 7.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2007, 36-41
Bölcske – Széles-domb	Tolna	2001. április 28.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK – HOLL 2003, Abb. 8
Diósvizsló – Butsok-dűlő	Baranya	2009. június 9.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK et al. 2010, 3.2. kép
Dunaföldvár – Gyűrűs-tábla	Tolna	2003. május 23.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2007, 64-67
Erk – Körtvélyes-dűlő	Heves	2010. november 30.	Czajlik Zoltán	ELTE Légi Fotó Archívum
Etyek – Pince-dűl	Fejér	2008. április 18	Czajlik Zoltán	CZAJLIK 2017, fig. 8
Feked – Lapos	Baranya	2007. július 16.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 32-35
Felsónána – Ónána	Tolna	2009. május 18.	Czajlik Zoltán	ELTE Légi Fotó Archívum
Gölle – Csiplaki-dűlő	Somogy	1994. június 10.	Otto Braasch	BÁLEK et al. 1997, 149
Görcsönydoboka – Erdő-föld	Baranya	2007. április 27.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 102-103
Hantos	Fejér	2003. június 12.	Otto Braasch	SZABÓ 2016, 142. kép
Harta – Bojár	Bács-Kiskun	2000. június	René Goguey	GOGUEY et al. 2003, 2-3. kép
Hatvan – Kerek-halom	Heves	2002. március 4.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK 2004a, 2. kép
Jászárokszállás – Vermek-dűlő	Jász-Nagykun-Szolnok	2009. június 4.	Czajlik Zoltán	ELTE Légi Fotó Archívum

195.A ábra. Régészeti célú légi fényképezéssel újonnan azonosított őskori erődített települések Magyarországon (23 db)

hajtottuk végre. Ezt követően 2000-től 2011-ig rendszeresen végeztünk légi fényképes várkutatást, majd – Miklós Zs. halála után, 2015-2018 között – az ő munkáját fejeztük be Pest vármegyében (CZAJLIK 2022b).

Amíg Miklós Zs. a légi régészeten belül a földvárak megörökítését tekintette fő profiljának, addig a külföldi kutatók csak a kora nyári felderítéseik során azonosíthattak új erődítéseket. Ismert példák erre Solt – Tétel-hegy (O. Braasch, 1997,

Név	Vár- megye	Első publikált légi fényképezés	Légi fényképész	Szakirodalom
Kakucs – Dunavölgyi-főcsatorna D / Turján mögött	Pest	2007. június 15.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK et al. 2008, 1. kép
Kunpeszér – Nyuhogó	Bács-Kiskun	2000. június	René Goguey	CZAJLIK 2006, 4. ábra
Magyardombegyház	Békés	2009. május 1.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK et al. 2010, 4.1. kép
Magyartarlós – Kerekes-dűlő	Baranya	2008. december 9.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 49
Mezőkovácsháza – Lászlófi-dűlő	Békés	2009. május 1.	Czajlik Zoltán	ELTE Légi Fotó Archívum
Nagykozár – Zámájur-dűlő	Baranya	2008. február 13.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 52
Nagymágocs	Csongrád-Csanád	2008. április 29.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK et al. 2009, 3. kép
Olasz – Olaszi-hegy	Baranya	2007. november 7.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 104-105
Ócsény – Sárköz	Tolna	2007. május 21.	Czajlik Zoltán	ELTE Légi Fotó Archívum
Pereked – Alsó-mező	Baranya	2008. május 24.	Otto Braasch	SZABÓ 2016, 140. kép
Peterd – Bakaszó	Baranya	2012. május 31.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 110-111
Pécsudvard – Bab-föld	Baranya	2008. február 13.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 106-108)
Pincehely – Tamási útra dűlő	Tolna	2003.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2007, 105-108
Solt – Tétel-hegy	Bács-Kiskun	1997.	Otto Braasch	BÁLEK et al. 1997, 157
Szárföld – Átaljáró	Győr-Moson-Sopron	2003. június 22.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK et al. 2011, fig. 19.5
Szedres – Horgász-tanya	Tolna	1999. március 4.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2007, 130-133
Szemely – Felső-rétek	Baranya	2007. november 7.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 114-116
Szilvás – Ó-szegnél	Baranya	2011. június 11.	Bertók Gábor	BERTÓK – GÁTI 2014, 118-119
Szirmabesenyő – Földvár	Borsod-Abaúj-Zemplén	1990. március 8.	Nagy Dezső	HELLEBRANDT 2000, 80
Tápszentmiklós – István-major	Győr-Moson-Sopron	2005. június 28.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK 2006, 1. kép
Telki – Hegyi-dűlő	Pest	2008. június 16.	Czajlik Zoltán	CZAJLIK 2017, fig. 11
Úri, DK	Pest	2005. május 25.	Miklós Zsuzsa	MIKLÓS 2006, 165, 8. kép

195.B ábra. Régészeti célú légi fényképezéssel újonnan azonosított őskori erődített települések Magyarországon (22 db)

BÁLEK et al. 157) és Kunpeszér – Nyuhogó (mindkettő Bács-Kiskun vármegye; R. Goguey, 2000, CZAJLIK 2006, 4. ábra). Az ő kutatási időablakuk alkalmas volt a *ripa Pannonica* mentén egykor sorakozó őrtornyok, illetve a római tábo-

rok módszeresen felkutatására is. Ezt a munkájukat Szabó M. folytatta a 2000-es évek végén, ami jelentős mértékben elősegítette egy korszerű *limes* lelőhely-kataszter létrehozását (LÓKI et al. 2011).

Név	Vármegye	Légi felvétel típusa	Szakirodalom
Alsószentiván – Alsó-közép-dűlő I.	Fejér	archív ortofotó, 1950-es évek	TEREI et al. 2011, 26
Battonya – Landesmann-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 51-52, 12. kép 7)
Battonya – Parázstanya	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 47, 12. kép 6
Battonya – Vörösdűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 51, 12. kép 5
Belvárdgyula – Nádas	Baranya	GE – 2012. március 8.	BERTÓK – GÁTI 2014, 25
Békéssámson – Szőlősi-határ-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 47, 12. kép 12, 13. kép
Boda – Alsó Kaposi úttól északra	Baranya	GE - 2004. november 7.	BERTÓK – GÁTI 2014, 98-99
Bogád – Krúdy Gy. u. vége	Baranya	GE - 2007. február 5.	BERTÓK – GÁTI 2014, 100-101
Csanádapáca – Kis Apáca	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 52, 12. kép 15
Csanádpalota- Földvár	Csongrád-Csanád	ortofotó, 2010?	SZALONTAI 2012
Dabas – Dabasi- szőlők	Pest	GE - 2009. április 2.	SZEVERÉNYI – KULCSÁR 2012, fig. 35
Emőd – Karola- szőlők	Borsod-Abaúj- Zemplén	archív ortofotó (1964)	FISCHL – PUSZTAI 2018, fig. II.1
Kisdombegyháza – Szederjes-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 51, 12. kép 3

196.A ábra. Ortofotózással, illetve műholdas légi fényképezéssel újonnan azonosított őskori erődített települések Magyarországon (13 db)

A kora nyári időszakban van esély az erődítések védett területén lévő régészeti jelenségek azonosítására. Jó példát jelentenek erre a késő római erődök, így Alsóhetény – Süllyedtvár (Tolna vármegye; SZABÓ et al. 2022, különösen Abb. 21-22) és Keszthely – Fenékpuszt (Zala vármegye; RUPNIK et al. 2022, Abb. 10), ahol kőépületeket figyeltek meg.

A fenti példák ellenére kijelenthető, hogy a növény-jelek ugyan élesebb kontúrral, de ritkábban mutatják meg az erődítéseket. Ezzel függhet össze, hogy a morfológiai főtípusok közül az erődítések jelentik az egyik olyan esetet, ahol a légi régészeti kutatás súlypontja a vegetációs időszakon kívül van. Ennek másik oka, hogy méretük és megjelenésük miatt – a már ismert helyzetű védművek – eredményesen kutathatók erdős, esetenként még bokros területeken is,

amely más régészeti lelőhely típusok esetében nem valószínűsíthető meg. Erre a vegetációs időszakon kívül, télen, vagy kora tavasszal van esély, lombtakarás hiányában és különösen hóborítás idején. Feltűnően sok erődítés azonosítható ugyancsak ősztől tavaszig a talaj-jelek révén is, amire Bertók G. és Gáti Cs. Baranya vármegyében folytatott kutatásai alapján számos példát hozhatunk: Boda – Alsó Kaposi úttól északra: BERTÓK – GÁTI 2014, 99), Görcsönydoboka – Erdő-föld (BERTÓK – GÁTI 2014, 103), Olasz – Olaszi-hegy (BERTÓK – GÁTI 2014, 105) stb. Ezt a megfigyelést erősítették meg békés vármegyei kutatásaink 2009-ben és általában talaj-jelek segítségével észlelhetők erődítések a műholdas felvételeken is. E módszer alkalmazása során problémát okozhat az újkőkori rondel-láktól/árokrendszerektől való elkülönítés, hiszen

Név	Vármegye	Légi felvétel típusa	Szakirodalom
Kokad – Akol-dűlő	Hajdú-Bihar	GE – 2018. február 24.	SZEVERÉNYI et al. 2021, 4. kép
Medgyesegyháza – Lagzi-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 48, 12. kép 8, 15. kép
Mezőhegyes – Árkos-pusztá	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 47-48, 12. kép 16
Mezőhegyes – Komlósi út	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 48, 12. kép 13
Nagybánhegyes – Kis-Ádáz-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 48, 12. kép 10, 16. kép
Orosháza – Gyopáros	Békés	Corona DISP	RÓZSA 2010, 11
Pocsaj – Temető	Hajdú-Bihar	GE – 2011. május 22.	SZEVERÉNYI et al. 2021, 5. kép
Reformátuskovács háza – Szalai-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 49-50, 12. kép 14
Sarkad – Vár-tábla	Békés	archív ortofotó	KISS et al. 2017, 1. ábra
Székkutas – Földvár	Békés	Corona DISP	RÓZSA 2010, 10
Tótkomlós – Határ-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 47, 12. kép 2
Újkígyós – Örök-dűlő	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 52, 12. kép 11
Végegyháza – Zsibrik-domb	Békés	archív ortofotó	LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, 50, 12. kép 1

196.B ábra. Ortofotózással, illetve műholdas légi fényképezéssel újonnan azonosított őskori erődített települések Magyarországon (13 db)

azok is hasonló módon észlelhetők a szántott területeken (pl. Geresdlak – Hosszú-hát, BERTÓK – GÁTI 2014, 36-41; Szemely – Hegyes, BERTÓK – GÁTI 2014, 65).

A továbbiakban először az általunk légi fényképezéssel kutatott őskori védművekkel kapcsolatos, legfontosabb eredményeket mutatjuk be, majd röviden összefoglaljuk a római kori erődítmények (táborok, őrtornyok), illetve a középkori földvárak hazai távérzékeléses megismerésének tanulságait.

6.9.2. Az őskori erődítések légi fényképezése

Az adatgyűjtés alapját azok az 1998-2000 között folytatott földvár kataszterezési munkálatok

jelentették, amelyek során Miklós Zs. és Dénes J. adatait is felhasználtuk, az alapokat azonban Nováki Gy. 1940-es évek végétől folytatott kutatásai jelentették. Az adatgyűjtés eredményeként Holl B. 200 őskori erődítés adatait rendezte térinformatikai állományokba. A kezdetekkel kapcsolatos problémák ellenére láthatóvá vált, hogy a kora és középső bronzkori erődítések viszonylag kis méretűek (10 ha alatt), a késő bronzkoriak mérete tág határok között (néhány ha – 160 ha) változik, miközben a vaskoriak változatossága valamivel kisebb (néhány ha – cca. 50 ha; vö: NOVÁKI et al. 2006, Abb. 1). Kidolgoztunk egy, az őskori erődítések relatív magasságával kapcsolatos osztályozást is, aminek alapján a fentihez nagyon hasonló csoportokat lehetett megha-

tározni (NOVÁKI et al. 2006, Abb. 2). A légi fényképes kataszterezés 2000-ben kezdődött és a fent említett Pest vármegyei kutatásokat leszámítva 2011-ben zárult le. Miklós Zsuzsához hasonlóan, a repüléseket az ismert, vagy a különféle gyűjtések alapján az adatbázisba került koordinátás adatok alapján végeztük, keresve az új információkat, összefüggéseket.

6.9.2.1. Régészeti célú légi fényképezéssel megismert őskori erődítések

A közölt adatok, illetve az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archívuma alapján 40, korábban nem ismert őskori erődített települést sikerült azonosítani régészeti célú légi fényképezéssel 1990-2012 között (195. ábra). Jelentős részükről korábban semmilyen adatunk nem volt, vannak azonban a listán olyan lelőhelyek is, amelyek létéről tudtunk, sőt publikációban is szerepeltek, pontos lokalizációjuk, állapotuk azonban ismeretlen volt, a levegőből kellett őket újra „megtalálni”. Példaként Süttö – Nagy-Gerecsét (Komárom-Esztergom vármegye) említjük (vö. HORVÁTH et al. 1979, 317).

Összeállításunk alapján megállapítható, hogy 1990 és 2012 között az őskori erődített települések gyarapodásának egyik legfontosabb forrását a légi fényképezések jelentették, a korábban ismert 200 darabos lista 245-re, azaz 22,5%-kal bővült a módszernek köszönhetően.

A publikációk és listák alapján az új felfedezések legfontosabb sajátossága, hogy egyetlen kivétellel, a Talabos G. repülővezető által bravúrosan, erdőben megtalált báticasi erődítést (MIKLÓS 2007, 33-35) leszámítva, kizárólag szántóföldi művelés alatt álló területeken lehetett az erődítéseket azonosítani. A nyílt területek előnye az új régészeti lelőhelyek azonosításában általános megfigyelés. Egyrészt azzal függ össze, hogy a repülőgép fedélzetéről lényegesen jobban áttekinthetők, mint a fásszárú növényekkel fedett részek, másrészt azzal, hogy a fás/bokros területeken általában a színeltérések nem, csak a magassági különbségek mutatkoznak meg. Ezért jelentene egyedülálló lehetőséget

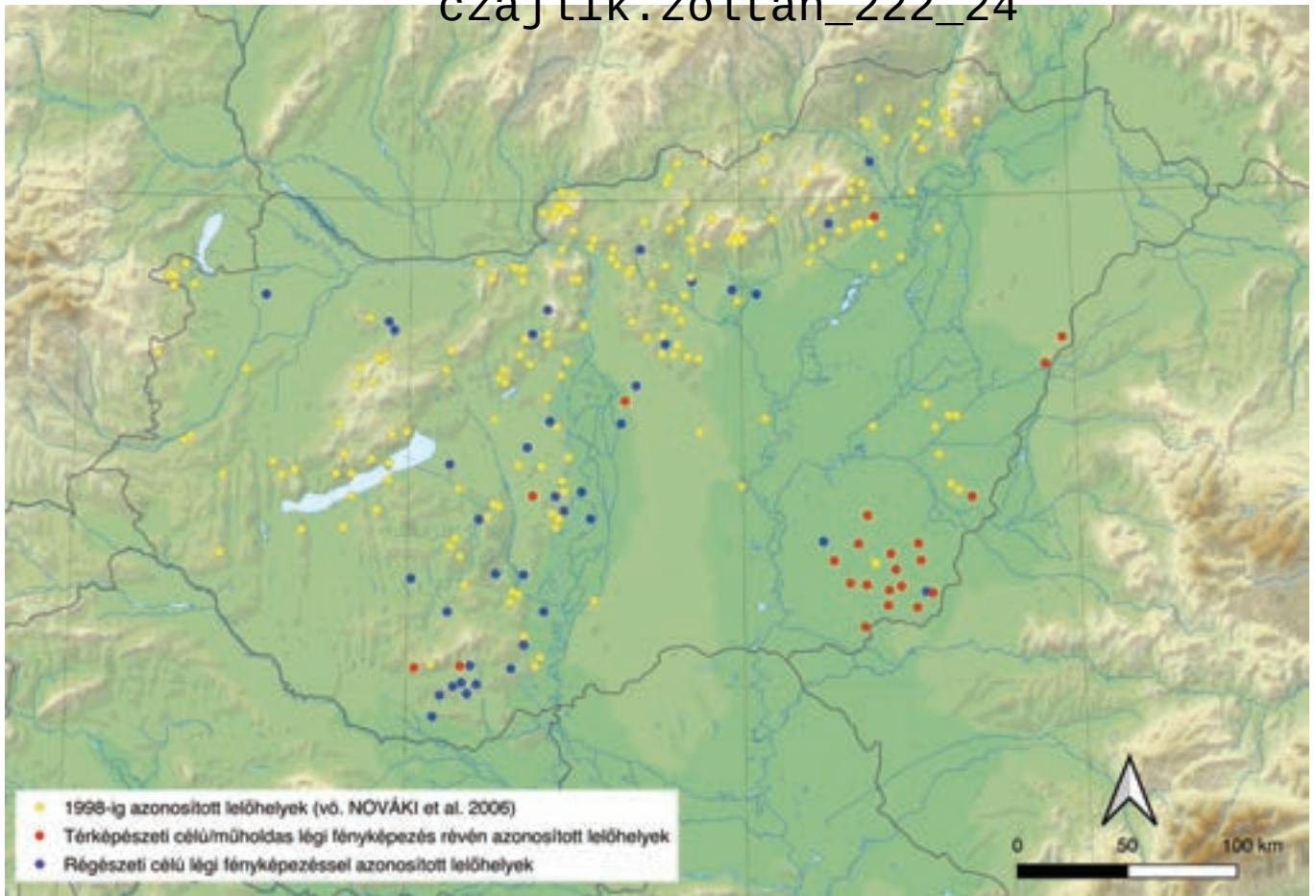
ezeknek a zónáknak a kutatásában a légi lézeres szkennelés (ALS), főként akkor, ha a régészetileg kevésbé kutatott területeken (pl. Nógrád, Heves, Borsod – Abaúj – Zemplén és Somogy vármegyék erdős zónái) válna hozzáférhetővé.

Feltűnő az is, hogy az árkok többsége nem a kutatási szempontból intenzívebb kora nyári periódusban, nem növény-, hanem talaj-jelként mutatkozott meg. Ez összefügg azzal, hogy ezek a védmű-maradványok a vegetációs cikluson kívül többé-kevésbé mindig látszanak, azaz jól azonosíthatók. Módszertani szempontból megjegyzendő, hogy Miklós Zs. Tolna megyéről szóló vármonográfiájában (MIKLÓS 2007) nemcsak légi felvételek, hanem Réti Zsoltnak köszönhetően fotó alapú térképek is publikálásra kerültek.

6.9.2.2. Ortofotókkal és úrfotókkal megismert őskori erődítések

Az őskori erődített települések távérzékeléses kutatása során a hosszú vonalas jelenségekhez hasonló mértékben lehet támaszkodni a térképészeti célú légi fényképekre, vagy a műholdas felvételekre a védművek megismerésében. Ennek elsődleges magyarázata viszonylag jelentős méretük, másfelől a talajjelként való azonosíthatóságuk, ami a hosszanti sáncok esetében is alapvetőnek bizonyult. A listán található erősségek többségét korábban készült felvételek alapján a 2010-es években sikerült azonosítani (196. ábra).

Szembeötlő, hogy a térképészeti célú, vagy műholdas légi fényképezéssel azonosított őskori erődítések túlnyomó többsége az Alföldön, ezen belül is Békés vármegyében található. Az utóbbi terület megismerése Lichtenstein Lászlónak és Rózsa Zoltánnak köszönhető, akik nagyon eredményesen használták az archív, 1953-ban és később készített katonai légi fényképeket. Sőt, Rózsa Z. az archív légi fotók alapján elért sikereken felbuzdulva a Corona hidegháborús kém-műhold 1960-as években Békés megyéről készített DISP-felvételeit is megkereste. A fotókon látható talajjelek segítségével további két őskori erődítést talált meg: Székkutas – Földvárt (RÓZSA 2010, 10) és Orosháza – Gyopárost (RÓZSA 2010, 11). A Corona DISP-felvételeknek (lásd: CZAJLIK 2022,



197. ábra. Óskori erődített települések Magyarországon. Az alaptérkép forrása: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pannonian_Basin_geographic_map_blank.svg | konact, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons. Holl B. és Czajlik Z. adatai alapján a térképet készítette Marton Á. (2024)

140-141) más, már ismert békés vármegyei erődítések kutatásában is fontos szerepe volt, alkalmazásuk e forrásanyag első sikeres felhasználása volt a hazai régészetben.

Kutatásaihoz Miklós Zs. is átnézte az érintett területek archív légi fotó anyagait, így sikerült Bőlcse – Hadai-hegy 2 (Tolna vármegye) feltöltődött erődítési árkát megfigyelnie (MIKLÓS 2007, 46-50). A publikált adatok alapján nem egyértelmű, de valószínű, hogy ezeket a lelőhelyeket is talaj-jelek révén lehetett azonosítani.

A műholdas régészeti kutatásokban DISP-felvételeknél jóval gyakrabban használta a 2009-től már ingyenesen elérhető Google Earth-rendszer. Segítségével azonosította Bertók G. és Gáti Cs. Boda – Alsó Kaposi úttól északra árkait és Bogád – Krúdy Gy. u. vége (mindkettő Baranya vármegye) védműveit. Dabas – Dabasi-szőlők (Pest vármegye) körárkának nyomára Kulcsár G. fi-

gyelt fel. Alsószentiván erődítését Szeverényi V. és Kulcsár G. közölte (SZEVERÉNYI-KULCSÁR 2012), egy másik, tőle Ny-ra lévő alsószentiváni (mindkettő Fejér vármegye) erődítést ugyancsak meg lehet találni a Google Earth segítségével. A GE-rendszer sikeressége összefügg könnyű felhasználhatóságával. Minthogy a hazai archív légi felvételek egy része (fentol.hu) és az új ortofotók (MePAR) a legutóbbi években ugyancsak interneten elérhetővé és kereshetővé váltak, további sikeres azonosítások várhatók képernyős távérzékeléses módszerekkel.

Az ELTE BTK Régészettudományi Intézet által az M43-as autópálya nyomvonalának régészeti kutatásához készített ortofotónak döntő szerepe volt Csanádpalota-Földvár (Csongrád-Csanád vármegye) ellipszis-alakú árkának régészeti meghatározásában. Itt jegyezzük meg, hogy nem ritkán egy-egy, nehezebben interpretálható légi felvétel (vagy úrfotó) hívja fel a figyelmet bizonyos területekre, amelyek azután később, tovább-

bi távérzékelési adatok és/vagy magnetométeres geofizikai felmérések, illetve szondázó ásatások révén már jól értelmezhetővé válnak. Ez történt Csanádpalotán is, ahol a későbbiekben egyre bonyolultabb erődítési rendszert lehetett felvázolni (PRISKIN et al. 2013), ami – ha a hipotézis helytállóan bizonyul – 400 hektáros területével Magyarország legnagyobb erődített települése(?) lehet.

Összegezve az adatokat, a korábban ismeretlen őskori erődítések száma csak a távérzékeléses kutatásoknak köszönhetően 271-re bővült, ami 1990-től napjainkig 35,5%-os növekedést jelent. Figyelemreméltó, hogy bár az eredmények többsége (45 db) az aktív légi fényképezéseknek köszönhető, egyáltalán nem elhanyagolható, sőt növekvő mértékű (27 db) a többi távérzékeléses módszer szerepe. Egyértelmű az is, hogy valamennyi felsorolt módszer csak a nyílt területek kutatására alkalmas. Ezek vizsgálhatók vegetációs időszakon kívül (talaj-jelek) és a késő tavaszi – kora nyári időablakban (növény-jelek) egyaránt. Amíg az előbbieket *quasi* állandóságuk folytán megbízhatóbbak, addig a részletek (pl. kapuk) azonosításában az utóbbiak jóval több eredményt hozhatnak.

Az 1999-ig kataszterezett 200 őskori erődített település (lásd: NOVÁKI et al. 2006) jelentős többsége középhegységi területeinken, illetve az MRT által akkora már publikált járásokban található. Jelentősebb kivételt ez alól csak a Nováki Gy. és Miklós Zs. által kutatott Fejér, illetve Tolna és Pest vármegyék képeztek. A középhegységek Nováki Gyulának köszönhetően jól kutatottak voltak, a dombvidékekről változó mértékben volt információnk, a sík területekről viszont keveset tudtunk. Az aktív légi fényképező munkának, valamint a rokon módszerek használatának és számos célzott topográfiai programnak köszönhetően a helyzet 2012-re gyökeresen megváltozott (197. ábra). Ezt példázza a Fejér vármegyében elkészült vártopográfia (TEREI et al. 2011) és Tolna vármegye monográfiája (MIKLÓS 2007). Különösen az utóbbinál óriási szerepe volt a légi fényképezésnek, ami a Baranya vármegyei új légi fotós adatokkal kiegészülve újraértékelhetővé teszi az egész Kelet-Dunántúlt. A bronzkori településrégészeti projekteknek (BORBAS, KEX) köszönhetően a légi fotós / űrfotós azonosításon kívül a régi térképek és a

geofizikai felmérés alkalmazása már-már rutinszerűvé vált (SZEVERÉNYI – KULCSÁR 2012, FISCHL – PUSZTAI 2018). Segíti a kutatást bizonyos földrajzi szituációk ismétlődésének felismerése is. A Kelet-Dunántúlon sok erődítést készítettek a löszplatók szélén árkolással, így ezeknek a tereplépcsőknek a vizsgálata akár célzott repülésekkel, akár szisztematikus átnézéssel számos új lelőhely azonosítását tette és teszi lehetővé. Hasonlóképpen, az Északi-középhegység és az Alföld találkozásánál is érdemes a platók szélét, illetve alacsonyabb térszíneken a már inaktív folyóágak környezetét átvizsgálni. A Békés vármegyei archív légi fényképes és műholdas eredmények pedig az egész Alföld hasonló módszerekkel való szisztematikus átvizsgálásának szükségességét is felvetik. Összefoglalóan megállapítható, hogy az őskori erődítések kutatása azokon a területeken bizonyult igazán sikeresnek, ahol ezek a lelőhelyek a mezőgazdasági művelés miatt terepen nem, vagy csak nagyon nehezen ismerhetők fel. Figyelmeztető ugyanakkor, hogy a régészeti jelenségek közül elsősorban az egykor mélyre kiásott, mára gyakran teljesen feltöltődött árkok látszanak, a felszínközeli jelenségek csak ritkán figyelhetők meg.

6.9.2.3. Újonnan megismert védművek őskori erődített településeken

Mind a felderítő légi fényképezésekre, mind az egyéb távérzékeléses módszerekkel készült adatokra igaz, hogy az akár évszázados ismertséggel rendelkező erődített települések esetében is gyökeresen új információkkal szolgálhatnak.

Ahogy az újonnan felfedezett erődítéseknél elsősorban az egykori – többnyire már feltöltődött – erődítési árkok helye mutatkozik meg, úgy a már ismert lelőhelyek esetében is elsősorban védműveket sikerült azonosítani. Tell települések kutatásánál, főként a 2000-es években gyakran lehetett a nem, vagy bizonytalanként számon tartott körárkokat dokumentálni. Jászdózsa – Kápolna-halom esetében tudtak az erődítésről (STANCZIK – TÁRNOKI 1994, 120), pontos helyzetét és méreteit azonban csak a 2002-es légi fotózás alapján lehetett először dokumentálni. Egy másik tell településnél, Nagyrév – Zsidó-halomnál (mindkettő Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) egy korai légi fénykép alapján az



198. ábra. Maklár – Baglyas (Heves vármegye). Bronzkori erődített település (tell) árkai. 2006. szeptember 6., Czajlik Z. felvétele

erődítés formája és kiterjedése is meglehetősen meghatározható (BÓNA 1994, 9), egy későbbi légi fotózás azonban egy csatlakozó védművet is eredményezett. Maklár – Baglyas (Heves vármegye) körárka jól felismerhető, a vártopográfiaiban is szerepel (NOVÁKI et al. 2009, 44), a légi fényképezés alapján azonban egy nagyobb, ellipszis alakú(?) külső árkot is feltételezhetünk (198. ábra).

Az erődített dombvégek esetében nem ritka, hogy további (két-három, sőt akár öt!) erődítési árkot ástak. Ezeket jóformán kizárólag légi fényképezéssel, illetve műholdas felvételek alapján azonosítjuk. Jó példa erre a terepen ma is látványos árokkal rendelkező, erdővel takart területen megtalált Perkáta – Forrási-dűlő (Fejér vármegye). Itt távérzékelési módszerekkel a korábban dokumentálnál jóval nagyobb kiterjedésű területet lezáró árokrendszereket lehetett megfigyelni (REMÉNYI et al. 2013, pl. 8). Bölcse – Bolondvár esetében az erődítési árok nemcsak ismétlődik, hanem szélesebb területet zár le és keskenyebbnek, más karakterűnek tűnik, mint a régóta ismert erődítés (CZAJLIK – HOLL 2003, Abb. 7). Bár az eddig felsorolt példák mind bronzkoriak, hasonló szituációkat vaskori erődítések esetében is tapasztalhatunk. Báta – Öreghegy (Tolna/Baranya vármegye) Miklós Zs. monográfiájában magaslati erődített településként szerepel (MIKLÓS 2007, 30-33). Néhány évvel a könyv megjelenését követően váltak elérhetővé olyan GE-felvételek, amelyeken Holl B. több erődítési vonalat is felismert, ezeket később légi fényképezéssel lehetett igazolni (CZAJLIK 2010, fig. 9).

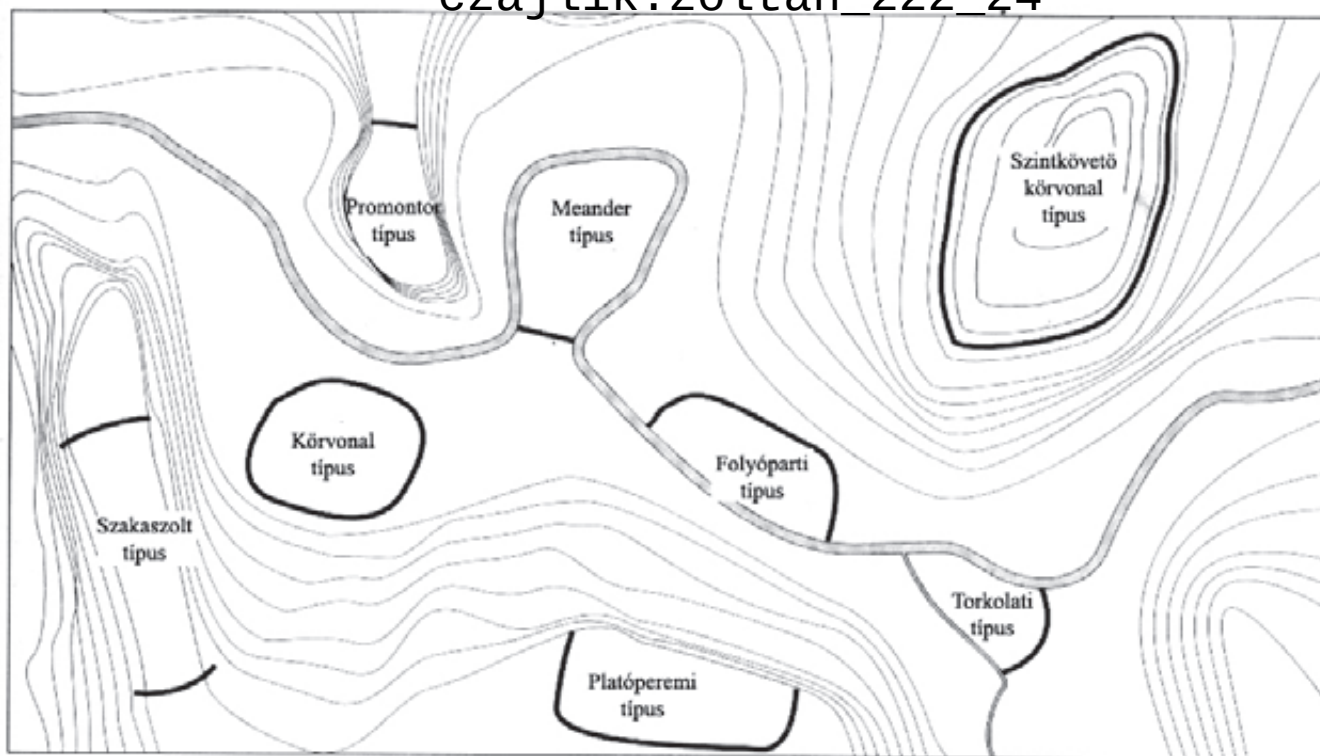
Nem sorolva tovább a példákat, itt csak arra szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy ezeknek a többszörös sáncoknak/árkoknak a felismerése korábban nem kapott megfelelő figyelmet. Ennek véleményünk szerint csak egyik oka a légi fényképes módszerek hiánya. Szerepe volt annak is, hogy az erődített területek topográfiai meghatározásánál főként arra törekedtek, hogy legalább egy sánctonallal, illetve természetes akadállyal az adott területet lezárhassák, nem kutattak további részletek után. Persze nyilvánvaló, hogy a masszívabb sánctrészeket, mélyebb árok-nyomokat könnyebb volt meghatározni akkor, amikor a toponímián és a térképeken túl csak terepi tapasztalatokra lehetett támaszkodni. Az új

módszerek egyfajta objektivitást is hoztak, a légi fényképen, a geofizikai felmérésen és légi lézeres letapogatással készült domborzat-modellen látható jelenségek a tapasztalatainktól függetlenek. Mind a nyílt területeken levegőből észlelt új erődítési árkoknál (pl. Csanádpalota, Csongrád-Csanád vármegye; SZALONTAI 2012), mind az erdőkben felfedezett sáncoknál (pl. Szilvásvár – Kelemenszéke, Heves vármegye; V. SZABÓ 2019, 190. kép) az első reakciónk az, hogy meg tudjuk-e figyelni a jelenséget, ezt követi a jelenséghez kapcsolható leletek gyűjtése érdekében végzett bejárás/fémkeresőzés és végül az ásások.

Sok leírásban olvashatjuk, hogy az árkot, vagy sánctot terepen már nem, vagy alig észlelték, ami részben egyfajta kételkedést, bizonytalanságot is tükrözhet. Ezeknek a jelenségeknek a korát, sőt a régészeti eredetét sem feltétlenül dönti el a felszíni leletgyűjtés, mindent feltárni viszont nem lehet. Adódik tehát az a lehetőség, hogy a 25 éve folytatott légi fényképes kutatások eredményeinek ezt az aspektusát az összes más módszerrel gyűjtött adatokat figyelembe véve, de önállóan értékeljük ki.

6.9.3. Az őskori erődítések morfológiai osztályozása

A távérzékeléses kutatások leghatékonyabb eleme a sáncok/árkok futásának és az erődítés topográfiai helyzetének, környezeti kapcsolatainak pontos meghatározása. Az e módszerek segítségével készített elemzések lehetővé teszik a védművek összehasonlítását, morfológiai osztályozását, az erődítési típusok és a védett terület nagyságának pontos meghatározását. Bár látni fogjuk, hogy bizonyos erődítési sémák többféle méretben léteztek, könnyen igazolható, hogy a két tényező nem független egymástól. A típusok felismerése kronológiai tanulságokkal is járhat, amennyiben egyes megoldások inkább a bronzkorra, vagy a késő bronzkorra, mások inkább a vaskorra jellemzők. Az egyes típusok használata nem független a földrajzi helyzettől, más lehetőségeket kínál a középhegységi, a dombsági és síksági környezet. Vannak azonban olyan megoldások, amelyek ugyanarra a megfontolásra vezethetők vissza a környezettől függetlenül, azaz egyes típusok nagyon közel állnak egymáshoz, ha a kialakításuk mögötti elvet próbáljuk megérteni.



199. ábra. Őskori erődítések morfológiai típusai St. Fichtl (FICHTL 2000, 35) nyomán

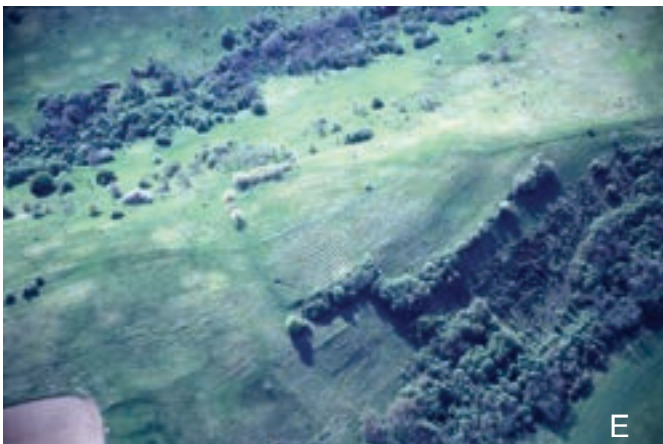
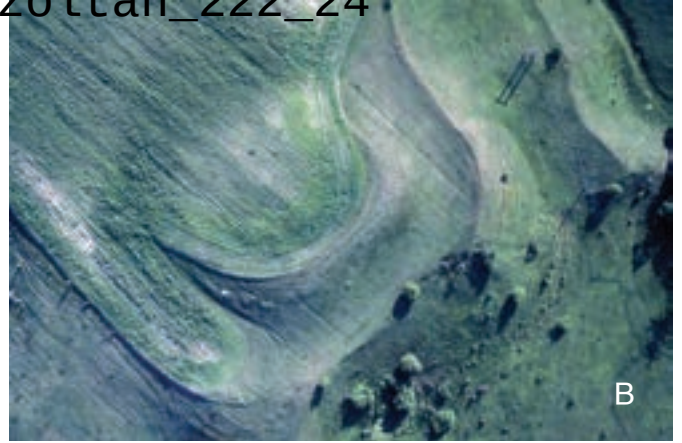
Noha ez a felismerés nem új, az általunk ismert legkövetkezetesebb érvényesítése a tipológia kialakításában a korábban Magyarországon is kutató, számos késő vaskori erődítésünket teréről ismerő S. Fichtl (2000) nevéhez fűződik. Ő topográfiai helyzetük szerint az alábbi típusokat különböztette meg (199. ábra):

- a promontor típust, amelyet egy három oldalról természetesen védett dombon, azaz egy U-alakra emlékeztető területen az U két szára között építettek ki,
- a meander típust, amelyet a vízfolyások kanyarulatait kihasználva, azokat átvágva hoztak létre,
- továbbá a vízfolyások összetorkollásánál kialakítható erődítéseket. Mindhárom esetben igaz, hogy a mesterségesen kialakított védvonal általában jóval rövidebb, mint a természetes.
- Megkülönböztette még a szegmentált, vagy szakaszolt erődítési típust. Ez felfogható az előző típus változataként is, amennyiben hasonló természeti adottságok (promontor/meander/összefolyási zóna felhasználásával építhető meg).

- Eltérő karakterű a platóperemi/folyóparti típus, amelyet egy hosszanti irányú, természetesen védett terület mentén alakítottak ki. Domb-, vagy hegyvidékeken platószéleken, síkvidékeken folyók/tavak partját kihasználva építették meg. A mesterségesen kialakított védvonal hossza meghaladja a természetesen védett részét.

- A standard megoldást a körvonal (*enceinte de contour*) típus jelentette. Tekintettel azonban arra, hogy a „körvonal” kifejezést a légi fényképek morfológiai osztályozásánál általános értelemben használjuk, az adott *terminus technicus*t félig lefordítva, a védművek esetében a kontúrvonal szót fogjuk alkalmazni. Ennél a típusnál a teljes erődítést mesterségesen alakítják ki. Az erődítés vonalvezetése során sík területen és domb- vagy hegyvidéken is törekedhetnek arra, hogy azonos magasságban fusson, ez azonban annál kevésbé volt megvalósítható, minél nagyobb volt a bekerített terület.

Noha látni fogjuk, hogy nem mindegyik típusnak van azonos jelentősége a hazai őskori erődítések tipologizálásában, mégis célszerű a következetes alkalmazásuk, hiszen részben jól megfeleltethetők az általunk ismert magyarországi (sőt kárpát-medencei) sémáknak. Kivételt



200. ábra (szemköztí oldal). Promontor típusú erődítések. Íves védőárok: A: Beloiannis – Bolondvár (Fejér vármegye) 2009. február 25., Czajlik Z. felvétele; B: Hernádbüd – Várdomb (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 2002. június 15., Czajlik Z. felvétele; C: Felsőnána – Ónána (Tolna vármegye) 2008. május 27., Czajlik Z. felvételei. Egyenes védőárok: D: Cserépfalu – Mésztető (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 2006. január 25., Czajlik Z. felvétele; E: Gyulaj – Pogányvár (Tolna vármegye) 2001. április 28., Czajlik Z. felvétele; F: Diósvizsló – Butsok-dűlő (Baranya vármegye) 2009. június 9., Czajlik Z. felvétele. Sánccal: G: Bükkzsztlászló – Nagysánc (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 2006. január 25., Czajlik Z. felvétele. H: Eltérő korú(?) erődítésekkel: Bölcske – Bolondvár (Tolna vármegye) 2001. április 28., Czajlik Z. felvétele

a kontúrvonal típus jelentett, amelyekhez tartozó védművek – főként a sík területeken – a légi fényképezéseknek is köszönhetően olyan nagy számban váltak ismertté, hogy közöttük érdemes volt önálló, régiókra jellemző altípusokat meghatározni. További problémát okozott a többféle védvonallal rendelkező erődítések beillesztése a rendszerbe. Az utóbbiakkal kapcsolatban megjegyzendő, hogy Fichtl-féle osztályozás a többszörös védművek problémájára nem reflektált, annak ellenére sem, hogy adatgyűjtésében számos ilyen lelőhely szerepelt. Ennek magyarázata valószínűleg az, hogy az alkotó szerint a legtöbb esetben valamennyi védművet ugyanazon elv alkalmazásával telepítették, a 2000-es évekig nem nagyon voltak ismertek „vegyes” megoldások.

A rendszer adaptálása során azonban kiderült, hogy többféle sémát egyszerre, vélhetően azonos időszakban kiépített védművek esetében is alkalmazhattak. Ezekre az átfedésekre a szövegben általában nem térünk ki, de az egyes lelőhelyeket felsoroló tipológiai táblázatokban igyekeztünk utalni rá.

6.9.3.1. Lezárt U-alakú főtípus

6.9.3.1.1. Promontor altípus (200. ábra)

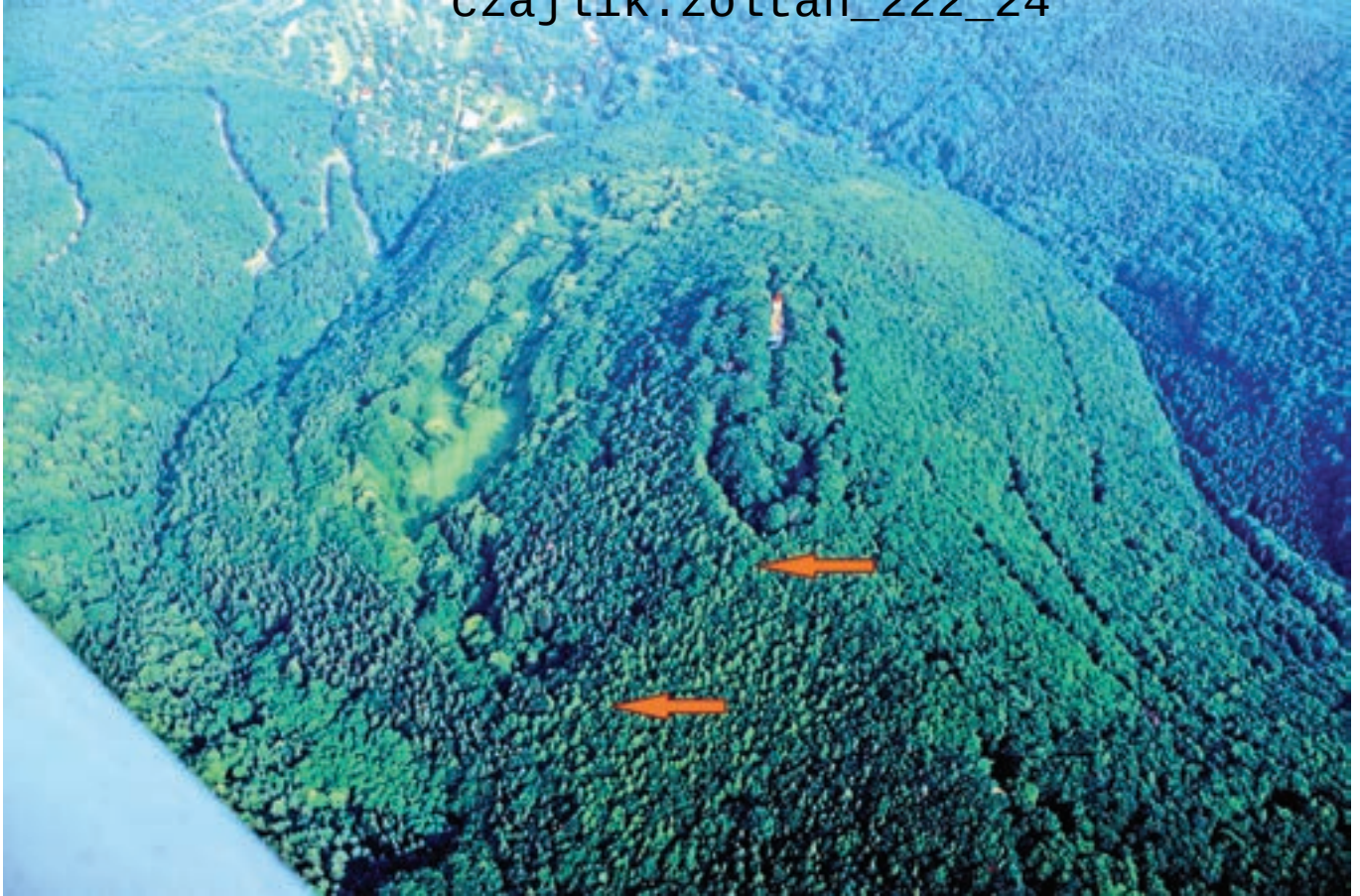
Az egyik legjobb állapotban fennmaradt képviselője Beloiannis – Bolondvár (200.A ábra). A dombvéget egy ma is jelentős mélységű, a nyugati oldalon egyenes, a keleti vége felé enyhén íves – a fejér megyei vártopográfia szerzői szerint mesterséges eredetű (TEREI et al. 2011, 33-34) árokkal vágják le. Eltérően számos hasonló, ma már csak légi felvételen tanulmányozható

erődítéstől, itt az árok és a védett terület között húzódó földsánc maradványai is megfigyelhetők. Talán az egyik leggyakoribb erődítési típusról van szó, amelynek számos változatát ismerjük a kora bronzkortól egészen a késő vaskorig. A séma alkalmazása számos középkori vár esetében felismerhető, lásd például Felsőnána – Ónána erődítését (200.C ábra; Tolna vármegye). A platóvégek, vagy dombnyúlványok lezárásánál egyenes és íves vonalú árokkal/sánccal egyaránt találkozunk, - ezek alkotják a leggyakoribb morfológiai altípusokat (201. ábra). A régebben ismert, általában erdős/bokros területen elhelyezkedő erősségek esetében jellemzően sánccal, a légi fényképezések során a mezőgazdasági művelés alatt álló zónákban inkább az árok nyomát figyelhetjük meg.

Középhegységeink összetettebb domborzatú részein nehezebb volt a sánccal vonalvezetését kialakítani, talán ennek köszönhető az olyan, több ponton megtörő zárósáncok kiépítése, mint amelyet Bükkzsérc – Hódos-tetőről ismerünk (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; V. SZABÓ 2019, 128. kép). A légi fényképezéseknek köszönhetően számos esetben dokumentálhatók többszörös záró-árok. Ezek a dombnyúlvány végétől egyre messzebb, egyre nagyobb területet levágva húzódnak (pl. Görcsönydoboka – Erdő-dűlő, Olasz – Olasz-hegy, Pécsudvard – Bab-föld és Szemely – Felső-rét; mind Baranya vármegye; BERTÓK-GÁTI 2014, 95-121). Ezt a kora bronzkorban gyakori megoldást a középső bronzkorban is alkalmazták. Példaként Sárbogárd – Cifrabolondvart (NOVÁKI et al. 2011, 83-84; 33. ábra) és Perkáta – Forrási-dűlőt (REMÉNYI et al. 2013, mindkettő Fejér vármegye) idézzük. Előfordul az is, hogy ugyanazon hosszú domb mindkét végét árokkal zárták le, a légi fényképezések alapján ez történt Lengyeltóti – Nagytatárvár és Kistatárvár esetében (Somogy vármegye; CZAJLIK 2006, 2. ábra). A kora vaskorban is használták az erődítési módot (Vác – Vaskapu, Pest vármegye; DINNYÉS et al. 1993, 485-486) és nagyon látványos, jó állapotban fennmaradt, hóborítás esetén légi fényképezéssel is dokumentálható dupla záró-árkot ismerünk Sopron – Sánchegyen (Győr-Moson-Sopron vármegye; NOVÁKI 1998, 127-130). A promontor típusú késő vaskori erődítés rendkívül kis alapterületű, azaz ilyen méretű erősségek ebben az időszakban is léteztek. Ugyanakkor számos

Név	Vármegye	Védmű formája	Védmű kora	Szakirodalom
Alsószentiván 1	Fejér	íves vonalú	őskor	közöletlen
Bükkszenterzsébet – Nagykő	Borsod-Aba- új-Zemplén	egyenes vonalú	késő bronzkor /kora vaskor	NOVÁKI et al. 2006, 138
Cserépfalu – Mésztető	Borsod-Aba- új-Zemplén	egyenes vonalú	késő bronzkor /kora vaskor	NOVÁKI et al. 2007, 29
Diósviszló – Butsok-dűlő	Baranya	egyenes vonalú	kora bronzkor?	CZAJLIK et al. 2010, 85-86
Döröske – Vársánc	Vas	íves vonalú	őskor	varak.hu
Hernádbüd – Várdomb	Borsod-Aba- új-Zemplén	íves vonalú	bronzkor	P. FISCHL – PUSZTAI 2009
Mogyorósbá- nya – Óhegy	Komárom- Esztergom	egyenes vonalú	késő bronzkor	HORVÁTH et al. 1979, 258
Nagygörbő – Várhegy	Zala	íves vonalú	kora bronzkor	BAKAY et al. 1970, 159-160
Pári – Schanzberg	Tolna	íves vonalú	bronzkor	MIKLÓS 2007, 101-105
Pécel – Várhegy	Pest	íves vonalú	kora bronzkor	MIKLÓS 1982, 33
Rád – Bangor	Pest	íves vonalú	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 1993, 300-302
Rád – Magas-hegy	Pest	íves vonalú	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 1993, 303-304
Székesfehérvár – László-hegy	Fejér	íves vonalú	bronzkor	VÁCZI – STIBRÁNYI 2008
Tamási – Dorombos	Tolna	íves vonalú	bronzkor	MIKLÓS 2007, 136-140
Tállya – Mekecsvár	Borsod-Aba- új-Zemplén	íves vonalú	késő bronzkor / vaskor	NOVÁKI et al. 2007, 122
Váckisújfalu – Földvár	Pest	íves vonalú	kora bronzkor	MIKLÓS 1982, 39
Veszprémfajsz – Kálvária	Veszprém	íves vonalú	őskor?	ÉRI et al. 1969, 258

201. ábra. Egy ismert védőárok/sáncsal rendelkező, promontor típusú, légi fényképezett őskori erődítések Magyarországon



202. ábra. Velem – Szent Vid-hegy (Vas vármegye). A hegynyúlvány irányára merőlegesen megépített fő-sánc vonalát nyilak jelölik. 1993. június 13., R. Goguey felvétele

példát ismerünk arra, hogy ezt a sémát a késő vaskorban nagyobb méretekben is alkalmazták. Közismert Velem – Szent Vid-hegy (Vas vármegye) erődítése, ami a hegygerincet egy ma is impozáns fősánccal zárja le (SZABÓ et al. 1994). Ennek bizonyos szakaszain árok is érzékelhető, a gerinc folytatásán egy kisebb záró sánc maradványai(?), illetve jóval nyugatabbra egy alacsony, de jól azonosítható külső sánc van. A velemi fő-sánc teljesen a lejtő irányában, nagyon meredek hegyoldalon áll, ami a nyilvánvaló építési nehézségek ellenére a séma következetes alkalmazásának szándékára utal (202. ábra). Velem – Szent Vid-hegyen a terület teljes bekerítése feltételezhető, hasonló szándékot sejtünk a környezetéhez csak egy vékony földnyelven át kapcsolódó Bükk-szentlászló – Nagysánc (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) esetében is (200.G ábra). Itt a kritikus szakasz erődítése ma is jól érzékelhető, a terület teljes egykori bekerítése azonban kérdéses (CZAJLIK 2006). Velem – Szent Vid-hegyhez hasonlóan egy széles gerinc végét zárták le többszörös sánccal Sopron – Várhelynél (Győr-Moson-Sopron vármegye; PATEK 1982), ugyanakkor az impozáns sánccal

az erődített területet teljesen be is kerítették. Egy, a teljes védett területhez képest viszonylag rövid szakaszt kivéve nem volt szükség mesterséges védműre a Bátai-plató műholdas felvételek alapján azonosított erődítésénél (Tolna/Baranya vármegye; CZAJLIK 2010). A két egyenes záró sánc/árok egymástól és az intenzíven használt településrésztől is jelentős távolságban és hosszúságban épült ki, de még így is jóval rövidebbek, mint a természetesen védett részek. Regöly – Sáncnál (Tolna vármegye) is a promontor sémát alkalmazták, de – épp a légi fényképezések alapján – bizonyítható, hogy a lezárt platóvéget is végig erődítették (204.D ábra). A bátai és a regölyi megoldások különbsége egyfelől a Bátai-plató regölyinél lényegesen nagyobb relatív magasságával, másfelől a rendkívül zerguzos vonalvezetésével magyarázható. A séma egyik különleges alkalmazását figyelhetjük meg Százhalombatta – Sáncnál (Pest vármegye). Amint azt korábban – Varga A. fúrásos felmérése és az 1. katonai felmérés alapján rekonstruáltuk – a bronzkori erődítés egy mára nagyrészt elbányászott löszplató-nyúlvány volt, amelyet északi irányból árokkal zártak le (CZAJLIK 2017). A te-



203. ábra. Százhalombatta – Sánd (Pest vármegye). Magyarország egyik legépebben megmaradt föld/fa-szerkezetű őskori sánca. Feltehetően késő kelta, esetleg kora vaskori előzménnyel. 2017. november 22., Czajlik Z. felvétele

rület kora vaskori erősítése kérdéses, az azonban egyértelmű, hogy a bronzkori záró-ároktól északabbra, pontosan a tereplépcsőnél (lásd később!) impozáns sánc épült. A légi fényképes kutatások alapján a sáncot több árok is kíséri, amelyeket legalább részben késő vaskorinak tartunk. A sánc kialakításánál nem egyszerűen a promontorként könnyen erősíthető felét használták fel a területnek, mint a bronzkorban, hanem ez a rész magasabb is a Battaiplató többi részénél, azaz egy tereplépcső is segítette a jól védhető terület kialakítását (CZAJLIK 2018). Ennek köszönhető, hogy itt egy ma is stabilan álló, kívülről igen meredek, magas, belülről azonban jóval könnyebben megközelíthető, alacsonyabb sánc áll (203. ábra). Ezt a tereplépcsőket kihasználó sánc-típust a késő vaskor kutatásában már régóta felismerték, a franciaországi Fécamp (Haute-Normandie, Seine-Maritime) lelőhelyről nevezték el (FICHTL 2000, 47-49; PIERREVELCIN et al. 2012, 115). Százhalombatta – Sánd ugyanakkor egy fontos példa arra, hogy a promontor típusnál gyakori többszörös védművek nem

feltétlenül származnak azonos korból. Az árok, illetve a sánc különböző megjelenése alapján felvethető, hogy Bölcske – Bolondvár (Tolna vármegye; CZAJLIK-HOLL 2003) külső árkat sem a bronzkorban, hanem később építették (200.H ábra).

6.9.3.1.2. Meander altípus (204. ábra)

Feltehetően a síkvidéki területeken korábban nehezebben felismerhető erősítések miatt erre a típusra egyelőre kevesebb példát ismerünk. Szerencsére ezek között van teljesen épnek tűnő, - Tiszabábolna – Fehérlótanya-Földvár (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye). A Csincse-ér kanyarulatát egyenes árokkal vágták le, ami ma is funkcionál (204.A ábra). Hasonló megoldást alkalmazhattak Tarhos – Várdombnál (JANKOVICH et al. 1998, 641-644.), Tarhos – Tarhosi gátőrháznál (JANKOVICH et al. 1998, 653-654., mindkettő Békés vármegye) és Berettyóújfalu – Herpály-Földvárnál (Hajdú-Bihar vármegye; MÁTHÉ 1988). Ezeken a helyeken az



204. ábra. Meander típusú erődítések. A: Tiszabábolna – Fehérlótanya-Földvár (Borsod-Abaúj-Zemplén megye) 2002. május 16., Czajlik Z. felvétele; B: Szedres – Horgász-tanya (Tolna vármegye) 2011. október 28., Czajlik Z. felvétele; C: Dömsöd – Tekeres-patak (Pest vármegye) 2015. április 23., Czajlik Z. felvétele; D: Regöly – Sánc (Tolna vármegye) 2010. június 28., Czajlik Z. felvétele

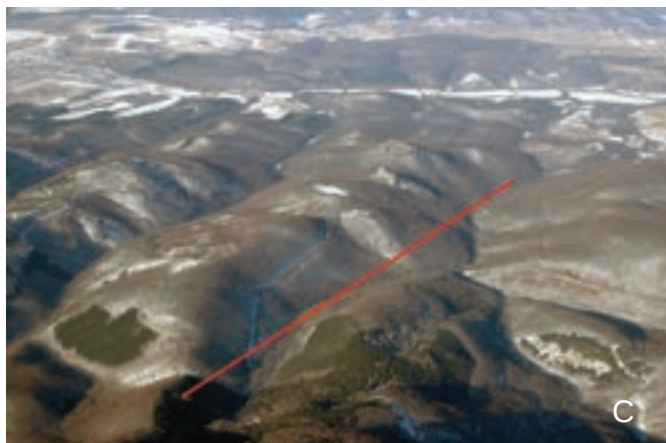
egykori íves árkok mára feltöltődtek, de légi fényképezéssel kimutathatók. 1999-ben a Sárvíz-völgyében Miklós Zs. azonosított egy meander-típusú, feltehetően őskori erődítést Szedres – Horgász-tanyánál (Tolna vármegye; MIKLÓS 2007, 130-133; 204.B ábra). Hasonló módon, a Tekeres-patak egy erősen kanyarodó szakaszához kapcsolódva építettek meg Dömsöd – Leányvár (Pest vármegye) háromszoros erődítését a bronzkorban (204.C ábra).

Itt kell megemlíteni Hellebrandt M. őskori „vizivárakkal” kapcsolatos, a szakirodalomban nem elfogadott elképzeléseit (HELLEBRANDT 2001, 2002, 2004). Hipotézisei jó példái annak, hogy egy-egy zóna légi fényképeinek elemzése során mindig törekedni kell a természetes medrektől elütő mesterséges árokszakaszok nyomának, illetve az érintett terület lezárásának pontos meghatározására.

A meander típushoz kapcsolódó, különleges megoldásnak számít két folyó összefolyásának felhasználása, amire egyelőre egyetlen hazai példát (Regöly – Sánc, Tolna vármegye) ismerünk (CZAJLIK – HOLL 2003). A Kapos és a Koppány találkozásánál álló erődítés kialakítása során egy másik fontos adottságot, egy promontorként lezárható löszplatót (lásd korábban) is felhasználtak (204.D ábra). Ismert európai példája ennek az altípusnak a Duna és az Altmühl egyesülésénél álló, ugyancsak késő vaskori Kelheim - Michelsberg (Bajorország, Németország, RIECKHOFF-FICHTL 2011, 67-70) erődítése.

6.9.3.1.3. Szegmentált (szakaszolt) altípus (205. ábra)

Alkalmazásánál a promontor és meander típusokhoz hasonlóan abból indulhattak ki, hogy a terület a természetes védettség (a meredek



oldalak) miatt csak bizonyos irányokból megközelíthető. Minthogy azonban dombvég, vagy meredeken záródó hegynyúlvány a zónában nem volt, egy-egy gerinc-szakaszt zártak le. A meander típusú elrendezéshez hasonlóan egyelőre erre az erődítési sémára is kevés példát tudunk hozni (vagy keveset ismerünk fel).

Hont – Jelenc-hegyet (Nógrád vármegye; NOVÁKI et al. 1979, 42-44) soroljuk ide, ahol a topográfiai munkák során jól lehetett dokumentálni, hogy csak bizonyos szakaszokon építették ki a három sáncot. A megoldás alkalmazására Fenyőfő – Kékhegy (Veszprém vármegye; DAX et al. 1972, 100-101), Sokorópátka – Harangozó (Győr-Moson-Sopron vármegye; MOLNÁR 2009) és Süllyás – Leányvár (Pest vármegye; MIKLÓS 1982, 37) hozható még párhuzamként (205.A ábra). A légi fényképek és a műholdas adatok alapján Dunaalmás – Ártai-dűlőben (Komárom-Esztergom vármegye) is lehetett egy ilyen sémájú védmű (205.B ábra). A nagyobb erődítések közül az intenzív topográfiai kutatások alapján Dédestapolcsány – Verebce-bérc (Heves/Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) is ide sorolható, ahol a Bán-patak völgye felé tartó heggyerincnek nem a végét, hanem egy, a

205. ábra. Szakasztolt típusú erődítések. A: Süllyás – Leányvár (Pest vármegye) 2010. november 30., Czajlik Z. felvétele; B: Dunaalmás – Ártai-dűlő (Komárom-Esztergom vármegye) 2021. június 28., Czajlik Z. felvétele; C: Dédestapolcsány – Verebce-bérc (Heves vármegye) 2006. január 25., Czajlik Z. felvétele

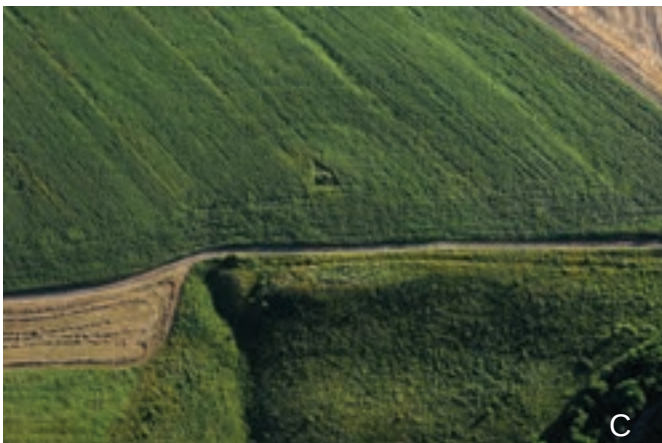
völgytől távolabbi, magasabb szakaszát használták fel az erődített település kialakítására (V. SZABÓ et al. 2014, V. SZABÓ 2019; 205.C ábra).

6.9.3.2. Természetes hosszanti akadályokat felhasználó főtípus

6.9.3.2.1. Platóperem altípus (206-207. ábra)

Ezt a típust elég gyakran alkalmazták, főként a környezethez képest jelentősen kiemelkedő, ezáltal arra rálátást nyújtó platók szélének erődítésére. Tokod – Sáncoknál (Komárom-Esztergom vármegye) egy egyenes dombszél, Káva – Várhegy (Pest vármegye) esetében egy dombperem kissé szabálytalan szakaszát használták fel egy félköralakú árokkal leválasztva (206.A ábra). Ugyanezt a megoldást láthatjuk Aszód – Manyik

206. ábra (szemközti oldal). Platóperem típusú erődítések. A: Káva – Várhegy (Pest vármegye) 2003. szeptember 25., Czajlik Z. felvétele; B: Soroksár – Várhegy (Budapest, XXIII. kerület) 2017. június 26., Czajlik Z. felvétele; C: Tard – Tatárdomb (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 2010. július 9., Czajlik Z. felvétele; D: Sós-kút – Kálvária (Pest vármegye) 2003. január 12., Czajlik Z. felvétele; E: Balatonföldvár – Kelta-sánc (Somogy vármegye) 2010. február 8., Czajlik Z. felvétele; F: Bölcse – Széles-domb (Tolna vármegye) 2001. április 28., Czajlik Z. felvétele; G: Kajászó – Várdomb (Fejér vármegye) 2003. január 12., Czajlik Z. felvétele; H: Adony – Bolondvár (Fejér vármegye) 2009. február 25., Czajlik Z. felvétele



Név	Vármegye	Védmű kialakításának módja	Védmű kora	Szakirodalom
Adony – Bolondvár	Fejér	platóperemi rög	bronzkor	TEREI et al. 2011, 21
Aszód – Manyik	Pest	íves árokkal	bronzkor	DINNYÉS et al. 2012, 64-67
Balatonföldvár - Kelta sánc	Somogy	platóperem sarka	késő vaskor	NOVÁKI 1961
Biatorbágy – Öreg-hegy	Pest	platóperemmel párhuzamos sánc	bronzkor	DINNYÉS et al. 1984, 30-31
Bölcske – Hadai-hegy 1	Tolna	íves árokkal, platóperem sarka	bronzkor	MIKLÓS 2007, 41-45
Bölcske – Széles-domb	Tolna	horhosok felhasználásával	őskor?	CZAJLIK – HOLL 2003
Fertőboz – Gradina	Győr-Moson-Sopron	horhosok felhasználásával	bronzkor	MELIS et al. 2023, 2. kép
Gór – Kápolna-domb	Vas	platóperem sarka	késő vaskor	ILON 1998
Kajászó – Várdomb	Fejér	horhosok felhasználásával	bronzkor	TEREI et al. 2011, 65-66
Káva – Várhegy	Pest	íves árokkal	kora bronzkor	MIKLÓS 1982, 30
Mende – Leányvár	Pest	horhosok felhasználásával	bronzkor	MIKLÓS 1982, 31-32
Nagymizdó – Várdomb	Vas	horhosok felhasználásával	őskor	ILON 2020, 7
Nagysimonyi – Földvár major	Vas	platóperem sarka (promontor?)	késő vaskor	KÁROLYI 1985
Soroksár – Várhegy	Budapest	íves árokkal (U-alakú)	bronzkor	ENDRŐDI – GYULAI 1999
Süttő – Kissánc, Nagysánc, Nagysánc-tető	Komárom-Esztergom	platóperemi rögök	bronzkor, illetve kora vaskor	HORVÁTH et al. 1979, 311-313
Százhalombatta – Olajfinomító	Pest	platóperemi rög	bronzkor	DINNYÉS et al. 1986, 242
Tard – Tatárdomb	Borsod-Abaúj-Zemplén	íves árokkal	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2007, 125-126
Tápióbicske – Kalapos-hegy és Várhegy	Pest	horhosok felhasználásával	kora bronzkor	MIKLÓS 1982, 35-36
Tiszaalpár – Várdomb	Bács-Kiskun	horhosok felhasználásával	bronzkor	BÓNA - NOVÁKI 1982
Tokod – Sáncok	Komárom-Esztergom	íves árokkal	kora bronzkor	HORVÁTH et al. 1979, 326
Vác – Pogányvár	Pest	platóperemi rög	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 1993, 460-462
Vászoly – Öreg-hegy	Veszprém	íves sánccal	őskor	ÉRI et al. 1969, 223

(Pest vármegye), Soroksár – Várhegy (Budapest XXIII. kerület, 206.B ábra), Tard – Tatárdomb (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, 206.C ábra), és Bölcske – Hadai-hegy 1 (Tolna vármegye, illetve árok helyett sánccal Vászoly – Öreg-hegy (Veszprém vármegye) esetében is. Hasonló elrendezést alakítottak ki, de más alapközetten Sós-kút – Kálváriánál. (Pest vármegye) A mészkőplató legmagasabb részét és annak platószéle-re merőleges letörését felhasználva egy íves árkot (és sáncot?) építettek (206.D ábra).

Ennek a sémának a variánsait a késő vaskorból is ismerjük. Balatonföldvár – Kelta-sáncnál (Somogy vármegye) a tó partját kísérő löszplató megszakadását használták fel védett terület kialakítására. Észak felé a szakadó part, kelet felé a Balatonnak az első katonai felmérésen még jól kivehető öblözete védte a platót, így egy annak vonalára hegyes szögben kialakított sánccal le lehetett zárni a földvárat (206.E ábra). A séma nevezetes európai párhuzama Bracquemont/Neuville-lès-Dieppe, Haute-Normandie, Seine-Maritime, Franciaország) késő vaskori erődítése (PIERREVELCIN et al. 2012, 17-19). A Rába-völgy térségében is találkozhatunk hasonló megoldással, Nagysimonyi (Ostffyasszonyfa) – Földvár-major és Gőr – Kápolna-domb (mindekettő Vas vármegye) késő vaskori településeinél. Megjegyzendő, hogy mindhárom esetben – Balatonföldvárral megegyezően sáncot, Bracquemont-nál árkot is építettek.

A löszplatók szélének természetes feldarabolódását (alagosodását) kihasználva akkor is tudtak viszonylag egyszerűen erődíteni, ha nem volt a promontor típus kiépítéséhez szükséges dombnyúlvány a zónában. Bölcske – Széles-dombnál (Tolna vármegye) a löszplató szélére merőleges horhos-kezdeményeket kötötték össze egy íves árokkal (206.F ábra) és hasonló elrendezést figyelhetünk meg Fertőboz – Gradinánál (Győr-Moson-Sopron vármegye), Kajászó – Várdombnál (Fejér vármegye, 206.G ábra), Nagymizdó – Várdombnál (Vas vármegye), Mende – Leányvárnál, Tápióbicske – Kalaposhegynél, Tápióbicske – Várhegynél, Tápióság – Földvárnál (mind Pest vármegye) és Tiszaalpár – Várdombnál (Bács-Kiskun vármegye) is. Az

207. ábra (szemközti oldal). Platóperemen kialakított őskori erődítések Magyarországon

alagosodás a Dunán mentén egyes szakaszokon annyira előrehaladott, hogy a plató széle rögökre darabolódik fel, amelyet Süttő – Kissánc és Nagysánc esetében talán egyáltalán nem erődítettek és Nagysánc-tetőnél is csak azt a rövid szakaszt, ami még nem vált le a plató déli részéről (mindhárom Komárom-Esztergom vármegye). Feltehetően hasonló módon kialakult, erődíthető területet figyelhetünk meg Adony – Bolondvár (Fejér vármegye, 206.H ábra), Százhalombatta – Olajfinomító és Vác – Pogányvár (mindhárom Pest vármegye) esetében is.

Különleges példája a platóperemi erődítéseknek Biatorbágy – Öreg-hegy (Pest vármegye; DINY-NYÉS et al 1986, 30-31), ahol nem a mészkőplató tetején, hanem alatta terül el a védett terület, amit egy – a platóval párhuzamos – sánc zár le.

6.9.3.2.2. Vízfolyás parti altípus

A platóperem típushoz hasonló séma alkalmazásához akár egy patakmeder is megfelelt, erre jó példa R. Goguey által 1997-ben azonosított Balatonbozsok – Cinca-csíkgát (Fejér vármegye) őskori erődítésének kialakítása (208.A ábra). A Cinca medrére támaszkodva egy nagyméretű félköríves erődítést alakítottak ki, amelyen belül ürfelvétel alapján egy ugyancsak félköríves belső védelmi vonal is lehetett. Kokad – Akol-dűlőnél (Hajdú-Bihar vármegye) az erődítés északi és nyugati oldalát egy vízfolyás biztosítja, miközben keleten és délen – a műholdas felvételen éppen vízzel telt – mesterséges árok húzódik. A kisebbik, belső valószínűleg szimpla, a nagyobbik, dupla védmű északi részén a kapunyílás is megfigyelhető (208.B ábra). Harta – Bojár (Bács-Kiskun vármegye) erődítésének érdekessége, hogy az egykori meder közelsége ellenére a teljes erődítés mesterségesen kiásottnak tűnik (GOGUEY et al. 2003, 2-3. kép). Ugyanígy épülhetett ki a védmű Csanádpalota – Földvár (Csongrád-Csanád vármegye) belső, először azonosított részén (SZALONTAI 2012). A séma alkalmazására Ócsény - Oltoványnál (Tolna vármegye) ismerünk középkori példát (MIKLÓS 2007, 281-293).

6.9.3.3. Kontúrvonal főtípus

Főként a Dunántúlon vannak olyan természetes platók, amelyekhez jóformán csak a feljárt kellett elkészíteni, hogy használható és védhe-



208. ábra. Vízfolyás parti erődítések. A: Balatonbozsok – Cinca-csíkgát (Fejér vármegye) 2008. június 11., Czajlik Z. felvétele; B: Kokad – Akol-dűlő (Hajdú-Bihar vármegye) 2018. február 24., GE-felvétel

tő területet nyerjenek (210.A-D ábra). Ezek az erösségek túlnyomórészt környezetüktől teljesen elkülönülő platórögöket használtak ki, Zalaszentő – Tátika-hegy (Veszprém vármegye, BAKAY et al. 1966, 178-179) természetes vulkáni kaldera-pereme Magyarországon kurió-zumnak számít. Ahhoz azonban, hogy hasonló módon, azaz egy jól meghatározható körvonallal zárjanak le egy területet, a legtöbb őskori erődítés esetében nagyrészt, vagy teljes egészében mesterséges védművekre volt szükség.

A kontúrvonal főtipuson belül több altípus határozható meg. Ezek egy részét – főként hegyvidéken – elsősorban tereplépcsők és sáncok, más részüket – jellemzően a sík területeken – viszont az árkok segítségével tudjuk azonosítani. Az előbbi kategóriában a tereplépcsőt követő és a magasságtartó, az utóbbinál a kör/ovális árok, illetve a kettős árok/sánc altípusokat különítettük el. Ezekkel a variánsokkal S. Fichtl rendszere nem foglalkozott. Részben azért, mert jelentőségük a Kárpát-medencében jóval nagyobb, mint Nyugat-Európában, másrészt azért, mert – főként a sík vidékekre jellemző altípusok – tipologizálásra alkalmas mennyiségben való azonosítása nagymértékben az utóbbi két évtized távérzékeléses kutatásainak köszönhető.

6.9.3.3.1. Tereplépcsőt követő altípus (209. ábra)

A tereplépcsők, platók felhasználása a védett területek kialakításában a korábban bemutatott megoldások esetében is szerepet kaphatott (lásd: Százhalombatta – Sánc, Pest vármegye). Ugyanakkor fontos változást jelenthet, amikor nemcsak egy-egy platórészt, hanem egy földrajzilag különálló területet igyekeztek lezárni. Ebben nem feltétlenül csak az erődíthetőség játszott szerepet, hanem talán az is, hogy az adott zónából a szűkebb mikrorégió, vagy akár egy nagyobb terület belátható legyen.

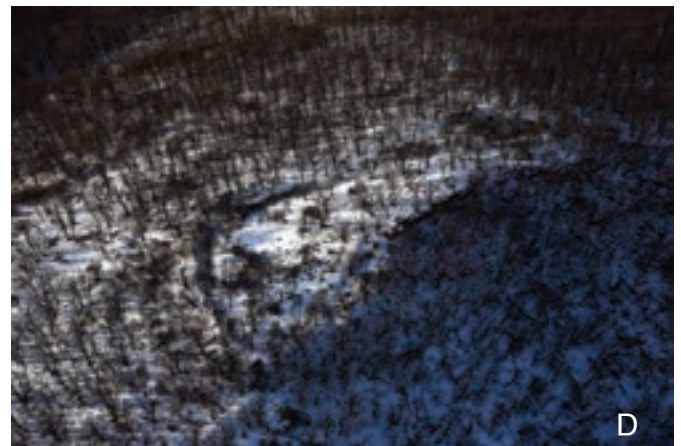
A tereplépcsők/platók szélén kiépített védművek általában szintkövetők, azaz többé-kevésbé egy adott magasságban haladnak végig. Ha azonban nagyobb területre volt szükség, akkor – főként az őskor fiatalabb időszakában – több tereplépcsőt is összekapcsolhattak a védett terület kialakítása során. Ilyenkor a sáncnak akár meredeken lefelé haladó szakaszai is lehettek, az erődítés körvonala szinteséssel és emelkedéssel, azaz szintváltással záródott.

E típusra jellemző, hogy a légi fényképezések során az árkok jóval ritkábban dokumentálhatók, mint a sáncok. Az utóbbiak közül a bronzkoriak viszonylag alacsonyak, vagy nem észlelhetők, - a védelmet gyakran maga a tereplépcső biztosítja (vö. 210.A-C ábra). Az eldugott, extrém helyeken álló, kisméretű erösségeknél, így például Kemence – Godóvárnál (Pest vármegye) sem volt szükség jelentős védművekre (210.D ábra). A sáncméreték (szélesség, magasság) növekedése a késő vaskorra vált jellemzővé, így ezek a védművek általában jobban felismerhetők a légi fényképezések során, mint a korábbiak. Tihany – Óvár (Veszprém vármegye) védműveinek minden részlete jól követhető (210.E ábra), Pécs – Jakabhegy impozáns sánca még a magas fákon keresztül is jól megmutatkozik (BERTÓK-GÁTI 2014, 122). Az észlelhetőség javulásában természetesen szerepet játszhat az is, hogy a fiatalabb sáncok jobb állapotban lehetnek, mint a régebben építettek. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy a platószéleken a késő vaskorban néha még akkor is felépítik a sáncot, ha az egyébként jól védett. Példa erre Regöly – Sánc (Tolna vármegye; CZAJLIK – HOLL 2003), ahol a Kapos és a Koppány összefolyása természetes akadályt képez, ennek ellenére – talán részben a promontorként védhető terület viszonylag kis relatív magassága miatt is – komoly erődítést hoztak létre (204.D ábra). Ennek kialakítása során árkolhattak, sőt esetleg a plató szélét is meredekebbre faraghatták. Az utóbbi megoldás felmerülhet Nagyberki – Szalacska (Somogy vármegye; CZAJLIK – HOLL 2015) vaskori magaslati települése esetében is. Ennek az őskori településnek további érdekessége, hogy a platóba bevágódó egyik horhost is befoglalták az erődítésbe, amit a téli légi fényképeken is megfigyelhető, a horhost szűkítő, ezáltal a bejutást nehezítő sáncok tesznek egyértelművé (211. ábra). Ez a megoldás a késő kelta korban alkalmazott kapuépítmény, a harapófogó-kapu (Zangentor) sémáját követi, amit egy jóval kisebb késő kelta erődítésnél, Szabadhídvég – Pusztavárnál (Fejér vármegye) is alkalmazhattak (210.F ábra). Érdekes módon Északkelet – Magyarországon a késő bronzkorból, Mátraszőlős - Kerekbükről (Heves vármegye) ismerünk hasonló megoldást. Megjegyzendő, hogy Mucsi – Töröksánc (Tolna vármegye) esetében a terepadottságok lehetővé tették volna egy ilyen konstrukció megépítését, ez azonban

Név	Vármegye	Védmű kialakításának módja	Védmű kora	Szakirodalom
Abasár – Hajnácskő	Heves	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor?	NOVÁKI et al. 2009, 13
Abasár – Rónyagerinc	Heves	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor?	NOVÁKI et al. 2009, 14
Alsónyék – Gubaczi-hegy	Tolna	szintkövető kontúrvonal	bronzkor	MIKLÓS 2007, 27-29
Bakonyszentkirály – Zöröghegy I	Veszprém	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor	NOVÁKI 1979, 90-91.
Bakonyszentlászló – Keselő-hegy I	Veszprém	szintkövető kontúrvonal	bronzkor	NOVÁKI 1979, 78-84.
Bakonyszücs Várhegy	Veszprém	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor?	DAX et al. 1972, 56
Bernecebaráti Templomhegy	Pest	szintkövető kontúrvonal, promontor	bronzkor, illetve Árpádkor	DINNYÉS et al. 1993, 49-52
Dömös – Árpádvár III.	Pest	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor	HORVÁTH et al. 1969, 71
Dunaföldvár Kálvária	Tolna	szintkövető kontúrvonal, promontor	bronzkor, római kor, kuruc kor	MIKLÓS 2007, 67-70
Dunakömlőd Sánchegegy	Tolna	szintkövető kontúrvonal, promontor	bronzkor	MIKLÓS 2007, 74-77
Dunaszekcső Várhegy	Baranya	szintkövető kontúrvonal	bronzkor, római kor	ECSEDY 1985
Edelény Derékegyháza	Borsod-Abaúj-Zemplén	szintkövető kontúrvonal, promontor	késő bronzkor, kora vaskor	NOVÁKI et al. 2007, 36-37
Fehérvárcsurgó Keresztes-hegy	Fejér	szintkövető kontúrvonal	kora vaskor	TEREI et al. 2011, 57-58
Fehérvárcsurgó Kis Várhegy	Fejér	szintkövető kontúrvonal	kora vaskor	TEREI et al. 2011, 57
Kakasd Schlossberg	Tolna	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor	MIKLÓS 2007, 90-94
Kemence – Godóvár	Pest	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor, illetve Árpádkor?	DINNYÉS et al. 1993, 138-139
Kemence – Magosfa	Pest	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor	DINNYÉS et al. 1993, 140-141
Kemence – Pléskaszikla	Pest	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor	DINNYÉS et al. 1993, 143-144
Lovasberény Mihályvár	Fejér	szintkövető kontúrvonal, promontor	bronzkor	TEREI et al. 2011, 71-72
Gyöngyös-Mátrafüred Benevár-bérc	Heves	szintváltásos kontúrvonal	későbronzkor, kora vaskor	NOVÁKI et al. 2009, 29-30

Név	Vármegye	Védmű kialakításának módja	Védmű kora	Szakirodalom
Mátraszentimre – Óvár	Heves	szintváltásos kontúrvonal	későbronzkor, kora vaskor	NOVÁKI et al. 2009, 48-49
Mátraszőlős Kerekbükk	Nógrád	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor	NOVÁKI et al. 2017, 48
Monok – Ingvár	Borsod-Abaúj-Zemplén	szintkövető kontúrvonal	őskor?	NOVÁKI et al. 2007, 82-83
Mucsi – Töröksánc	Tolna	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor	MIKLÓS 2007, 95-101
Nagybörzsöny – Magyar-hegy	Pest	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor	DINNYÉS et al. 1993, 204-205
Nagybörzsöny Rustok-hegy	Pest	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor, középkor?	DINNYÉS et al. 1993, 203-204
Oltárc – Várdomb	Zala	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor	
Pomáz – Kőhegy	Pest	szintkövető kontúrvonal	kora vaskor	DINNYÉS et al. 1986, 207
Perőcsény Hajagos	Pest	szintváltásos kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor, Árpádkor?	DINNYÉS et al. 1993, 282-283
Rezi – Vár	Veszprém	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor	BAKAY et al. 1966, 131
Sály – Latorvár	Borsod-Abaúj-Zemplén	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor, kora vaskor	NOVÁKI et al. 2007, 98-100
Simontornya Mozsikegy	Tolna	szintkövető kontúrvonal, promontor	bronzkor	MIKLÓS 2007, 115-118
Sióagárd Leányvár	Tolna	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor	MIKLÓS 2007, 118-123
Sopron Istenszéke	Győr-Moson-Sopron	szintkövető kontúrvonal	kora vaskor	NOVÁKI 1998, 124-127
Sopron Károlymagaslat	Győr-Moson-Sopron	szintváltásos kontúrvonal	kora vaskor	NOVÁKI 1998, 118-124
Szabadhidvég Pusztavár	Fejér	szintkövető kontúrvonal	késő vaskor	TEREI et al. 2011, 88-90
Tállya – Óvár	Borsod-Abaúj-Zemplén	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor, vaskor	NOVÁKI et al. 2007, 123
Tihany – Óvár	Veszprém	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor, vaskor	ÉRI et al. 1969, 197-198
Vál – Pogányvár	Fejér	szintkövető kontúrvonal	bronzkor	TEREI et al. 2011, 100-101
Várvölgy – Kis Láz-hegy	Zala	szintkövető kontúrvonal	késő bronzkor	NOVÁKI – SKERLETZ 1991

209. ábra. Szintkövető, illetve szinteséses kontúrvonallal kialakított őskori erődítések Magyarországon



210. ábra. Szintkövető kontúrvonal típusú erődítések. A: Alsónyék – Gubaczi-hegy (Tolna vármegye) 2001. április 28., Czajlik Z. felvétele; B: Dunaszekcső – Várhegy (Baranya vármegye) 2001. április 28., Czajlik Z. felvétele; C: Sióagárd – Leányvár (Tolna vármegye) 2001. április 28., Czajlik Z. felvétele; D: Szabadhídvég – Pusztavár (Fejér vármegye) 2001. április 28., Czajlik Z. felvétele; E: Tihany - Óvár (Veszprém vármegye) 1993. június 9., R. Goguy felvétele; F: Kémence – Godóvár (Pest vármegye) 2018. január 25., Czajlik Z. felvétele

nem történt meg, a sánc a bevágódó völgy mindkét oldalán végig követhető.

A települések kialakítására alkalmas platók megléte a geológiai adottságokkal is összefügg. Lössvidéken, mészkőhegységben, bazaltos zó-

nákban jóval gyakoribbak, mint az Északi-középhegység andezites területein. Ennek megfelelően a Mátrában és a Börzsönyban azokat a tereplépcsőket is felhasználták, amelyek nem sík, de a környezeténél jóval kevésbé meredek, „lejtős platót” vettek körbe (Abasár – Hajnácskő,



211. ábra. Nagyberki – Szalacska (Somogy vármegye). Szintkövető módon (a platóperem megfaragásával?) erősített település. A természetes löszplatóba vágódott feljárók alkalmasak lehetnek a magasslat megközelítésére, sőt megadhatták a település tengelyét (2010. február 8., Czajlik Z. felvétele)

Abasár – Rónyagerinc, mindkettő Heves vármegye; Nagyörzsöny – Magyar-hegy, Nagyörzsöny – Rustok-hegy, Perőcsény - Hajagos, mindhárom Pest vármegye). Ezzel a módszerrel a késő bronzkorban egészen nagy területet is lezártak, akár úgy is, hogy az erősítésen belüli komoly szintkülönbségek ellenére nem alakítottak ki terasz-rendszereket (pl. Dömös – Árpádvár, Komárom-Esztergom vármegye; Mátrafüred – Benevár-bérc, Mátraszentimre – Óvár, mindkettő Heves vármegye, 212. ábra; Szanda – Szandahegy, Nógrád vármegye; Telkibánya – Cserhegy, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye). Nehéz elképzelni, hogy ezekben a vízszintes területtel alig rendelkező erősségekben komolyabb települések léteztek.

6.9.3.3.2. Magasságtartó altípus

Az egyik leggyakoribb megoldás az őskori erősítések kialakításánál olyan sáncok építése, amelyekkel egy, vagy több dombot, esetleg egy kisebb hegyet, tereplépcsőt nem keresve, pusztán bizonyos magasságot tartva kerítették be.

Az, hogy mennyire volt következetes a sánc vízszintes vonalvezetése, a természetes terepadottságoktól és a védeni kívánt terület méretétől függött.

Vulkanikus területeken gyakrabban fordulnak elő olyan meredekebb dombok (pl. Mindszentkál – Kereki-domb, Veszprém vármegye, BAKAY et al. 1966, 115; Szécsény – Kerek-domb, Nógrád vármegye, NOVÁKI et al. 2017, 76-77, 213. ábra), illetve olyan hegycsúcsok, amelyek tetején nincsenek platók. Ezeket csak egy valamivel kisebb magasságban kiépített sánccal lehetett jól erősíteni. Tipikus példaként Apc – Somlyó (Heves vármegye, NOVÁKI et al. 2009, 15), Karancsalja – Kápolna-hegy és Kozárd – Pogányvár (mindkettő Nógrád vármegye, NOVÁKI et al. 2017, 43-44) idézhető az Északi-középhegységből.

Különleges megoldást alkalmaztak Boldogkőváralja – Tó-hegynél (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, NOVÁKI et al. 2007, 23), ahol a sánccal lezárt terület két közeli hegycsúcsot foglal magába. Hasonlóságot mutatnak



212. ábra. Szinteséses körvonal típusú erődítés nagy szintkülönbséggel: Mátraszentimre – Óvár (Heves vármegye) 2006. január 27., Czajlik Z. felvétele

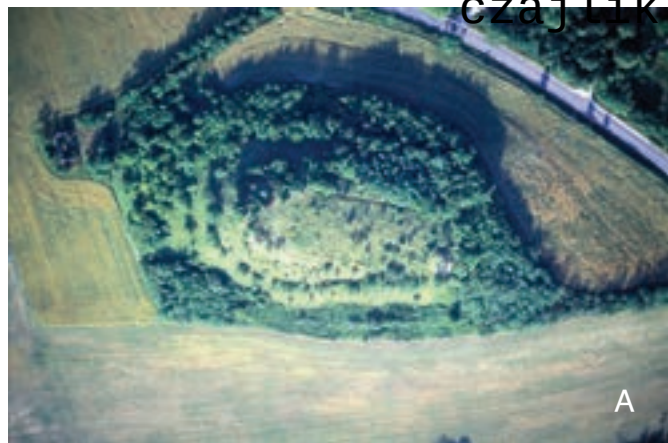
ehhez az elrendezéshez Felsőtárkány – Várhegy és Mátraszentimre – Ágasvár (mindkettő Heves vármegye, NOVÁKI et al. 2009, 26-27 és 46-48) erődítései is, ahol a hegygerinc kisebb kiemelkedéseit foglalták egyetlen erődítésbe. A hegycsúcsok felhasználásával, magasságtartó sánccal kiépített, a felsoroltaknál nagyobb alapterületű erődítések ovális (pl. Gyöngyössolymos – Eremény-tető, Parád – Várhegy, mindkettő Heves vármegye, NOVÁKI et al. 2009, 36 és 51; Jobbágyi – Várhegy, Nógrád vármegye, NOVÁKI et al. 2017, 100; Pomáz – Nagy-Csikóvár, Pest vármegye, DINNYÉS et al. 1986, 207-209), gyakrabban szabálytalan, a domborzatot követő alakúak (pl. Bakonybél – Somhegy, Veszprém vármegye, DAX et al. 1972, 21-22; Mór – Töröksánc, Fejér vármegye, TEREI et al. 2011, 75; Sirok – Kis-Várhegy, Heves vármegye, NOVÁKI et al. 2009, 58; Martonyi – Szúnyog-hegy és Tolcsva - Várhegy, mindkettő Borsod-Abaúj-Zemplén

vármegye, NOVÁKI et al. 2007, 70 és 134-135).

Egyes nagyterjedésű sáncrendszereknel csak annyit állapíthatunk meg, hogy bizonyos szakaszokon követik a domborzatot, majd eltérnek a meredek oldalú völgyek felé, többszörösen erődítettek és végeredményben meglehetősen szabálytalan vonalvezetésűek (pl. Szilvásvár – Kelemenszéke, Heves vármegye, SZABÓ 2019, 190. kép).

6.9.3.3. Kör/ovális árok altípus (214. ábra)

A körárkokat, mint erődítési típust a morfológiai osztályozás kialakításában felhasznált Fichtl-féle rendszer nem ismeri (199. ábra). Ezeknek a földműveknek a „prototípusai” jóval korábban, a Kárpát-medencei középső neolitikumban épültek meg (RACZKY – ANDERS 2009), a késő neolitik tell-települések körül pedig akár négy-öt



213. ábra. Magasságtartó típusú erődítések. A: Mindszentkál – Kerek-domb (Veszprém vármegye) 2003. június 22., Czajlik Z. felvétele; B: Szécsény – Kerek-domb (Nógrád vármegye) 2006. március 8., Czajlik Z. felvétele

árok létesülhetett (pl. Polgár – Csőszhalom, Hajdú-Bihar megye; RACZKY et al. 1994, fig. 6). Ezeket a jelenségeket a nyilvánvaló morfológiai hasonlóságok ellenére, az eltérő, erődítésként nem interpretálható voltak miatt külön fejezetben tárgyaljuk.

Ovális, keskeny kerítőárok/kerítés, belsejében helyenként paliszád(?) nyomaival vette körbe Tiszalúc – Sarkadpuszta (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) középső rézkori települését. A Patay P. által feltárt és publikált lelőhelyen megközelítőleg azonos tájolású házcsoportokat figyelhetünk meg (PATAY 2005). Korábban említettük, hogy az Északnyugat-Dunántúlon nagy számban fényképeztünk alapárkos épületeket, amelyek többsége középső rézkori (Balaton-Lasinja kultúra) lehet. Ezek egy csoportja dokumentálható Szárföld – Átaljáró (Győr-Moson-Sopron vármegye) kétszeres körárokkaival és paliszáddal övezett településén (CZAJLIK et al. 2011, fig. 19.5).

A közölt fényképek túlnyomó többsége régészeti céllal, általában előzetes kutatások során már többé-kevésbé ismertté vált topográfiai helyzetű lelőhelyekről készült. Jelentős részüket a 2000-es években, az őskori földvárak szisztematikus légi fényképezése során, a kora tavaszi időszakokban dokumentáltuk. Ugyanebben az időablakban készítette a Civertan Bt. Vatta – Test-halom légi felvételét, továbbá a vegetációs időszakon kívüli Bogács – Pazsagpuszta légi fotója és hasonló körülményekre következtethetünk Emőd – Karola-szőlők esetében is (mindhárom Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye;

vö. FISCHL – PUSZTAI 2018). Korán nyilvánvalóvá vált ugyanis, hogy a legjobb eredmények e típus esetében a talaj-jelek megfigyelésével érhetők el (pl. Jászdózsa – Kápolna-halom, Jász-Nagykun-Szolnok vármegye: 215.A ábra; Boldog – Vajda-rét, Heves vármegye: 215.B ábra; Dabas – Dabasi-szőlők, Pest vármegye: 215.C ábra), növény-jelek segítségével kevesebb (pl. Emőd – Nagy-halom, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye: CZAJLIK 2015, Abb. 3.1; Verseg – Makkos: 215.D ábra; Dabas – Öreg-országúti-dűlő, Pest vármegye: 215.E ábra) körárkot tudunk dokumentálni.

A távérzékeléses módszerrel kutatott körárkok között vannak szabályos, vagy közel szabályosak, de vannak ovális formájúak is (pl. Hatvan – Kerek-halom, Heves vármegye. A Hatvan kultúrájának az Északi-középhegység peremén ismert lelőhelyei közül a legkisebbek alapterülete 0,5 ha (pl. Tiszalúc – Dankadomb, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; NOVÁKI et al. 2007, 131), de a legnagyobbak (pl. Boconád – Alatkapuszta, Nagy legelő, Heves vármegye; NOVÁKI et al. 2009, 16) sem érik el az 1,8 ha-t. Többségük 0,9 – 1,4 ha közötti területű, azaz átmérőjük 100 – 130 m között ingadozik. Szabályos alakjuk és méretezésük viszonylagos egységessége alapján felvethető, hogy kialakításuk során a többi típusnál jóval kevésbé törekedtek a természetes adottságok kihasználására. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy ne az adott mikrorégió magasabb térszínein épültek volna meg, ezeken a zónákon belül azonban nem érzékelhető az a szempontrendszer, vagy tudatosság, ami a platók, vagy a promontorok

czajlik.zoltan_222_24

Név	Vármegye	Védmű típusa	Védmű kora	Forrás
Alsóvadász – Várdomb	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2007, 16-17
Aszód – Manyik	Pest	körárok, platóperem	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 2012, 64-67
Atkár – Halomidűlő	Heves	körárok csatlakozó íves árokkal	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2009, 15-16
Biatorbágy – Papréti-dűlő	Pest	körárok	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 1986, 34
Boconád – Alatkapuszta – Nagy legelő	Heves	körárok	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2009, 16
Bogács – Pazsagpuszta	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok?	bronzkor	FISCHL – PUSZTAI 2018, Fig. II.10
Boldog – Vajdarét	Heves	körárok csatlakozó íves árokkal	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2009, 16-17
Bükkaranyos – Földvár	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok, helyenként külső sánccal	késő bronzkor, kora vaskor	NOVÁKI et al. 2007, 26-27
Csány – Akasztóhalom	Heves	ovális árok	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2009, 18-19
Dabas – Dabasi-szőlők	Pest	körárok	bronzkor?	CZAJLIK et al. 2010, 86.
Dabas – Öregországúti-dűlő	Pest	körárok	őskor?	CZAJLIK et al. 2021
Emőd – Karolászölők	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok	kora bronzkor	FISCHL – PUSZTAI 2018, Fig. II.1
Emőd – Nagyhalom	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2007, 38-39
Erk – Körtvéyesdűlő	Heves	lekerekített négyzetes árok	őskor?	Czajlik Z. légi felvétele, 2010. 11. 30.
Felsővadász – Várdomb	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok	bronzkor	NOVÁKI et al. 2007, 43-44
Füzesgyarmat – Varga-zug	Békés	körárok	bronzkor	ECSEDY et al. 1982, 100-102

214.A ábra. Kör, vagy ovális alakú erődítéssel védett, távérzékeléses módszerekkel eredményesen kutatott őskori lelőhelyek Magyarországon

felhasználását jellemezné. Az íves forma kedvelése a régió platósíkra épített hasonló korú erődítéseinél is megmutatkozik, sőt Aszód – Manyik (Pest vármegye; DINNYÉS et al. 2012, 64-67) és Tard – Tatárdomb (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; CZAJLIK 2015, Abb. 1.2) alapterülete alapján is beilleszthető a körárok típusú erődí-

tett települések közé. Platósíkra/promontorra épített bronzkori körárok erődítést ugyanakkor a Dunántúlon is ismerünk (Biatorbágy – Papréti-dűlő, Pest vármegye; 215.F ábra). Északkelet-Magyarországon a középhegységi zónában is létesítettek körárokot a bronzkorban (Alsóvadász – Várdomb, Borsod-Abaúj-Zemplén vár-

Név	Vármegye	Védmű típusa	Védmű kora	Forrás
Hatvan – Kerek-halom	Heves	ovális árok	kora bronzkor	CZAJLIK 2004, 168
Jászárokszállás – Vermek-dűlő	Jász-Nagykun-Szolnok	körárok	bronzkor	Czajlik Z. légi felvétele, 2009. 06. 04.
Jászdózsa – Kápolna-halom	Jász-Nagykun-Szolnok	körárok	bronzkor	BÓNA 1994, 120-127
Kertészsziget-Ösvényhalom	Békés	körárok	bronzkor	ECSEDY et al. 1982, 100-102
Maklár – Baglyas	Heves	ovális árok, külső(?) árok	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2009, 44
Mezőcsát – Lapos-halom	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2007, 73-74
Nagyrév – Zsidó-halom	Jász-Nagykun-Szolnok	egymáshoz kapcsolódó ovális árkok	kora bronzkor	BÓNA 1994, 9
Novaj-halom	Heves	körárok	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2009, 49
Szárfield – Átaljáró	Győr-Moson-Sopron	körárok	rézkor	CZAJLIK et al. 2011, fig. 19.5
Szeghalom – Cigányéri-dűlő	Békés	körárok	bronzkor	ECSEDY et al. 1982, 175
Szeghalom – Sárga mágor	Békés	körárok	bronzkor	ECSEDY et al. 1982, 156-157
Szécsény – Kerekdomb	Nógrád	körsánc	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2017, 76-77
Tard – Tatárdomb	Borsod-Abaúj-Zemplén	körárok, platóperem	kora bronzkor	NOVÁKI et al. 2007, 125-126
Valkó – Kása-tető	Pest	körárok	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 2012, 540-542
Vatta – Testhalom	Borsod – Abaúj – Zemplén	körárok	kora bronzkor	FISCHL – PUSZTAI 2018, Fig. II.7
Verseg – Makkos	Pest	körárok	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 2012, 569-573
Zsámbok – Kerek-halom	Pest	lekerekített négyzetes árok	kora bronzkor	DINNYÉS et al. 2012, 587-589

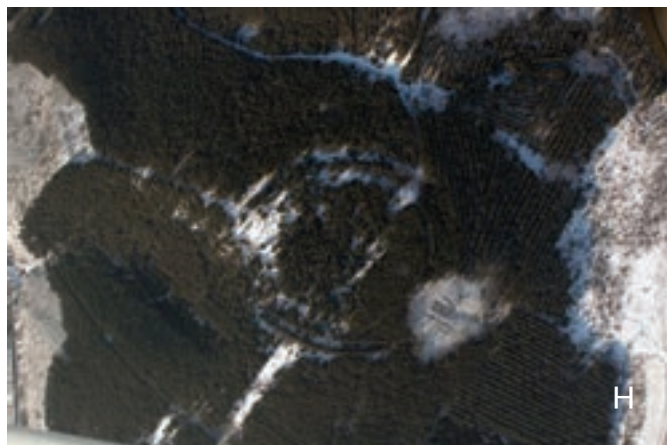
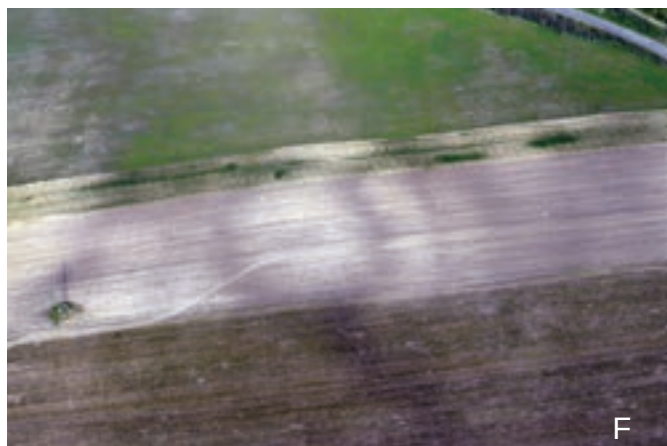
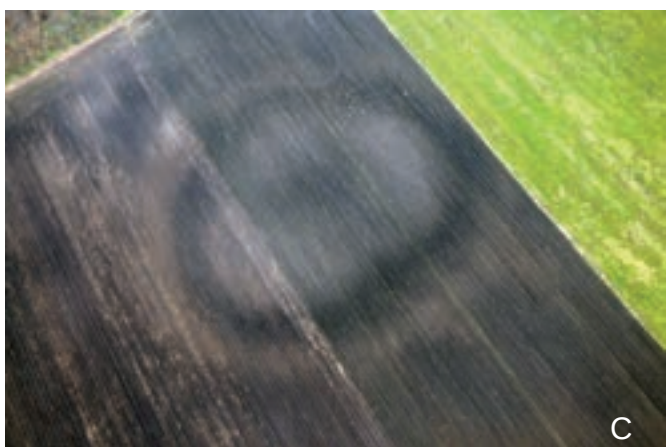
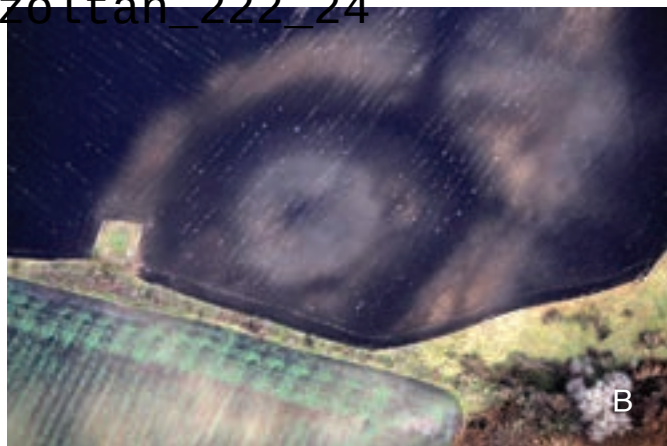
214.B ábra. Kör, vagy ovális alakú erődítéssel védett, távérzékeléses módszerekkel eredményesen kutatott őskori lelőhelyek Magyarországon

megye; 215.G ábra), sőt a késő bronzkorban is (Bükkaranyos – Földvár, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; 215.H ábra).

6.9.3.3.4. Kettős árok/sánc altípus

Korábban említettük, hogy Hódmezővásárhely

– Nagytatársánc (Csongrád-Csanád vármegye) 1939. augusztusi légi fényképezése és az annak alapján készített fotó-térkép, illetve a kapcsolódó feltárások fontos mérföldkövet jelentettek a hazai régészeti célú légi fényképezésben (BANNER 1939). Sokáig ez volt az egyetlen olyan őskori erődítés, amelynek leg-



feltűnőbb sajátossága nagy mérete és az erősítés szabálytalan futása mellett, az egymástól végig azonos távolságra futó árkokkal erősített sánc nyoma (216.A ábra). A légi fényképezések alapján ugyanilyen kialakítású védműve van az 1990-ben megtalált Szirmabesenyő – Földvárnak (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; HELLEBRANDT 2000; 216.B ábra) és a 2000-ben azonosított Kunpeszér – Nyuhogó erősítésének (Bács-Kiskun vármegye; CZAJLIK 2006, 74-75; 216.C ábra). Az árkok távolsága egymástól az erősítéseken belül azonos, a különböző lelőhelyek között azonban jelentős különbségek vannak. Szirmabesenyő – Földvárnál (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) ez az érték kb. 18 m, Orosháza – Nagytatársáncnál (Békés vármegye) viszont 42 m. Csanádpalota – Földvár (Csongrád-Csanád vármegye) esetében a távérzékeléses adatok alapján a belső ovális védmű alakja jól meghatározható, a kettős árok nyoma azonban csak a magnetométeres felmérés alapján vált egyértelművé (CZUKOR et al. 2017, 2.5. kép). A konstrukció részleteit a 2013-as sáncátvágás során dokumentálták (PRISKIN et al. 2013, 2-3). Az 1975 óta ismert Makó – Rákos-Császárvár (Csongrád-Csanád vármegye) 2014-es és 2015-ös tavaszi GE-felvételein észlelhető a dupla erősítés, valamint egy tőle kb. 300 m-re ÉK-re haladó külső erősítés részlete.

A sáncátvágás során itt is egy árok-sánc-árok konstrukciót tártak fel (CZUKOR et al. 2017, 223). A védmű felépítése a legjobban Pocsaj – Temető (Hajdú-Bihar vármegye) belső részén látszik: a sötét kitöltésű árkok között a sánc világossárga maradványai figyelhetők meg (SZEVERÉNYI et al. 2021, 32. ábra). Rendkívül éles nedvesség-jel (befagyott víz?) mutatja meg 208.B ábra) Kokad

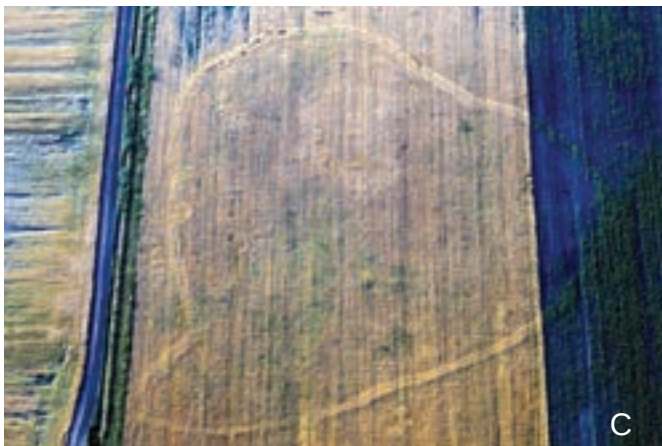
215. ábra. Szabályos kontúrvonal (kőárok típusú) erősítések (szemközt oldal). A: Jászdózsa – Kápolna-halom (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) 2002. május 16., Czajlik Z. felvétele; B: Boldog – Vajdarét (Heves vármegye) 2010. november 30., Czajlik Z. felvétele; C: Dabas – Dabasi-szőlők (Pest vármegye) 2010. november 30., Czajlik Z. felvétele; D: Verseg – Makkos (Pest vármegye) 2016. június 25., Czajlik Z. felvétele; E: Dabas – Óreg-országúti-dűlő (Pest vármegye) 2015. június 12., Czajlik Z. felvétele; F: Biatorbágy – Pap-réti-dűlő (Pest vármegye) 2008. április 18., Czajlik Z. felvétele; G: Alsóvadász – Várdomb (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 2010. február 10., Czajlik Z. felvétele; H: Bükkaranyos – Földvár (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 2006. január 25., Czajlik Z. felvétele;

Akor-dűlő (Hajdú-Bihar vármegye) kettős árkát (SZEVERÉNYI et al. 2021, 4. kép). Ennek északi része azonban kissé széttartó és az sem jellemző, hogy az altípusba tartozó erősítések egy vízfolyást egészítenének ki (vö. Természetes hosszanti akadályokat felhasználó főtípus, vízfolyás parti altípusát).

A növény-jelek segítségével még pontosabb megfigyeléseket tehetünk, a talaj-jelek révén csak ritkán és elmosódottan látható kapunyílások és számos további, a belső és a környező területekre vonatkozó részlet megmutatkozhat. Ezt láthatjuk Szabó M. Solt – Tétel-hegy (Bács-Kiskun vármegye) légi fényképezései alapján készített értelmezésén. Itt a finom részletek (pl. parcella-rendszer nyomai) mellett a fentiekhez nagyon hasonló kialakítású kettős árkot figyelhetünk meg (SZABÓ 2016, 134. kép). A dupla védmű nyoma a 37 ha alapterületű külső erősítés növény-jel alapján készített fotótérképén csak a nyugati oldalon követhető, ugyanakkor egy 2017. márciusi GE-felvétel talaj-jelei alapján a konstrukció folytatása a déli részen is igazolható (216.D ábra).

A fejezet elején röviden jeleztük, hogy a 2000-es években Lichtenstein L. és Rózsa Z. (LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008, RÓZSA 2010), majd Szalontai Cs. (SZALONTAI 2012), Szeverényi V. és Czukor P. (CZUKOR et al. 2017) számos további hasonló magyarországi erősítést gyűjtöttek össze archív légi felvételek, Corona-műholdas, Google Earth felvételek és friss ortofotók alapján (196. ábra). Ugyancsak a 2000-es években megindult a részben már évszázadok óta ismert romániai és szerbiai hasonlókorú és típusú őskori erősítések rendszeres távérzékeléses vizsgálata, illetve geofizikai kutatása, - az Orosháza – Nagytatársánctól délre található lelőhelyek elterjedési térképét B. Molloy és szerzőtársai készítették el (MOLLOY et al. 2020, fig. 1).

A folyamatosan gyarapodó számú lelőhelyek kutatása jelenleg főként a GE-rendszerben azonosítható, változó minőségű talaj jeleken alapul. Ezért a kettős árkok kiépítése az erősítések bekerítésére még nem mindenütt igazolható, elképzelhető, hogy más karakterű lelőhelyeket is megismerünk majd a részletesebb kutatások során. Az egyik legkorábbi felvételen, amely 1965.



216. ábra. Kettős árokkal védett őskori lelőhelyek az Alföldön. A: Orosháza – Nagytatársánc (Békés vármegye) 2009. május 1., Czajlik Z. felvétele; B: Szirmabesenyő – Földvár (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) 2001. június 26., Czajlik Z. felvétele; C: Kunpeszér – Nyuhogó (Bács-Kiskun vármegye) 2000. június 21., R. Goguey felvétele; D: Solt – Tétel-hegy (Bács-Kiskun vármegye) 2017. március, GE-felvétel

augusztus 18-án készült a sântanai/újszentannai (Arad megye, Románia) erődítésről, kitűnően látszik a kettős árok által közrefogott sánc nyoma (STEFAN 1999, fig. 2; 12. ábra). Jóval később, 2011. júniusában sikerült I. Olteannak, ugyancsak a növényzeti jelek segítségével egy kaput lefotografálnia az Aradhoz közeli lelőhelynél (HEEB et al. 2012, 49). 2012. június 19-én fényképeztük az akkor ismert másik nagy lelőhelyet, Cornești/Mezőzsadány – Iarcurit (Temes megye, Románia). Megdöbbentő volt észlelni a sánc kitűnő állapotát, vagyis azt, hogy az aktuális szántóföldi növénytől függetlenül mindenütt jól követhető (217. ábra). Az összesen 16 km hosszú sáncrendszer hosszabb szakaszairól (illetve az erődítés bizonyos belső részeiről) 2008-2011 között H. Becker vezetésével magnetométeres felmérések készültek. Ezeken jól azonosíthatók az árkok és a sáncok, továbbá számos kaput is sikerült feltérképezni (SZENTMIKLOSI et al. 2011, fig. 12-13). Részben az erődítésrendszer méretei (az erődítés szélső elemei a mérhe-

tő szakaszokon legalább 50 m-re vannak egymástól), részben viszonylagos jó állapota miatt a sáncrendszer különböző szakaszai a Google Earth-felvételek egy részének segítségével is tanulmányozhatók (SZENTMIKLOSI et al. 2011, fig. 3). 2013-ban elkészült az ALS-alapú felszínmodell, amin – lásd a ferde tengelyű légi fényképet (217. ábra) – megfigyelhető, hogy a kettős árok által közrefogott sáncok domborzatilag is jól elkülönülnek (NYKAMP et al. 2015, 81-82, fig. 3). A domborzatot tanulmányozva úgy tűnik, hogy Európa egyik legnagyobb alapterületű, több mint 1700 hektáros őskori sáncrendszere az előzményeket magába illesztve épült fel, kialakításánál a természetes védhetőséget feltehetően nem vették figyelembe.

Az utóbbi két évtized légi régészeti kutatásai során a Dunántúlon több helyen sikerült kettős árkokkal övezett területeket azonosítani. Hasonlóan az Alföldről ismert építményekhez, a helykiválasztásban nem, vagy csak másod-



217. ábra. Cornești/Mezőzsadány – Iarcu (Arad megye, Románia). A nagyméretű késő bronzkori erődítés-rendszer belső részének délnyugati részlete. 2012. június 19., Czajlik Z. felvétele

lagosan figyelhető meg a természetes adottságok kihasználása. Ugyanakkor nincs nyoma az árkok között futó sáncnak és az eddigi összes adat alapján ezek az árokrendszerek jóval idősebbek, a neolitikumban épülhettek.

Bakonybánk (Komárom-Esztergom vármegye) három, egymásba kapcsolódó kettős árkát O. Braasch fényképezte le 2002-ben (BRAASCH 2003, Abb. 15-16). Amint azt a légi felvétel készítője leírta, megjelenése alapján a Közép-Európa északnyugati részéről ismert, a vonaldíszes kultúrkörbe tartozó erődített településekre emlékeztet. E tekintetben fontos párhuzam lehet Asparn an der Zaya (Alsó-Ausztria, Ausztria), amelynek 24 hektáros területéről magnetométeres felmérés készült. Ezen a kettős árok mellett a telepjelenségek is megfigyelhetők (NEUBAUER et al. 1999), amelyek a feltárások alapján a vonaldíszes időszakra keltezhetők (NEUBAUER et al. 2010, 17). O. Braaschnak köszönhetően Németországból is ismerünk hasonló konstrukciókat, Kothingeichendorfnál (Dingolfing-Landau, Bajorország; CHRISTLEIN – BRAASCH 1982,

114-115), amely az ásatások alapján ugyancsak újkőkori.

Bertók G. és Gáti Cs. a neolitikus rondellák légi régészeti kutatása során Baranya vármegyében több olyan erődített telepet azonosított, amelyek ugyancsak e típusba sorolhatók. Feked – Laposnál jól felismerhető az ovális kettős árok, a domboldal bejárása során a Lengyel kultúra leletanyagát gyűjtötték össze (BERTÓK – GÁTI 2014, 32-35). Hasonló árokrendszer nyomait észlelték a Lengyel kultúra lelőhelyein Belvárdgyula – Nádasnál (BERTÓK – GÁTI 2014, 24-27), Magyar-sarlós – Kerekes-dűlőben (BERTÓK – GÁTI 2014, 48-49) és Nagykozár – Zámájur-dűlőben (BERTÓK – GÁTI 2014, 52-55).

2002-ben Czajlik Z. örökölt meg egy párhuzamos, de egymástól messze futó árkokból álló rendszert Bag – Görbe-dűlőnél (Pest vármegye) (CZAJLIK 2004, 1. kép). Az utóbbi lelőhelyet időközben az MRT kutatta, de keltezésében/értelmezésében felszíni leletek hiányában nem tudott előre lépni (DINNYÉS et al. 2012, 115-116). Véleményünk szerint megjelenése alapján őskori erődítés lehet.

6.9.4. A római kori erődítések légi fényképezése

Amint azt az őskori erődítések légi régészeti kutatásával kapcsolatban láthattuk, ennél a morfológiai főtípusnál nagyon fontosak az előzetes adatgyűjtések, topográfiai ismeretek. A római kori védművek esetében egyáltalán nem végeztünk szisztematikus légi fényképezést. Ugyanakkor Visy Zsoltnak és Szabó Máténak, illetve Mráv Zsoltnak köszönhetően számos publikált légi fényképpel és értelmezéssel rendelkezünk. Összefoglalásunk célja – a korábbi fejezetekhez hasonlóan – nem a római kori történeti, vagy régészeti kérdések, hanem az erődítések formájával, távérzékeléses megjelenésével kapcsolatos morfológiai sajátosságok ismertetése.

6.9.4.1. Erődítések a ripa Pannonica mentén

A jól azonosítható római kori négyszögsáncok, táborok már a II. világháború előtti szakirodalomban is szerepeltek. Példaként Hod Hill (Dorset, Nagy-Britannia) 1924. július 14-én fényképezett erődítését idézzük (BUTTLE et al. 1938, 28). Bainbridge (Yorkshire, Nagy-Britannia) ugyanitt (BUTTLE et al. 1938, 30) közölt fotója 1929. augusztus 19-én készült. Mindkét esetben legelőként használt területeken, a kora esti (19.00), illetve a reggeli (8.00) napsütés segítségével készültek a felvételek. Bainbridge esetében felmerülhet, hogy a konstrukciónak előzményei is voltak a területen. A R.A.F. fotója Neogrady S. összeállításában is szerepel (NEOGRÁDY 1948-1950, 3. ábra).

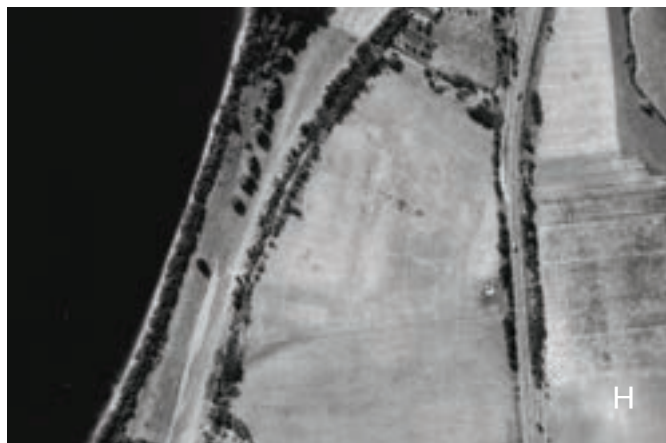
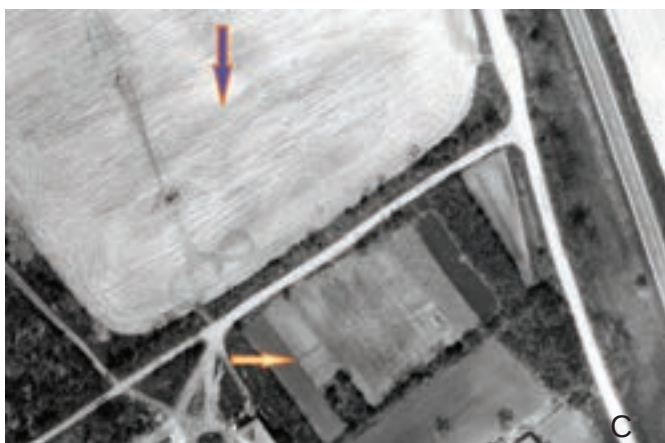
A hazai légi régészeti kutatásokban a kezdetektől meghatározó szerepe volt a Duna mente, különösen a jobb part – a római korban a *ripa Pannonica* - megismerésének. Ahogyan L. F. Marsigli számára biztos támpontot jelentett a Duna, úgy segítette a légi fényképezéseket is. Nagy jelentősége volt ennek a körülménynek a *limes*út, még inkább azonban a római határvédelmi rendszer részleteinek feltérképezésében. Közölt fotói alapján Neogrady S. is dolgozott a Duna mentén, Komárom és a mai Dunaújváros között biztosan. Talán nem véletlen azonban, hogy a fenti angliai példákhoz hasonló, a domborzati jelek alapján jól észlelhető római erődöket nem sikerült azonosítania. Érdekes kivétel a *Crumerum* (Nyergesújfalu, Komárom-Esztergom vármegye) római erődjéről készült felvétel

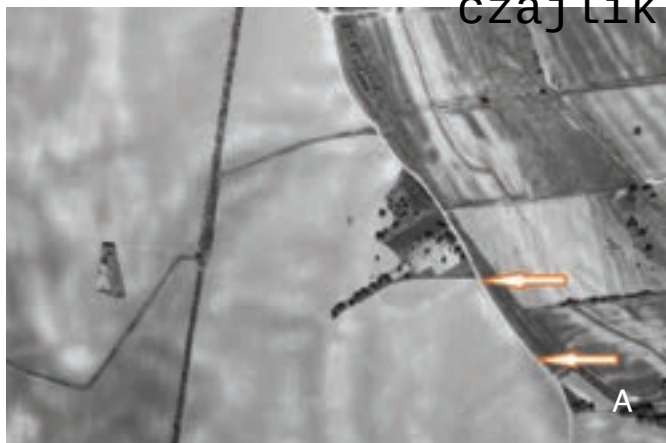
(NEOGRÁDY 1948-1950, 25. ábra). Ezen a ráépült 18. századi falak miatt az ókori védművek ugyan nehezen ismerhetők fel, az alaprajzot azonban utóbb Soproni Sándornak sikerült rekonstruálnia (SOPRONI 1976, 42). Ennek legfontosabb részeit a modern rekonstrukció is megerősítette (SCHILLING et al. 2020, 128-131).

A lelőhelyek állapotáról sokat elárul, hogy már az 1940-ben, a Duna mentéről készült légi felvételeken is a betemetődött erődítési árkok alapján voltak észlelhetők. Ezt figyelhetjük meg *Ad Mures* (Ács – Bumbum-kút, Komárom-Esztergom vármegye) esetében (VISY 1989, 36. ábra), ahol azonban az 1975-ös archív ortofotók alapján sikerült a mikrodomborzati eltéréseket is rekonstruálni (SIMON et al. 2024, 643). A katonai felmérések mappáit tanulmányozva elképzelhető, hogy *Brigetio* (Komárom-Szőny, Komárom-Esztergom vármegye) *legiotáborát* már 90 évvel ezelőtt sem mutatta jelentős domborzati eltérés, ugyanakkor a *fossa* nyoma jól látszik az archív légi felvételen (VISY 1989, 40. ábra). A sötét elszíneződés Annamatia (Baracs, Fejér vármegye) erődítményénél is a *fossára* utal (VISY 1989, 107. ábra).

Ugyancsak az 1940-es sorozatból származhat Tokod – Várberék (Komárom-Esztergom vármegye) római táborának (HORVÁTH et al. 1979, 341-344) legkorábbi elérhető légi felvétele. Ezen egyértelműen látszik, hogy a tábor teljes területe

218. ábra (szemközti oldal). Római erődök a ripa Pannonica magyarországi szakaszán. A: Tokod – Várberék (Komárom-Esztergom vármegye). 1962. szeptember 3., *fentrol.hu*, vö. VISY 2000, 70. ábra; B: Annamatia – Baracs – Sztánny-puszta (Fejér vármegye): falak nyoma a nyíllal jelölt részen. 2022. május 3., Google Earth-felvétel; C: Quadrata – Lébényszentmiklós-Barátföld-puszta (Győr-Moson-Sopron vármegye): a fossa nyomát kék, a belső vonalas jelenséget sárga nyíl jelöli. 1987. április 25., *fentrol.hu*; Alisca – Ócsény – Gábor-major (Tolna vármegye). 2017. június 15., Czajlik Z. felvétele; E: Tokod – Várberék Ny (Komárom-Esztergom vármegye). 2020. június 24., Czajlik Z. felvétele; F: Vetus Salina – Adony – Vöröskereszti-dűlő (Fejér vármegye). 2020. június 26., Google Earth-felvétel; G: Vetus Salina – Adony – Vöröskereszti-dűlő (Fejér vármegye), az egykori meder(?) nyomát nyíl jelöli. 2000. június 21., R. Gogúey felvétele; H: Annamatia – Baracs – Sztánny-puszta (Fejér vármegye). 1961. szeptember 27., *fentrol.hu*





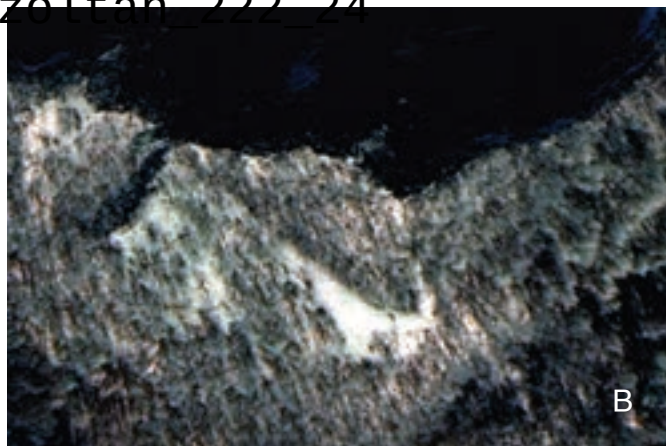
219. ábra. Altinum – Kölked (Baranya vármegye). A: az egykori Duna partján épült római erőd falait (U-alakú világos vonal) és rajta kívül haladó, valamint a külső erődítési árok nyomát nyilak jelölik. 1979. május 15., fentrol.hu; B: a belső mellett két(?) külső erődítési vonal nyoma látszik, amelyek esetleg egy korábbi bronzkori védműhöz tartozhattak. 2012. március 18., Google Earth-felvétel

akkor még mezőgazdasági művelés alatt állt. A ma álló, konzervált erődítményen kívül egy külső fal, illetve a tőle északnyugatra lévő római villagazdaság kerítőfala is megfigyelhető (VISY 1989, 49. kép). Egy későbbi, 1962. szeptember 3-án készült (218.A ábra) archív ortofotón látszik, hogy az ásatási szelvényekben álló falak mélyebben húzódtak, azokat csak a mélyszántás érte el (HORVÁTH et al. 1979, 342). Az archív ortofotón az ásatási szelvényeken kívül kivehetők az erőd akkor még fel nem tárt falai és tornyai, ami közvetve erősítheti gyanúunkat, hogy egy eltemetett, valószínűleg dombként (lásd a 18. századi első katonai felmérést) megmaradt erődítést kezdtek vizsgálni az 1920-as években indult korai ásatások során (HORVÁTH et al. 1979, 341-342). Ugyancsak világos elszíneződés figyelhető meg *Annamatia* (Baracs – Szitányi-puszta, Fejér vármegye; 218.B ábra) és *Altinum* (Kölked, Baranya vármegye; VISY 1989, 121. ábra) auxiliáris táborai esetében, amiből falra következtethetünk (VISY 1989, 121. ábra). Ezt *Altinum*-nál a közelmúltban remek geofizikai felmérés igazolta (LÓKI 2020).

A falak nyománál jóval gyakrabban észlelhető az erődítési árok nyoma. A legszemléletesebb példa erre *Azaum/Odiavum* (Almásfüzitő, Komárom-Esztergom vármegye). Egy 1966-os archív felvétel alapján (SZABÓ 2016, 32. kép) a Duna akkori magas vízállása miatt a fossában megjelent a talajvíz. Sajnos mára a területet egy vörösiszap-tárolóval töltötték fel, így kutathatlanná vált.

Quadrata (Lébényszentmiklós – Barátföld-puszta, Győr-Moson-Sopron vármegye) légi felvételein általában látszik a fossa északnyugati része (VISY 2003, 14. ábra), O. Braasch fotóján a saroktoronyok és a kivezető út (SZABÓ 2016, 96-99. kép), egy archív ortofotón pedig a táboron belüli vonalas jelenségek is megfigyelhetők (218.C ábra). *Alisca* (Őcsény – Gábor-tanya, Tolna vármegye; LÓKI et al. 2011, 93) erődje egyetlen általunk ismert archív fotón, vagy műholdas felvételen sem látszik. 2011-ben Szabó Máténak sikerült először megörökítenie (SZABÓ 2016, 82. kép), majd 2017-ben Czajlik Z. fényképezte le (218.D ábra). Mindkét esetben a növény-jelek segítettek, amelyek révén fal, saroktorony, továbbá talán néhány belső épület vált megfigyelhetővé. Ugyancsak a belső épületek nyomai látszanak a feltárt és részben rekonstruált részek mellett *Intercisa* (Dunaújváros, Fejér vármegye) auxiliáris táboránál (SZABÓ 2016, 85. kép).

Az archív légifotókon látható régészeti jelenségekkel kapcsolatban már említettük Tokod – Várberék (Komárom-Esztergom vármegye) erődítését. Konzervált falai távérzékeléses módszerekkel nem kutathatók, viszont közvetlen környezetében még szántóföldi gabonatermesztés folyik. Ennek köszönhetően sikerült a tőle keletre lévő dombokon egy őr/jelző(?) torony és egy csatlakozó árok(?) nyomának azonosítása 2020. júniusában (218.E ábra). A Simon Bencével 2022-ben elvégzett terepi helyszínelésünk alapján feltehetően római kori védmű maradványairól van szó.



220. ábra. Természetes magaslatokon épített római erődök a Duna mentén. A: Ram (Szerbia), 2011. június 9., Czajlik Z. felvétele; B: az erdős területen a hó és a ferde megvilágítás révén jól látszanak az erődítés maradványai: Esztergom – Hidegtelek-kereszt (Komárom-Esztergom vármegye), 2021. március 1., Google Earth-felvétel; illetve C: Pilismarót – Kishegy (Komárom-Esztergom vármegye), 2009. február 21., Google Earth-felvétel. D: a nyári lombosít ellenére, a hamis színes infra technikának és a ferde megvilágításnak köszönhetően jól megfigyelhetők Pone Navata (Visegrád – Sibirik-domb, Pest vármegye) konzervált falai, 1980. augusztus 18., fentrol.hu

Vetus Salina (Adony – Vöröskereszti-dűlő, Fejér vármegye) erődjének maradványai már nem figyelhetők meg (lásd: BARKÓCZI – BÓNIS 1954). A tőle nyugatra lévő terület viszont szántóföldi művelés alatt áll. Itt a feltárt építési fázisokkal azonos irányítású, a jelenlegitől teljesen eltérő parcella-rendszer látható (218.F ábra). A jelenség bizonyos részletei jól megfigyelhetők R. Goguey 2000-ben készült felvételén, sőt az a lehetőség is felmerülhet, hogy az erőd egy akkor még esetleg akadályt képező Duna-ágnak köszönhetően egy szigeten volt (218.G ábra). Hasonlóképpen, *Annamatia* (Baracs – Szitányi-puszt, Fejér vármegye) erődítésének jelentős részét is már a 19. századra elvitte a Duna (TEREI et al. 2011, 23-25). Azonban a korábban említett falak mellett (218.B ábra), az archív ortofotón egy, az erőd-höz illeszkedő parcella-rendszer figyelhető meg (218.H ábra).

Altinum (Kölked, Baranya vármegye; LÓKI et al. 2011, 98-99) újabb felvételein nemcsak az erőd-fal, hanem a *fossa*, sőt legalább egy külső árok nyoma is megfigyelhető. Az utóbbi(ak?) keleten a belső árokhoz hasonlóan a Dunához csatlakozhattak(?) be, nyugati oldalán pedig részben egy korábbi medret használhattak fel (219. ábra). Elképzelhető, hogy ez a második védőárok nem a római, hanem a bronzkori településhez tartozott (VISY 2000, 175. ábra, vö. SZABÓ 2016, 92-93. kép).

Amint láttuk, a légi fényképek alapján vizsgálható magyarországi római erődítések túlnyomó többsége lekerekített négyszög (törtvonalas) alakú, azaz egy korábban a Kárpát-medencében ismeretlen típust képviselnek. Hasonló, lekerekített négyszög alakú árkokkal védett, uniformizált konstrukciók légi fényképeit a Birodalom más

területeiről, így Németországból (Martinsen, Donau-Ries, Bajorország; CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, 183 és Bad Friedrichshall, Heilbronn, Baden-Württemberg; PLANCK et al. 1994, 159), viszonylag jóállapotú sánc/árok konstrukcióval Szerbiából (Ram, 220.A ábra) ismerjük. Ezért különösen érdekesek azok a formák, amelyek esetleg őskori előzményt követtek, vagy legalább egy korábbi magaslati település morfológiai adottságait felhasználva épültek ki. Esztergom – Hidegtelek-kereszt (Komárom-Esztergom vármegye) sáncának roncsai (lásd: HORVÁTH et al. 1979, 214-215) csak nehezen, téli időszakban, hóborítás, illetve ferde megvilágítás mellett láthatók meg (220.B ábra). Nem kizárt, hogy korábban vaskori magaslati település volt ott. *Lussonium* (Dunakömlőd – Bottyánvár, Tolna vármegye; MIKLÓS 2007, 75-76) és *Lugio* (Dunaszekcső – Várhegy, Baranya vármegye, VISY 1989, 120. ábra) esetében pedig nagy valószínűséggel a bronzkori kontúrvonalas (szinttartó) típusú erődítések helyén épültek ki a római auxiliáris táborok. *Ad Herculem* (Pilismarót - Kishegy, Komárom-Esztergom vármegye, római erődítése esetében is egy hasonló, hosszúkas dombplatót használtak fel a kőfallal övezett terület kialakítására. Ebben az esetben sem zárható ki az őskori előzmény (HORVÁTH et al. 1979, 284-285) (220.C ábra). Az itt említettek közül Bottyánvár római erődítését részlegesen helyreállították a közelmúltban, még jobban megfigyelhetők azonban a légi felvételen *Pone Navata* (Visegrád – Sibrik-domb, Pest vármegye, SOPRONI 1976, 64-65) konzervált falai (220.D ábra).

A *ripa Pannonica* kutatása során a *limes*sút és az erődök mellett az őrtornyok, vagy jelzőtornyok azonosításában volt/van nagy szerepe a légi fényképezésnek. Ez annak ellenére igaz, hogy nem egyszerű feladat az észlelésük. Mind az archív felvételek átnézése, mind a repülések során a legtöbb segítséget a *limes*sút jelenti, amelyet követve könnyebb a viszonylag kisméretű, négyzetes (vagy rombusz-, esetleg köralakú) formák felismerése. Sok esetben egy-egy *burgus* teszi lehetővé a vonalas jelenség, vagyis az útnyom keltezését is (pl. RADNAI 1940, 63-64, XVI. tábla). A távérzékeléses módszer nemcsak az egykori építmények azonosítását és formájuk meghatározását, hanem számos további részlet felismerését teszi lehetővé. Ezek közül talán a legfontosabb a falak konstrukciója, illetve a *fossa*,



221. ábra. Régészeti légi fényképezéssel, illetve műhold segítségével megfigyelt burgusok. A-B: Adony – Gázelosztó (Fejér vármegye), 2017. június 15., Czajlik Z. felvételei; C: Ercsi D, 2022. január 11., Google Earth-felvétel

nem szokatlan azonban az egykori faépületre utaló(?) belső sötét elszíneződés sem a képeken. Ritkábban, de felismerhetők a kettős árkok, sőt esetenként kettős falra utaló jeleket is megfigyelhetünk. Táblázatunkat a publikált adatok alapján állítottuk össze, amelyet két esetben az ELTE BTK RTI Légitérítéskészítési Archívumának néhány közöletlen felvételével egészítettünk ki (221. ábra). Az archív ortofotók túlnyomó többsé-

Lelőhelynév	Vármegye	Fal/Fossa	Légi foto	Forrás
Abda – <i>Quadrata</i> 3	Győr-Moson-Sopron	+/-	HI-9327	VISY 2000, 15. ábra; LÓKI et al. 2011, 41. ábra
Adony – <i>Vetus Salina</i> 3.	Fejér	?/+	HI-69 425-1940	TEREI et al. 2011, 5. ábra
Adony – <i>Vetus Salina</i> 8.	Fejér	-/2x, belül sötét négyzet	Otto Braasch, PLT 2613	VISY 2000, 103. ábra; LÓKI et al. 2011, 68. ábra
Adony – <i>Vetus Salina</i> 11.	Fejér	-/2+	Otto Braasch, 2008. május 24.	SZABÓ 2016, 79. kép
Adony – Gázelosztó 1	Fejér	-/+	Czajlik Zoltán, 2017. június 15.	ELTE RTI Légi Fotó Archívum
Adony – Gázelosztó 2	Fejér	-/+	Czajlik Zoltán, 2017. június 15.	ELTE RTI Légi Fotó Archívum
Ács – Ad Mures 1.	Komárom-Esztergom	világos folt	HI 22 766	VISY 2000, 24. ábra
Baracs – <i>Annamatia</i> 1.	Fejér	+/-	HI-69 430-1940	VISY 2000, 111. ábra; TEREI et al. 2011, 10. ábra
Baracs – <i>Intercisa</i> 7.	Fejér	+/-	FÖMI 8145/4272; HI-39 817-1940	VISY 2000, 108. ábra; TEREI et al. 2011, 12. ábra
Baracs – <i>Intercisa</i> 14.	Fejér	+/-	HI-44 065 – 1940?	TEREI et al. 2011, 13. ábra
Baracs – <i>Intercisa</i> 18.	Fejér	rombusz-alakú, sötét folt	HI-69 429-1940	TEREI et al. 2011, 14. ábra
Báta – <i>Ad Statuas</i> 2.	Tolna	-/+	archív ortofotó	VISY 2000, 170. ábra
Báta – <i>Ad Statuas</i> 3.	Tolna	-/+	archív ortofotó	VISY 2000, 170. ábra
Bezenye – <i>Gerulata</i> 4.	Győr-Moson-Sopron	-/+	Szabó Máté, PLT 31482	LÓKI et al. 2011, 35. ábra
Bölcske – <i>Annamatia</i> 7.	Tolna	-/+, belül sötét folt	Szabó Máté, PLT 23086	VISY 2000, 122. ábra; LÓKI et al. 2011, 78. ábra
Bölcske – <i>Annamatia</i> 8.	Tolna	-/+, belül sötét folt	FÖMI 8260/487	VISY 2000, 115. ábra
Bölcske – <i>Annamatia</i> 9.	Tolna	+/+	Otto Braasch	VISY 2000, 124. ábra
Bölcske – <i>Annamatia</i> 11.	Tolna	-/+	Szabó Máté, 31144	LÓKI et al. 2011, 80. ábra

222.A ábra. Burgusok a ripa Pannonica magyarországi szakasza mentén. A fotóval dokumentált közlések, illetve az ELTE BTK RTI Légitérítéskészítési Archívuma alapján. A felvételeken nem látható, illetve felismerhető falat, vagy fossát, továbbá ezek számát -/+2+ jellel kódoltuk

gét Visy Zs. azonosította és publikálta, a reprodukciókat (VISY 2000) azonban csak akkor vet-tük figyelembe, ha – nem megkérdőjelezve Visy Zs. eredeti észleléseit – az adott *burgust* egyér-telműen fel tudtuk ismerni. Emellett R. Goguey, O. Braasch, Miklós Zs., Szabó M., Rupnik L. és

Czajlik Z. nevéhez fűződnek sikeresen felderített őrtornyok/jelzőtornyok (222. ábra). Az archív fel-vételek túlnyomó többsége a vegetációs idősza-kon kívül készülhetett, így esetükben talaj-jeleket figyelhetünk meg. Főként a *burgusokhoz* tartozó fossák talaj-jelként is megmutatkozhatnak a fer-

Lelőhelynév	Vármegye	Fal/Fossa	Légi-fotó	Forrás
Dunakömlőd – <i>Annamatia</i> 9.	Tolna	-/+ , belül sötét folt	HI 40 293	VISY 2000, 117. ábra
Dunaújváros – <i>Intercisa</i> 3.	Fejér	-/2+ , belül sötét négyzet	HI-39 645-1950	TEREI et al. 2011, 22. ábra
Dunaújváros – <i>Intercisa</i> 8.	Fejér	+/-	1940	TEREI et al. 2011, 23. ábra
Dunaújváros – <i>Intercisa</i> 9.	Fejér	-/- , belül sötét négyzet	HI-39 823-1951	TEREI et al. 2011, 24. ábra
Dunaújváros – <i>Intercisa</i> 13.	Fejér	+/- , belül sötét téglalap	HI-39 650-1951	TEREI et al. 2011, 25. ábra
Dunaújváros – <i>Intercisa</i> 15.	Fejér	-/2+ , belül sötét téglalap	HI-39 650-1951	TEREI et al. 2011, 26. ábra
Dunaújváros – <i>Vetus Salina</i> 6.	Fejér	-/2+ , belül sötét, 45 fokban álló négyzet	HI-39 645-1951	TEREI et al. 2011, 29. ábra
Ercsi – <i>Matrica</i> 2.	Fejér	-/+	archív ortofotó, VISY 1989, 88. kép	TEREI et al. 2011, 87. ábra
Ercsi-Sinatelep – <i>Matrica</i> 5.	Fejér	2+/-	René Goguey, 2000. június 20.	GOGUEY et al. 2003, 4-5. kép
Ercsi – <i>Matrica</i> 9.	Fejér	-/+ , rombusz alakú?	HI-69 422-1940	VISY 2000, 90. ábra; TEREI et al. 2011, 31. ábra
Ercsi – <i>Matrica</i> 11.	Fejér	-/+	HI 68 449 Miklós Zsuzsa, 2003. június	VISY 2000, 91. ábra; TEREI et al. 2011, 33. ábra
Ercsi-Bezdán – <i>Matrica</i> 14.	Fejér	2x/- , belül világos folt	René Goguey, 2000. június 20.; Czajlik Zoltán, 2008. június 11.	BÖDŐCS 2007, 5. ábra
Ercsi – Fekete-tói-dűlő, <i>Matrica</i> 15.	Fejér	+/-	René Goguey, 2000. június 20.	BÖDŐCS 2007, 6. ábra
Fadd – <i>Lussonium</i> 6.	Tolna	-/+ , belül két sötét folt	Visy Zsolt, 1988	VISY 2000, 141. ábra
Fadd – <i>Lussonium</i> 10.	Tolna	-/+ , belül két sötét folt	Otto Braasch Szabó Máté, PLT 31099	VISY 2000, 142. ábra; LÓKI et al. 2011, 85. ábra
Gönyű – Arrabona 5.	Győr-Moson-Sopron	-/2+ , belül sötét folt	HI 9594	VISY 2000, 16. ábra
Győrszentiván – Arrabona 4.	Győr-Moson-Sopron	-/2+ , belül sötét folt	HI 9594	VISY 2000, 16. ábra
Győrszentiván – Arrabona 8.	Győr-Moson-Sopron	-/2+	HI 9412/A	VISY 2000, 18. ábra

222.B ábra. Burgusok a ripa Pannonica magyarországi szakasza mentén. A fotóval dokumentált közlések, illetve az ELTE BTK RTI Légitérégészeti Archivuma alapján. A felvételeken nem látható, illetve felismerhető falat, vagy fossát, továbbá ezek számát -/+2+ jellel kódoltuk

de tengelyű fotókon (pl. SZABÓ 2016, 71. ábra; CZAJLIK et al. 2019, fig. 16), ugyanakkor az új észlelések jelentős része a növény-jeleknek köszönhető. A talaj-jelek magas száma megfelel annak az általános tapasztalatnak, amit az erődítési árkok (vagy a halomsírok körárai) eseté-

ben korábban már bemutattunk. A kis alapterület ellenére tehát viszonylag mélyre ásott konstrukcióról van szó. Erre utal az is, hogy ritkán, de a Google Earth rendszer vegetációs időszakon kívül készült felvételei segítségével is azonosíthatók (222.C ábra). Az 1940-től a közelmúltig

Lelőhelynév	Vármegye	Fal/Fossa	Légi-fotó	Forrás
Horvátkimle – Ad Flexum 2.	Győr-Moson-Sopron	-/+ , belül sötét folt	HI 9173	VISY 2000, 13. ábra
Ivácsa – Matrica 12.	Fejér	-/+	HI-68 449-1940	TEREI et al. 2017, 45. ábra
Kisapostag – Intercisa 4.	Fejér	-/+ , keresztező útnyommal	HI-39 823-1951	TEREI et al. 2011, 49. ábra
Kisapostag – Intercisa 5.	Fejér	-/2+ , belül sötét folt	HI-39 823-1951; Szabó Máté, PLT 31001	TEREI et al. 2011, 50. ábra; LÓKI et al. 2011, 70. ábra
Kisapostag – Intercisa 6.	Fejér	-/+ , belül sötét folt	Szabó Máté, PLT 31185	LÓKI et al. 2011, 71. ábra
Kisapostag – Intercisa 7.	Fejér	-/2+	HI 69 429; Szabó Máté, 2009. június 18.	VISY 2000, 110. ábra; SZABÓ 2016, 89. kép
Kisapostag – Intercisa 10.	Fejér	-/+ , belül sötét folt	Szabó Máté, PLT 31185	LÓKI et al. 2011, 71. ábra
Komárom – Ad Mures 4.	Komárom-Esztergom	-/+ , belül sötét folt	HI 22 771	VISY 2000, 31. ábra
Kulcs – Vetus Salina 9.	Fejér	2+/-	René Goguey	TEREI et al. 2011, 54. ábra
Nagyszentjános – Arrabona 10.	Győr-Moson-Sopron	-/2+	HI 9724	VISY 2000, 22. ábra
Neszmély – Odiavum/Azaum 5.	Komárom-Esztergom	hó-jel, árnyékhajtás	Szabó Máté/Czajlik Zoltán	LÓKI et al. 2011, 51. ábra; CZAJLIK et al. 2019, fig. 6
Pilismarót – Solva 18.	Komárom-Esztergom	sötét folt (a burgus dombja)	Visy Zsolt	VISY 2000, 75. ábra
Rácalmás – Vetus Salina 8.	Fejér	-/2+ , belül sötét négyzet	Otto Braasch, 1994. június 10.	TEREI et al. 2011, 67. ábra; SZABÓ 2016, 83. kép
Rácalmás	Fejér	2+/-	René Goguey, 1993.	GOGUEY – SZABÓ 1995, 62. kép
Öttevény – Quadrata 1.	Győr-Moson-Sopron	-/2+	Otto Braasch, 2008. május 23.	SZABÓ 2016, 87. kép
Süttő – Kissánc	Komárom-Esztergom	-/2+	fentrol.hu/Rupnik László	CZAJLIK et al. 2019, fig. 16
Százhalombatta – Matrica 1	Pest	világos folt	?	VISY 2000, 95. ábra
Szekszárd – Alisca 2	Tolna	+/- , világos folt	FÖMI 8145/4170	VISY 2000, 167. ábra
Tolna-Mözs – Alta Ripa 1	Tolna	-/2+	HI 44 022, Visy Zsolt, Szabó Máté, 2008. február 7.	VISY 2000, 156. és 158. ábra; SZABÓ 2016, 292. kép

222.C ábra. Burgusok a ripa Pannonica magyarországi szakasza mentén. A fotóval dokumentált közlések, illetve az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archívuma alapján. A felvételeken nem látható, illetve felismerhető falat, vagy fossát, továbbá ezek számát -/+2+ jellel kódoltuk

légi fényképek alapján térképezett legalább 55 őrtorony, vagy jelzőtorony a hazai limes-szakasz ismert burgusainak jelentős hányadát alkotja. Ráadásul a tényleges számuk nagyobb, mert itt csak azokat vettük figyelembe, ahol nemcsak az

azonosítás tényét tudjuk, hanem a (felismerhetően) publikált felvétel is rendelkezésre áll. Még feltűnőbb a légitérészeti módszer eredményessége, ha a Gerecse és az Érd/Battai-plató közötti, nehezen kutatható szakaszon kívüli részeket

vizsgáljuk. Különösen *Matrica* erődjétől délre, Fejér megyében sikerült sok *burgust* azonosítani. Ebben – akár az archív anyagot, akár a régészeti célú légi fényképezéseket tekintjük – fontos szerepe volt a jó észlelési lehetőségeknek. Intenzív kutatásukkal, az archívumok anyagának további átnézésével jelentősen növelhető lenne az ismert őrtornyok/jelzőtoronyok száma. Több esetben tapasztalhatjuk, hogy egyetlen, jó pillanatban készült archív (pl. VISY 2003, 110., 170. ábra), vagy régészeti célú (SZABÓ 2016, 71. ábra) légi fényképen akár több *burgus* is megfigyelhető, köszönhetően a köztük lévő viszonylag kis távolságnak. Az egész magyarországi *limes*-szakaszra vetítve, óvatos becsléssel hasonló nagyságrendű, ma még ismeretlen őrtorony/jelzőtorony távérzékeléses azonosítására látunk lehetőséget. Ezt igazolják a közelmúlt geofizikai felmérései is, amelyek során Ercsőtől délre két, korábban nem regisztrált *burgust* azonosítottak (NAGY – STIBRÁNYI 2020, fig. 6-7).

6.9.4.2. Az ún. belső erődök

A Magyarország területéről ismert pannoniai, ún. belső erődök funkcionális és topográfiai kérdéseivel a közelmúltban Visy Zs. (VISY 2018) és Heinrich-Tamáska O./Szabó M. (HEINRICH-TAMÁSKA – SZABÓ 2019) foglalkoztak részletesen. Minthogy mind Környe (Komárom-Esztergom vármegye), mind Ságvár (Somogy vármegye) beépített területen vannak, légi régészeti kutatásra Keszthely – Fenékpuszt (Zala vármegye) és Kapospula-Alsóhetény – Süllyedtvár (Tolna vármegye) alkalmasak. Előbbi távérzékeléses kutatásának eredményeit a közelmúltban foglalta össze Rupnik L., Czajlik Z. és Bödőcs A. A részben álló falak (az erődítés déli kapuja) és a terület egykori és jelenlegi mozaikos művelése számos felvétel komparatív elemzését tette szükségessé. Az archív katonai légi felvételek közül az 1950-1952-es, az 1953-1959-es, az 1963-as, az 1983-as, a fentrol.hu archívumából az 1959-es, az 1971-es, az 1976-os és az 1980-as szériákat, a VÍZDOK archívumából az 1976-os a MÁFI gyűjteményéből az 1985-ös képeket néztük át, illetve dolgoztuk fel. A Civertan Bt. 2006-ban, Straub P. 2002-ben és 2012-ben, továbbá Czajlik Z. 2010-ben, 2015-ben és 2016-ban rendszeres légi régészeti kutatást végeztek a területen. Az adathalmaz értelmezését Rupnik L. végezte el, aki a késő római erődítés, a falak,

egy árokrendszer (paracellázás), utak, illetve az erőd belső területén kőépületek nyomát térképezte fel (RUPNIK et al. 2022, Abb. 12, ill. 10). A nagytáblás mezőgazdasági művelés jóval kedvezőbb feltételeket biztosít Kapospula-Alsóhetény – Süllyedtvár 20 hektáros területének és környezetének távérzékeléses kutatásához. 1996-2011 között részben O. Braasch, részben Szabó M. rendszeres légi régészeti kutatást folytattak a zónában, ami 2016-ban nagyfelületű quadrokopteres térképezéssel egészült ki. Ezek feldolgozása során Szabó M. domborzatmodellt fejlesztett, amelyen az erődítés melletti település kőépületei és egyéb jelenségei is ábrázolhatóvá váltak (SZABÓ et al. 2022, Abb. 10 és 14). Korábban említettük az itt azonosított római sírkerteket (SZABÓ et al. 2022, Abb. 17-18), az erődítés, illetve a kőépületek pontos feltérképezésében/vizualizációban pedig a légi felvételek szegmentált feldolgozása biztosította a legjobb eredményeket (SZABÓ et al. 2022, Abb. 19, 22, 29). Bizonyos zónákban nagyon hasznosnak bizonyult a hamisszínes légi fényképezés (SZABÓ et al. 2022, Abb. 21, 41). A részletes elemzés alapján a délkeleti, a délnyugati, valamint az északnyugati kőfal előtt húzódó árok-részletek is kimutathatók voltak (SZABÓ et al. 2022, Abb. 19, 22, 29, ill. Abb. 38-40).

A légi fényképes módszer célpontjaként felmerülhetnek még Tác – Gorsium (Fejér vármegye) erődítései, ezek modern távérzékeléses kutatását azonban paradox módon épp a régészeti feltárások, illetve a romterület kialakítása akadályozta meg. Visy Zs. felvetése nyomán a szabadbattyáni római villa környezetével viszont érdemes lenne az esetleges védművek szempontjából foglalkozni (VISY 2018, 238-239). Erre buzdíthat a tokodi késő római „erődített” villa esete is, amelynek sikeres légi fényképezését már korábban bemutattuk (87. ábra).

6.9.4.3. Az időszakos táborok

A légi fényképezés előnyei a jelző- vagy őrtornyok esetében régóta nyilvánvalók. Néhány ásatással felfedezett kivételtől (pl. Bernhardstahl, Alsó-Ausztria, Ausztria, RAJT-ÁR 1997a, 64) eltekintve még inkább igaz ez azon időszakos, gyakorló, menet-, esetleg földtáborokra, amelyeket később nem építettek át állandó (kő)erődítéseké. Ezen, általában rövid

életű védművek felfedezése régiónkban tudomásunk szerint jóformán kizárólag a levegőből történt. Az első légi fényképek alapján dokumentált lelőhelyeket Ausztriából, a limestől északra (Engelhartstetten, Fels am Wagram, Kollnbrunn, Plank am Kamp: mind Alsó-Ausztria, Ausztria; FRIESINGER 1985) ismerjük. Térségünkben először I. Kuzma azonosított római időszakos táborokat, aki *Celamantia* (Iža/Izsa – Leányvár, Komáromi járás, Nyitrai kerület, Szlovákia) zónájában a korábban már említett római auxiliáris tábortól nyugatra öt erősség nyomait fényképezte le 1990. május 31-én (RAJTÁR 1992, Abb. 4). A publikált felvételen két, lekerekített négyszög alaprajzú, bejárat nyílásokkal megszakított konstrukció figyelhető meg (BÁLEK et al. 1997, 122). Kevésbé jól kivehetően, de archív térképészeti légi fotók segítségével is azonosíthatók a római időszakos táborok. A fentrol.hu 1969-es anyagain *Celamantiától* keletre (RAJTÁR 2019, Abb. 2) további öt négyszög-alakú jelenség maradványai figyelhetők meg (SZABÓ 2016, 6. kép). Ugyancsak római tábornyomokat örökölt meg I. Kuzma Radvaň nad Dunajom/Dunaradvány – Virtnél (Komáromi járás, Nyitrai kerület, Szlovákia; BÁLEK et al. 1997, 140, vö. RAJTÁR – HÜSSEN 2020, Abb. 12). Nemcsak a Duna bal partját követve, hanem az egykori betorkolló vízfolyások mentén is azonosították az időszakos táborok nyomát. Ezek közé tartozik a Chotin (Hetény, Komáromi járás, Nyitrai kerület, Szlovákia), amelynek ugyancsak lekerekített négyszögletű alaprajza lehetett, bár ez ma már csak részben igazolható (RAJTÁR – HÜSSEN 2020, fig. 17). További két lelőhelyet ismerünk a légi fényképek révén *Crumerum* – Nyergesújfalu (Komárom-Esztergom vármegye) római erődjével szemben, a Zsitva torkolatánál, Mužla/Muzsla (Komáromi járás, Nyitrai kerület, Szlovákia) határában. Ezek alaprajza azonban – különösen a geofizikai térképezés eredményeinek ismeretében – olymértékben atipikusnak tűnik, hogy római időszakos táborként való meghatározásuk újabban megkérdőjeleződött (RAJTÁR – HÜSSEN 2020, 194-195). A Csallóköz nyugati részén, a korábbiakhoz hasonlóan légi fényképezéssel azonosította I. Kuzma 2000-ben a Hviezdoslavov (Vörösmajor, Dunaszerdahelyi járás, Nagyszombati kerület) melletti római tábort. Sarkai lekerekítettek, a sáncárkot bejárat nyílások

szakítják meg (RAJTÁR – HÜSSEN 2020, fig. 24). Modern és archív térképészeti célú légi fényképek révén lehetett két további, ugyancsak lekerekített négyszög alaprajzú tábort azonosítani Cifer-Pácnál (Pusztapát, Nagyszombati járás, Nagyszombati kerület, Szlovákia; RAJTÁR – HÜSSEN 2020, 197-199). Nem említettük, mert a légi felvételeken ritkán figyelhető meg, de a magnetométeres térképezésnek köszönhetően általában kimutatható a bejárat nyílások elé ásott titulum, azaz egy rövid, az erősítési árokhoz hasonlóan V-keresztmetszetű árok (RAJTÁR – HÜSSEN 2020, fig. 31).

1991-ben Csehországban, *Pannonia Superior* északi határától északra, a Thaya-völgyében Mušovnál, az ismert állandó tábor zónájában négy időszakos tábor nyomát fényképezték le, amelyek ugyancsak lekerekített négyszög-alakúak (RAJTÁR 1997a, fig. 8). Ezt követően intenzív nemzetközi légi régészeti kutatási program indult, amelynek köszönhetően számos újabb erősítést fedeztek fel (RAJTÁR 1997a, 65-66). Ezek kisebb része Alsó-Ausztriában, többségük Morvaországban található, lekerekített négyszög alaprajzuk és méreteik a *Pannonia Inferior* északi határától északra felderített erősítésekkel vethető össze (összefoglalóan: KOMORÓCZY et al. 2020).

A *brigetioi* időszakos táborok nyomait 1994-ben sikerült először dokumentálnia O. Braaschnak. A légi fotó alapján a BRI-V-ös tábor védműve szabályos, lekerekített sarkú négyszög (BRAASCH 2003, Abb. 1-2). O. Braasch más, ugyanekkor készített felvételén – *Celamantiához* hasonlóan – az ároknyomok megszakadása, azaz a bejárat nyílások helye is megfigyelhető (SZABÓ 2016, 100. kép). Ugyanazon vízfolyás mentén kissé délebbre található a BRI-XIX-es tábor, amelyet 1998-ban sikerült R. Gogueynek megörökítenie. Ennek délkeleti oldalán a lekerekített sarkok mellett a bejárat nyílás, az utóbbi előtt a *titulum*(?) is megfigyelhető (223.A ábra). Az 1990-es évek régészeti célú légi fényképezései során 16 (VISY 2000, 36-52. ábra), archív felvétel alapján további két (VISY 2000, 53-55. ábra) lekerekített sarkú négyszög-alakú erősítés nyomait lehetett dokumentálni. A jelenleg ismert 34(?) erősség többsége ritkán látszik. Tapasztalataink alapján a Szőny-füzitői-csatorna mentén lévők valamivel



223.ábra. Időszakos római katonai táborok Brigetiotól (Komárom-Szöny, Komárom-Esztergom vármegye) délre. A: BRI XIX-es tábor, 1998. június 7., R. Gogúey felvétele; B: BRI V-ös tábor, 2009. június 14., Czajlik Z. felvétele



224. ábra. Időszakos római katonai tábor nyoma Bölcske – Sík-hátnál (Tolna vármegye). 2010. június 19., Czajlik Z. felvétele

jobban megmutatkoznak (pl. BRI V (223.B ábra), XII/XXXIII: SZABÓ 2016, 106-107. kép; illetve X-XI). Gyakran látszik még a XIX-es tábor (223.A ábra; ill. SZABÓ 2016, 108. kép), a tőle délebbre esőket nekünk még nem sikerült észlelni. Amíg a szlovákiai, ausztriai és csehországi föld-táborok esetében a geofizikai térképezés és a szondázó ásatások viszonylag gyorsan követték a légi fényképezéseket, addig *Brigetiótól* délre csak 2015-2016-ban indultak meg a terepi munkák. Ezek során 12 időszakos tábort vizsgáltak, amelyek közül a BRI VI, a XI és a XXII-XXIII. esetében római kisbronz-leletek igazolták a védművek létrejöttét a Kr. u. 2. században (SZABÓ et al. 2020, fig. 4, 7-8). Morfológiai szempontból különösen tanulságosnak bizonyult a BRI-XI-es tábor, amelynek minden oldalán volt bejárati nyílás, sőt a félkör-alakú elővédműveket (clavicula) is lehetett azonosítani. Amíg a légi felvételeken biztosan csak a BRI-VI-os sáncnál ismerhető fel a titulum, addig a geofizikai felmérés ezt további három tábornál (BRI XIX, XXII, XXIII) egyértelműen kimutatta (SZABÓ et al. 2020, Table 1). Ugyanakkor fontos eredmény, hogy a BRI VII-es

árokrendszer újkorinak (SZABÓ et al. 2020, 82-83), a XXX-XXXI-es pedig Árpád-korinak bizonyult (SZABÓ et al. 2020, 93-94). Amíg azonban a VII-es esetében már a sarkok lekerekítésének hiánya is feltűnhet, addig a XXX-XXXI-esnél nincs ilyen nyilvánvaló morfológiai eltérés.

A feltárásoknak köszönhetően részletes adatokkal rendelkezünk a V-alakú árok dimenzióiról (SZABÓ et al. 2020, Table 1.). Közülük a szántatlan zónába (talaj, C-szint) mélyülő részek nagysága/mélysége összefüggésben lehet az időszakos táborok észlelhetőségével. Ugyancsak tovább vizsgálendő az erődítések tájolása, amelyeket érdemes lesz összevetni részben a terület morfológiai preformáltságából következő irányokkal, illetve a canabae zónájában és Komárom – Vasállás lelőhelyen korábban kimutatott árokrendszerek orientációjával. A Duna mindkét oldalán légi fényképezéssel kimutatott római kori erődítésrendszerek kutatásának különös jelentőséget ad a *Brigetio* – *Celamantia* között a közelmúltban kimutatott híd nyomai (DAŇOVÁ et al. 2020).

A kérdéskör kutatói szerint a Római Birodalom határán kívül épített erősségeket a markomann háborúk idejére lehet keltezni (ERDRICH et al. 2020), és ugyanez vonatkozhat a csak gyakorló, vagy nagyon rövid ideig használt menettáboroként létesített *brigetiói* védművekre is (SZABÓ – VISY 2011, SZABÓ et al. 2020).

A légi fényképezéseknek köszönhetően a tartomány más területeiről is vannak adataink a fent bemutatottakhoz hasonló, lekerekített négyszög alakú zárt területekről. Bölcske – Sík-hátnál (Tolna vármegye) egy nagyobb négyszög alakú terület két oldala mutatkozott meg. Az őket összekötő sarok formája nem egyértelmű, ugyanakkor az egyik sáncárok megszakítása jól látszik, sőt a búza világosabb elszíneződése az egész védett terület környezeténél magasabb fekvésére utalhat (224. ábra). Amíg ennek a lelőhelynek az időszakos táboroként való értelmezése kétséges, addig Sárbogárd – Gombócleső (Fejér vármegye) esetében a lekerekített sarkok, a bejárat nyílások és különösen a *clavicula* alapján nem lehet kétséges az interpretáció. A Sárvíz keleti partján található lelőhelyet O. Braasch 1997-ben azonosította (BÁLEK et al. 1997, 151), az elővédművek az 1999-es légi fényképezés során mutatkoztak meg (VISY 2000, 71, TEREI et al. 2011, 84).

Mursella (Árpás/Mórichida - Dombiföld, Győr-Moson-Sopron vármegye) légi régészeti kutatása során említettük, hogy a városias jelenségek mellett Szabó M. egy lekerekített téglalap-alaprajzú római tábor nyomait is azonosította (SZABÓ 2007), amelynek hosszanti oldalán bejárat nyílás volt (SZABÓ 2016, 92-93). A magyarnémet együttműködés keretében elvégzett magnetométeres felmérések és a 2011-es újabb légi fényképezések alapján ugyanitt további két erődített terület rekonstruálható (TEICHNER 2021, 60-63). Az *Arrabona* – *Savaria* út Rábán való átkelőjének megerősítése nem egyedülálló Pannonia nyugati részén. A beépítettsége miatt légi fényképezéssel nem kutatható *Salla* (Zalalövő, Zala vármegye) esetében a Borostyánút Zala-folyón való átkelésénél volt a korai tábor (REDŐ 2003). Kemeneshőgyésznél (Veszprém vármegye) viszont egy 2022-es légi fotó alapján következtethetünk a Marcalon való átkelés megerősítésére. A folyótól keletre azonosított, kisméretű, kettős lekerekített téglalap-

alakú jelenség érdekessége, hogy alaprajzi értelemben szoros hasonlóságot mutat (225. ábra) a Katafa-Várdombnál (Vas vármegye, a Borostyánkő-út Rábán való átkelője) ismert római őrtoronnyal/kiserőddel (CSERMÉNYI – TÓTH 1984). Megjegyzendő ugyanakkor, hogy morfológiai szempontból hasonlóan jó párhuzamot ismerünk Tolna vármegyéből, Dalmand – Sanci-dűlőből. A lelőhelyet Rómer F. római castrumként írta le, ugyanakkor a terepbejárás, illetve a szondázó ásatáson csekély mennyiségben gyűjtött/feltárt leletek a 12/13., illetve a 15/16. századra keltezhetők (MIKLÓS 2007, 159-167).

Amint láttuk, a római erődítések kialakításában meghatározó szerepe volt a lekerekített (esetleg torzult) négyszöget formáló, a kártyalapra emlékeztető körvonalú, V-keresztmetszetű sáncoknak. Ezek elhelyezésében csak bizonyos esetekben ismerhetők fel azok az elgondolások, amelyeket az őskori erődítések morfológiai osztályozása során bemutatunk. A Dunamente több erődjénél (pl. *Pone Navata*/Visegrád – Sibrik-domb, Pest vármegye; *Lussonium*/Bölcske - Bottyánsánc, Tolna vármegye; *Lugiol*/Dunaszekcső – Várhegy, Baranya vármegye) megfigyeltük a falkonstrukció kontúrvonalas, treplépcsőt követő kialakítását. Tagoltabb terepen azt is gyakrabban láttuk, hogy az őrtornyokat/jelzőtoronyokat nehezebben megközelíthető, esetleg promontor-típusú területeken építik fel (pl. *Azaum/Odiavum* 5 Neszmély (Komárom-Esztergom vármegye) határában: CZAJLIK et al. 2019, fig. 6). *Altinum*/Kölked (Baranya vármegye) *castruma* pedig a vízfolyásparti erődítések közé is besorolható.

6.9.5. A középkori erődítések légi fényképezése

A középkori erődített helyek légi fényképes kutatásával nem foglalkoztunk az őskoriakhoz hasonló intenzitással. Kivételt képez Borsod-Abaúj-Zemplén és Pest Vármegye területe. Az északkelet-magyarországi régióban a 2000-es évek legelején, az Aggteleki Nemzeti Park, illetve a Herman Ottó Múzeum (Pusztai T.) felkérésére végeztünk dokumentációs munkát. Pest vármegyében pedig Miklós Z. légi fényképezéseit igyekeztünk kiegészíteni/befejezni a HUNREN Régészeti Intézet kutatási programjában. Ezekon a régiókon kívül Tolna vármegyéből



225. ábra. Kemeneshőgyész – Marcaltól keletre (Veszprém vármegye). Római őrtorony/kiserőd lekerekített sarkú árkaiknak nyomai. 2022. június 12., Czajlik Z. felvétele

rendelkezünk sok publikált információval (MIKLÓS 2007), számos felvételt közöltek a pécsi kutatók Baranya vármegyéből (BERTÓK-GÁTI 2014, SZABÓ 2016), Fejér vármegyéről pedig Terei Gy. jelentetett meg légi fotókat (TEREI et al. 2011).

A középkori földsáncok légi fényképes felderítése már az 1930-as években megkezdődött. Mind az 1930 augusztusában fényképezett Szabolcs – Földvárt (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye, NEOGRÁDY 1948-1950, 9. ábra), mind az 1940. júniusában megörökített Sajónémeti (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) várat előzetesen ismerhette Neogrády. Erdővel, bokrosokkal nem takart területeken állnak ma is, a sáncok/árkok révén a domborzati különbségek jól észlelhetők. Ugyanakkor a nagy számban ismert középkori erődítés légi fényképezését sokszor erdővel borított területeken kell végrehajtani. Amint korábban, az őskori sáncokkal kapcsolatban bemutattuk, erre általában a lombmentes időszakokban van lehetőség és komoly segítséget jelent az észlelésben a hóborítás. Nehézséget okoz viszont a védművek kis mé-

rete, mind az azonosításban, mind a részletek megfigyelésében. Abból kiindulva, hogy a halomsírokat csak kivételes esetekben lehet légi fényképezéssel erdőben azonosítani, a náluk alig nagyobb középkori „kis” várak sokszor az észlelhetőség határán vannak, állapotuk, megvilágításuk, az erdő sűrűsége és rendezettsége közrejátszik abban, hogy a módszer alkalmazható-e? Nem meglepő tehát, hogy a régészeti célú légi fényképezéssel azonosított, korábban teljesen ismeretlen középkori erődítések száma egyelőre viszonylag csekély.

Miklós Zs. 20 év alatt 40 középkori erődítést dokumentált Tolna vármegyében, ami így nagy valószínűséggel az egyik legjobban kutatott térséggé vált. Ennek ellenére az erődítések kevesebb, mint ötöde, azaz hét darab köszönhető a légi fényképezésnek, ami jóval elmarad az őskori erődítések kutatása alapján korábban megállapított arányoktól. Az újonnan felderített tolnai középkori erődítések többsége szántott területen, talaj-jelek segítségével volt először megfigyelhető. A fedettebb területeken részben az archív felvételek, részben a hóborításos idő-

Név	Légi felvétel	Felszínborítás	Forrás (MIKLÓS 2007)
Bikács – Belső-sziget	archív térképészeti (1950)	szántó	149-154
Felsőnána – Ónána	talaj-jelek alapján	szántó	209-215
Gyöngyös – Szabaton	hó-jelek alapján	bozótos	231-233
Madocsa – Alsónyilas	talaj-jelek alapján	szántó	251-254
Nak – 4. tábla	talaj-jelek alapján	szántó	266-273
Németkér – Közlegelő	domborzat alapján	legelő	273-274
Sárszentlőrinc – Birkajárás	archív katonai (1953)	bokros	300-305

226. ábra. Légi felderítéssel azonosított középkori erődítések Tolna vármegyében, Miklós Zs. adatai alapján (MIKLÓS 2007)

szakban végzett repülés tette lehetővé a lelőhelyek észlelését (226. ábra).

Hasonló arányokat tapasztalunk a légi régészeti szempontból kevésbé ismert Fejér vármegyében, ahol 24 középkori erődítés közül öt sorolható az újonnan, a levegőből azonosítottak közé (227. ábra).

Még szembetűnőbb a különbség Pest vármegyében. Itt a 38 katalogizált erődítés közül mindössze egy esetben, Domony – Temetőnél kapott szerepet a légi fotózás, az egykori vár körárkát archív fotóval sikerült azonosítani (KOVÁCS 2022, 139). Azontúl, hogy Budapest és agglomerációja – amint korábban említettük – a fokozódó beépítés és az összetett domborzat miatt komoly kihívást jelent a légi fényképes módszerek alkalmazásában, nem elhanyagolható annak a faktornak a szerepe sem, hogy az MRT miatt egy, már a rendszeres légi fényképezéseket megelőzően jól ismert területről van szó.

6.9.5.1. A morfológiai osztályozás lehetőségei

Minthogy az őskori erődítésekhez hasonló országos légi régészeti topográfiai program a középkori lelőhelyek vonatkozásában Magyarországon még nem volt, nagyon jelentős regionális különbségek vannak az adatok mennyiségében és minőségében egyaránt. Amint láttuk, különösen igaz lehet ez az erdős/bokros felszínborítású területekre/régiókra, amelyek GE-felvételek segítségével jóformán egyáltalán

nem, és archív térképészeti légi fotókkal is csak bizonyos – dombvidéki – régiókban kutathatók. Ezért a következőkben csak példákat hozunk az egyes morfológiai típusokra/altípusokra, a részletesebb értékeléshez további kutatásokra lesz szükség.

Láttuk, hogy az őskori erődítések kialakításához gyakran alkalmazták a promontor-altípust. Ennek középkori verzióit is ismerjük, légi fényképpel is dokumentált példaként Aba – Belsőbáránd-Ebvárt (Fejér vármegye, TEREI et al. 2011, 2. kép), Jágónak – Dárvárt (Tolna vármegye, MIKLÓS 2007, 225-226. ábra), Murga – Sántóc (Tolna vármegye, MIKLÓS 2007, 246-248. ábra), Szokolya – Pap-hegyet (Pest vármegye, KOVÁCS 2022, 326-327. ábra), Vadna – Várteőt (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, NOVÁKI et al 2007, 137-138, 103. ábra), a kővárak közül pedig – az őskori előzménnyel rendelkező – Csókakőt (Fejér vármegye; TEREI et al. 2011, 38-40) említjük. Bár a felsorolt példák alapján azt hihetnénk, hogy a Magyar Királyság területén csak kis alapterületű promontor-erődítések voltak, Dăbâca (Doboka, Kolozs megye, Románia) ispánsági várának hasonló elrendezésű védművei az előbbieknél jóval nagyobb területet zártak le (GÁLL 2016). A típus változatának is tekinthető szegmentált (vagy szakaszos) verzió is előfordul: Kölesd – Csonthegyről (Tolna vármegye; MIKLÓS 2007, 239. ábra) és Mende – Leányvárról (Pest vármegye, KOVÁCS 2022, 9. ábra) egyaránt ismerjük, de Csesznek kővára is ide sorolható (Veszprém vármegye; DAX et al. 1972, 74-76).

Név	Légi felvétel	Felszínborítás	Forrás
Hantos – Nagy-Hantos-dűlő	növény-jelek alapján (Miklós Zs.)	szántó	MIKLÓS 2004, 140
Nagykarácsony – Ménesmajor I.	archív légi fénykép (1953) alapján (Miklós Zs.)	füves/bokros	TEREI et al. 2011, 77, 23. kép
Nagykarácsony – Ménesmajor II.	növény-jelek alapján (Miklós Zs.)	szántó	MIKLÓS 2004, 141
Sárbogárd – Hatvanpuszta	hó-jelek alapján (Miklós Zs.)	füves	TEREI et al. 2011, 85 és 70. ábra; 25. kép
Sárszentágota – Kistó	domborzat(?) alapján (Terei György)	füves/bokros(?)	251-254

227. ábra. Légi felderítéssel azonosított középkori erődítések Fejér vármegyében

Meander sémájú erődítések biztos középkori előfordulásáról egyelőre nem tudunk, a Sió árterében található Bikács – Belső-sziget (Tolna vármegye) esetében azonban elképzelhető, hogy építői eredetileg egy ilyen lehetőséget használtak ki (MIKLÓS 2007, 149-154). A természetes peremekhez, vagy vízfolyások partjához illesztett középkori védművekre is van példa: az előbbire Valkó – Csákó-part (Pest vármegye; KOVÁCS 2022, 334), az utóbbira pedig Bősárkány – Dinnye-bokor (Győr-Moson-Sopron vármegye, 228.

ábra). A késő kelta Regölyi *oppidum*hoz (Tolna vármegye) hasonlóan, folyók összefolyásánál épült várat is ismerünk: a Tisza és a Bodrog találkozásánál létesítették a tokaji Rákóczi-várat (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, MAKOLDI 2011).

Először Horváth F. 1999-ben Csengele - Bogárhátnál (Csongrád-Csanád vármegye, HORVÁTH 2001, 80-85), majd Gallina Zs. a 2000-es években Tázlár – Templomhegynél (Bács-Kis-



228. ábra. Bősárkány – Dinnye-bokor (Győr-Moson-Sopron vármegye). Vízfolyás mentén kialakított középkori(?) erődítés. 1998. június 8., R. Goguey felvétele



229. ábra. Páty – hegyi-dűlő (Pest vármegye). Félköríves szentélyzáródású kerek templom és nagy átmérőjű kerítőárok nyomai. A: 2004. április 1., B: 2020. június 30., mindkettő Czajlik Z. felvétele

kun vármegye, GALLINA et al. 2021), végül Rosta Sz. Szank – Kápolnahelynél (Bács-Kiskun vármegye, ROSTA 2018) 2017-ben indult feltárásai bizonyították be, hogy az Árpád-kori templomok körül nemcsak temetőárokként értelmezett jelenségekkel (Tótkomlós – Gyümölcsös 53. és Orosháza – Szentetornya, mindkettő Békés vármegye; SZATMÁRI 2018), hanem a tatárjárás idején sebtében kiépített körárkokkal, árok-rendszerekkel is számolhatunk. Amíg a fenti három esetben ásatások, illetve geofizikai felmérés tisztázta az alaprajzokat, a békési lelőhelyeknél drónt használtak (SZATMÁRI 2018), Szabadszállás – Aranyegyházánál és Kunfehértó – Várhelynél (mindkettő Bács-Kiskun vármegye) O. Braasch légi felvételei, Dunavecse – Fehéregyházánál (Bács-Kiskun vármegye) archív légi fotó, Szank – Kápolnásnál (Bács-Kiskun vármegye) pedig a GE műholdas adatai tették lehetővé a körárkok azonosítását (ROSTA 2018, 6. kép). Ezt követően a távérzékelési és geofizikai módszerek hatékony alkalmazásával Rosta Sz. és Pánya I. átfogó topográfiai adatgyűjtésbe kezdtek, amelynek célja az Alföld, ezen belül főként Bács-Kiskun vármegye templomain túl az őket övező erődítések megismerése volt. Ennek során az elsősorban vizsgált Duna-Tisza-köze magyarországi részéről – a fent röviden ismertetettekkel együtt – 37 erődítési nyomot gyűjtöttek össze, amelyek közül 21 részben vagy teljesen légi fénykép révén volt azonosítható. Főként szak-

irodalmi adatok alapján Békés, Csongrád-Csanád, Fejér, Jász-Nagykun-Szolnok és Pest vármegyéből további 20 lelőhelyet ismertettek, amelyek közül azonban csak ötvolt köszönhető a távérzékelési módszerek alkalmazásának (ROSTA – PÁNYA 2022). A 37/20 versus 20/5 arányok jól mutatják a rendszeres távérzékelési adatgyűjtés fontosságát. Tapasztalataink szerint ugyanis a GE-felvételeken talaj-jelként általában megfigyelhető őskori körárkokkal szemben a középkoriak jóval ritkábban mutatkoznak meg, amint azt Páty – Hegyi-dűlő (Pest vármegye, DINNYÉS et al. 1986, 127) példája is megvilágítja. A korábban már említett, az írásos forrásokból ismert, félköríves szentélyzáródású kerek templomot 2004-ben sikerült azonosítani (CZAJLIK 2009), egy kissé szabálytalan vonalvezetésű, az épület méreteihez képest feltűnően nagy átmérőjű védőárokkal együtt (229.A ábra). Ezt a konstrukciót a rendszeres repülések ellenére csak 2020-ban tudtuk ismét jól megfigyelni (229.B ábra).

A 2000-es évekig csak feltárásokból ismert középkori körárkokat temetőárokként értelmezték, azonban Rosta Szabolccsal és Pánya Istvánnal egyetértve, elfogadhatóbbnak érezzük a védelmi funkciót. A kérdés további elemzésében fontos szerepe lehet a légi fénykép alapján azonosított, majd az M7-es autópálya építése kapcsán feltárt Balatonszárszó – Kis-erdei-dűlő (Somogy vármegye, BELÉNYESY et al. 2007), illetve az ugyancsak modern módszerekkel ku-



230. ábra. Szabolcs – Földvár, a háttérben a szabályozott Tiszával (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye). Árpád-kori ispánsági központ. 2002. június 15., Czajlik Z. felvétele

tatott Perkáta – Nyúli-dűlő (Fejér vármegye, HATHÁZI – KOVÁCS 2014) lelőhelyek részletes feldolgozásának.

Érdemes ugyanakkor megjegyezni, hogy a templomok (K. NÉMETH 2011) és erődítések (MIKLÓS 2007) szempontjából egyaránt rendkívül alaposan kutató Tolna vármegyében 2022-ig mindössze két olyan lelőhelyet ismertünk, ahol a templomot körárok övezhette, Felsőnána – Ónánát (MIKLÓS 2007, 209-213) és Nak – 4. táblát (MIKLÓS 2007, 266-273). A templom maradványain kívül lekerekített négyszög alakú(?) árok részlete látszódnak Tamási – Szentmártoni-dűlőben (K. NÉMETH 2011, X. ábra). Értény – Képesfai-dűlőben (MIKLÓS 2007, 193. ábra) viszont csak körárok van, Bölcské – Hadai-hegy 3-nál pedig egy promontorként lezárt területen belül figyelték meg a templom nyomát (MIKLÓS 2007, 154-159). Újabban, a MePAR-ortofotók segítségével legalább további két árokkal kerített templomot sikerült észlelni Dombóvár – Kistrét-föld I.-nél (K. NÉMETH – ÓDOR 2022, 1. kép) és Iregszemcse – Kalendáriumi-dűlőben (K. NÉMETH – ÓDOR 2022, 7. kép).

Jó állapota és neve miatt említjük Galgamácsa

- Ecskend - Templomhegyet (Pest vármegye; KOVÁCS 2022, 150). Verpelét – Földvárnál (Heves vármegye; NOVÁKI et al. 2009, 67-68, 31. kép) csak a körárok, Domony - Temetőnél (Pest vármegye; KOVÁCS 2022, 139) már az is csak archív felvételen látszik.

Hasonlóan az őskorhoz, a jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján a középkorban is az egyik leggyakoribb a kontúrvonal, pontosabban a tereplépcsős kontúrvonal típus. Ezt a lehetőséget használták ki Érd – Kutyavárnál (Pest vármegye; KOVÁCS 2022, 145), Solymár – Várnál (Pest vármegye; FELD 2022, 305-306) és Vár-alja – Várfőnél (Tolna vármegye; MIKLÓS 2007, 328-329. ábra). Az ispánsági várak komolyabb területi igénye gyakran vezetett a hasonló karakterű, nagyobb, nem túl magasan fekvő platók megerősítéséhez: Alpár – Várhegy (Bács-Kiskun vármegye; BÓNA – NOVÁKI 1982), Edelény – Borsodi-földvár (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; WOLF 2020), Esztergom – Várhegy (Komárom-Esztergom vármegye; MORDOVIN 2016, 201. kép), Gyöngyöspata – Várhegy (Heves vármegye; NOVÁKI et al. 2009, 21. ábra) és Zemplín (Zemplén, Tőketerebesi járás, Kassai

kerület, Szlovákia; MORDOVIN 2016, 230. kép). Ennél a típusnál gyakori, hogy őskori (a felsoroltak közül Alpárnál bronzkor, Esztergomnál és Zemplénél késő kelta) előzményük van. Ugyancsak az őskorra kell utalnunk, amikor a típus magasabb hegyeken való alkalmazásának lehetőségére hívjuk fel a figyelmet. A legjobb középkori példa erre Visegrád – Fellegvár (Pest vármegye, BUZÁS 2022). A másik „végtel”, azaz a síkságon épített nagyméretű középkori (ispánsági) várakkal kapcsolatban érdemes felhívni arra a figyelmet, hogy a hozzájuk hasonlóan robosztus, magas sánckonstruksióknak helyi őskori/római kori előzménye nincs. A Bihar – Földvár (Biharia, Bihar megye, Románia; MORDOVIN 2016, 182-183. kép) mellett a legjobb állapotban a korábban említett Szabolcs – Földvár (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye, MORDOVIN 2016, 250. kép) van (230. ábra).

A római *castrum*okhoz hasonló, négyszögletes típusnak is vannak középkori megfelelői. Decs – Etevár (Tolna vármegye) légi felvételein jól látható, hogy a morfológiai osztályozás során a kisebb eltéréseknek is jelentősége lehet. Egy enyhén szabálytalan négyszetes, de nem lekerekített sarkú konstrukcióról van szó, amelyen bejárat nem figyelhető meg (MIKLÓS 2007, 156. ábra). A középkori eredet Miklós Zs. szerint biztos, mint ahogy a légi fényképen hozzá nagyon hasonló megjelenésű iváncsai (Fejér vármegye) jelenség sem időszakos római tábor (VISY 1978, 6. kép), hanem valószínűleg török kori erősség lehetett (TEREI et al. 2011, 64).

6.9.6. Tanulságok, további kutatási lehetőségek

A légi régészeti, tágabb értelemben a távérzékeléses kutatások egy-egy érdekesebb lelőhely, vagy mikrorégió felderítésében egyre gyakrabban jelentik az első fontos lépést. Különösen igaz ez a negyed hektártól akár több száz hektár kiterjedésű erődítésekre, ahol – ha jól szeretnénk sáfarkodni erőforrásainkkal – többnyire a műholdas és a légi felvételek biztosítják a megbízható háttérrel a kutatás térbeli kereteinek helyes kiválasztásához. Számos példa bizonyítja, hogy egy-egy fontos erődítés légi fényképes azonosítása kutatások sorát, projekteket indukált. Említhetjük itt Kakucs – Turján mögött lelőhelyet (Pest vármegye),

amelyre nagyon sikeres nemzetközi program épült (JAEGER et al. 2018), illetve a dél-alföldi sánckutatásokat, különösen is Csanádpalota – Földvár esetét (Csongrád-Csanád vármegye; SZALONTAI 2012, CZUKOR et al. 2017, SZEVERÉNYI et al. 2021). A légi fényképezés és a műholdas felvételek tanulmányozása mellett, érdemes lenne nagyobb figyelmet fordítani az interneten elérhető, digitalizált, a katonai felmérések esetében georeferált térképek szisztematikus feldolgozására (BÖDŐCS – RUPNIK 2019). Ezek alapján korábban nem regisztrált erődítések nyomára bukkanhatunk, vagy az elpusztult maradványokat jobban értelmezhetjük (CZAJLIK 2017, 475-477). A Miklós Zsuzsának köszönhetően több mint három évtizedes hazai földvár-fényképezések egyik fontos tapasztalata, hogy a nyílt területek megismerésében a talaj-jeleknek legalább akkora, de esetenként nagyobb szerepe van, mint a növény-jeleknek, az erdős területek kutatásában pedig többnyire a havas időszakok hozhatnak eredményt. Minthogy a hóborítás hossza és gyakorisága középhegységeinkben is csökkenő tendenciát mutat, egyre nagyobb jelentősége lenne a légi lézeres letapogatás alapján készített terepmodellek tanulmányozásának. Ezek előállítása azonban nem a régészeti kutatás feladata, hanem számos szomszédos országhoz (Ausztria, Szlovénia, Szlovákia) hasonlóan az állami térképészeti alapadatok körébe tartozik.

Az egyes típusok, erődítési megoldások az őskor folyamán részben korszaktól függően voltak használatban, részben bizonyos evolúciót mutatnak. A kora bronzkorból két megoldást ismerünk, egyrészt a védett terület körárokkaival való lehatárolását, amelyet sík területeken és dombvidéken egyaránt alkalmaztak, illetve az U-alakban természetesen védett területek lezárását. Az utóbbi egyik válfaja a promontor altípus, azaz az előreugró dombvégek árokkal történő levágása. Ez már a rézkorban előfordult, de igazán a kora bronzkorban vált jellemzővé. A módszert általában nagyobb méretekben, kiterjedten alkalmazták a középső bronzkorban is, de hoztunk példát hasonló késő bronzkori (Serényfalva – Zsidóvár, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; NOVÁKI et al. 2007, 107-108) erődítésekre is, illetve ismerünk hasonló elvek alapján kiépített késő kelta erődítést (Velem – Szent Vid-hegy, Vas vármegye, SZABÓ et al. 1994; Sopron – Sánchegy, Győr-

Moson-Sopron vármegye, NOVÁKI 1988), sőt a típus a középkorban újra gyakorivá vált (Csókakő – Vár, Fejér vármegye, TEREI et al. 2011, 38-40; Murga – Sánd, Tolna vármegye, MIKLÓS 2007, 246-248. ábra; Putnok – Kakasvár, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, NOVÁKI et al. 2007, 88-89).

A legáltalánosabb, a középső bronzkortól kezdve minden korszakban alkalmazott megoldás a kontúrvonal típus, annak is a tereplépcsőhöz igazodó változata volt. Nem véletlen tehát, hogy ezeknél a lelőhelyeknél gyakrabban figyelhetünk meg különböző korszakokban ismétlődően kiépített erősítéseket, a korábban idézett Alpár – Várdomb (bronzkor/középkor; Bács-Kiskun vármegye, BÓNA – NOVÁKI 1982) és Esztergom – Várhegy (késő kelta kor/római kor/középkor; Komárom-Esztergom vármegye, HORVÁTH et al. 1979, 85) mellett Százhalombatta – Sáncheget (bronzkor/vaskor; Pest vármegye, CZAJLIK 2017) és Visegrád – Sibrik-dombot (római kor/középkor; Pest vármegye, BUZÁS 2022) említjük. Ez a típus tette lehetővé a késő bronzkortól kezdve a hegycsúcsok erősítését, példaként az őskorból Martonyi – Szúnyog-hegyet (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye, NOVÁKI et al. 2007, 70), a középkorból pedig Visegrád – Fellegvárt (Pest vármegye, BUZÁS 2022) idézzük. A magasabb, nagyobb alapterületű térszínek erősítése érdekében a késő bronzkorban és a vaskorban létrejött a szintváltásos kontúrvonal típus. Ennek egyik impozáns képviselője Mátraszentimre – Óvár (Heves vármegye). Sándjának kiváló megtartása összefügghet a felső szakaszok középkori újrahasznosításával, amelynek során az őskori konstrukcióra középkori kőfal épült (NOVÁKI et al. 2009, 48-49; 212. ábra).

Az egyes megoldások alkalmazásában jelentős regionális földrajzi különbségek figyelhetők meg. Amíg a Dunántúlon a Vučedol kultúrával megjelenő és a kora bronzkorban elterjedő promontor altípus értelemszerűen inkább a dombságokon, különösen a Kelet-Dunántúl löszvidékein terjedt el, addig a sík vidékeken a meander altípus fordul elő. Ugyancsak regionálisan jellemző az őskorban a kontúrvonal főtípus két altípusa, a kör/ovális árok és a kettős árok/sánc konstrukció. Amíg az előbbi főként az Alföldre, különösen annak északi peremére (Hatvan és rokon kultúrák) jellemző, addig az utóbbiakat egyre nagyobb

számban ismerjük meg a Dél-Alföldön és a kapcsolódó romániai és szerbiai régiókban. Ugyanakkor a légi fényképes eredmények alapján a körárkos megoldások a Pesti-síkságon is gyakoriak, de a Kelet-Dunántúlon is előfordulnak. Hasonlóképpen, a kettős árkos séma az Észak-Alföldön és a Duna-Tisza közén sem teljesen ismeretlen.

A bronzkori tell-településekre olyannyira jellemző körárkos típussal a késő bronzkorban már csak elvétve találkozunk (pl. Bükkaranyos – Földvár, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye; NOVÁKI et al. 2007, 26-27), a vaskorban pedig nem fordul elő. E típus későbbi hiánya egyszersmind azt jelenti, hogy egy időre vége szakadt annak a hagyománynak, ami a síkvidéki területeken, s különösen az Alföldön a középső újkőkortól kezdve a rézkorban, a korai és a középső bronzkorban is egy adott terület lezárásának a legjellemzőbb, leggyakoribb módját jelentette. A legújabb kutatások alapján úgy tűnik, hogy a tatár veszedelem hatására, gyorsan megépíthető erősítési típusként jelent meg újra az Alföldön és a csatlakozó területeken is (ROSTA – PÁNYA 2022). Nagy számban történő azonosítása azonban két problémát is felvet, egyfelől az őskori előzményektől való morfológiai elkülönítés, illetve a tatárjárás utáni várépítéssel hasonló megjelenésű erősítéseitől való megkülönböztetés kérdéseit.

A kisépítés légi régészeti kutatások során nehézséget jelenthet a különféle régészeti jelenségek keltezése, ugyanakkor sokszor jóval könnyebb a földrajzi szituáció megértése. A késő bronzkorhoz képest szembeötlő például a késő kelta erősítések túlnyomó többségének szoros kapcsolata a vízfolyásokkal. A helyszínválasztásban nyilvánvaló szerepe volt a térségünkben először ebben az időszakban bekövetkezett városiasodási folyamatoknak (CZAJLIK 2018), amelyek felértékeltek a közlekedési kapcsolatok szerepét. Közismert, hogy Pannonia római provincia katonai biztosítása és különösen határvédelme során gyakran ugyanezekben a zónákban építették ki az erősítéseket, amelyek egy része a régi – kontúrvonalas – sémát, döntő többségük azonban az új, lekerekített négyszög típust követi. A vízfolyásokkal való kapcsolatban pedig gyakran nemcsak a torkolati zónák kihasználása (pl. Százhalombattánál a Benta-patak végének északi és déli erősítése az őskorban, illetve a

római korban), hanem a szigetek felhasználása és az átkelők biztosítása is szerepet játszott. A mai Szőny-füzitői-csatorna és a Duna főága közötti *Brigetio*-sziget eleve jól védett helyszín volt a katonai és a polgári település számára, ráadásul a Zsitva és a Vág völgye felé is biztosította az átjárást (NAGY et al. 2013). Ha nem is ennyire ideális, de hasonló módon természetesen védett zónában épült ki *Aquincum* (KÉRDŐ – SCHWEITZER 2010, 16. ábra). A földrajzi szempontból jól kiválasztott helyek közé tartozott Keszthely – Fenékpusztá is (Zala vármegye, RUPNIK et al. 2022). A tartományon áthaladó útvonalak szerepének felértékelődését jelzi, hogy a kisebb belső védműveket rendre ezek folyóátke-lőinél találjuk meg. A középkorban az erődítések helyszínének kiválasztása korszakról korszakra változott. Itt elég csak az ispánsági központok létesítésének és a török elleni védekezésnek teljesen eltérő szempontjaira, vagy a különféle pe-riódusok központi és magánépítkezései közötti különbségekre utalni. Láthattuk, hogy különböző formában az összes korábbi korszak típus-meg-oldásait alkalmazták, ezek részletes feldolgozá-sához és kiértékeléséhez azonban a Tolna, vagy Pest vármegyében alkalmazotthoz hasonló, táv-érzékeléses módszerekkel elvégzett adatgyűjté-sekre van szükség. Ezek hozadéka nemcsak az új lelőhelyek gyarapodásában, hanem a régóta ismertek földrajzi telepítő tényezőinek jobb meg-értésében is megmutatkozhat.

6.10. A rondellák légirégészeti kutatása

6.10.1. Módszertani háttér, sikeres térképezé-sek

P. H. Sharpe Stonehenge-ről 1906-ban készült első légi felvételei nem csak a légi régészetben jelentettek fontos mérföldkövet, de egyszersmind az első rögzített növény-jelek egy rondelláról, azaz egy szertartások céljára használt területet lezáró körárokról (CAPPER 1907). A felfede-zést már az 1920-as években újabbak követték, amelyeket *woodhenge*-ként, akkori meghatá-rozással kora bronzkori szentélyként tartottak nyilván. Wiltshire-ben (Anglia) 1925. december 16-án talaj-jelek segítségével fedezték fel, 1926. május 30-án, majd 1929. június 18-án pedig nö-vény-jelek révén vált láthatóvá a kettős árok, il-letve az oszlopok helyére utaló többszörös belső

gyűrű (BUTTLER et al. 1938, 26-27). Hasonló, szabályos köralakú, széles bejárattal rendelke-ző jelenséget Arminghallnál (Norwich, Anglia) is dokumentált a R.A.F. 1929-ben (BUTTLER et al. 1938, 27). Amíg azonban a felsorolt példák csak emlékeztetnek a Közép-Európában később meg-figyelt jelenségekre, a 'Big Rings' (Dorchester-on-Thames, Oxfordshire, Anglia) nevű, 1927. június 16-án azonosított kettős árok (BARBER 2011, fig. 6.13) megjelenése teljesen azonos a térsé-günkre jellemző rondellákkal. Ugyancsak jó pár-huzamokat ismerünk Belgiumból (Wingene: ket-tős körárok nyílással, BOURGEOIS et al. 1999, fig. 2; Maldeheim: kettős körárok, BOURGEOIS et al. 1999, fig. 5 és Zwezele: kettős körárok, BOURGEOIS et al. 1999, fig. 11).

Bár Krpynél (Csehország) már a 19. század-ból rendelkezünk rondellára vonatkozó adattal (WOLDŘICH 1886), egészen az 1970-es éve-ig kellett várni, amíg egyre nagyobb számban be lehetett őket azonosítani. Ennek legfőbb oka a légi régészeti kutatások addigi hiányá-ban keresendő. Közép-Európában az első légi felvétellel azonosított rondellát egy 1961-ben készült ortofotó alapján sikerült Kamegnél (Al-só-Ausztria, Ausztria) felismerni (NEUBAUER et al. 2010b, 44, Abb. 23). Az 1970-es évek végén, főként az osztrák hadsereg langenlebarni repü-lő-alakulata által végzett ortofotózások révén ki-tapasztalták, hogy a rondellák jelentős része a Dunától északra, Alsó-Ausztriában észlelhető. Ezért 1981 nyarának extrém szárazságát kihasz-nálva, a teljes területet lefényképezték. Ennek eredményeképpen évtizedes kutatómunka in-dult, hiszen a területről később katalogizált jófor-mán valamennyi rondella alap-adatait ez a légi fotózás szolgáltatta (NEUBAUER et al. 2010c, 44). A típus a legkorábbi bajorországi régésze-ti célú fényképeken is szerepel; R. Christlein 1977. július 12-én azonosította az első körárkot Künzing – Unternbergnél (BECKER 1996, Taf. III.). Elsősorban az 1980-tól évi több mint 600 órát Bajorországban repülő O. Braaschnak kö-szönhetően már az 1982-es összefoglaló kötet-ben több rondellát közöltek. Közülük Hopferstadt (Landkreis Würzburg, Bajorország; CHRISTLEIN – BRAASCH 1990, 212-213.) kettős árka 150 m-es átmérőjével a legnagyobbak közé tarto-zott, Kothingeichendorf (Dingolfing-Landau, Bajorország; CHRISTLEIN – BRAASCH 1990, 214-213) 50 m-es kettős árka viszont a legalsó

mérettartományt képviselte. Feltűnt, hogy mind Gneiding (Landkreis Deggendorf, Bajorország; CHRISTLEIN – BRAASCH 1990, 216-217) mind Viecht (Landshut, Bajorország; GERSTNER 1996, Abb. 2a) kettős árkai, illetve a hopferstadti rondella is talaj-jel révén mutatkozott meg.

A bajorországi és különösen az alsó-ausztriai eredmények nagy hatással voltak az akkori csehszlovákiai kutatásra, ahol a körárkok felderítése az éppen kezdődő légi fényképes régészeti felderítések egyik fontos témájává vált és az első eredmények is hamarosan napvilágot láttak (KOVÁRNÍK 1986, BÁLEK et al. 1989, KUZMA et al. 1996). A légi fényképes módszer hatékonyságát, az újkőkori rondellák megismerésének új távlatait jelezte, hogy sorra jelentek meg a feltárási adatokat, értelmezéseket is tartalmazó összefoglaló tanulmányok/kötetek (PETRASCH 1990, TRNKA 1991, DARVILL – THOMAS 2001, LITERSKI – NEBELSICK 2012). Az ezredfordulóra már 800 lelőhely vált ismertté, nemcsak a kontinentális Európában és a Brit-szigeteken, hanem a Mediterráneumban is, amelyek döntő többségét a légi régészeti felderítések során azonosították. Az 1990-es években Alsó-Ausztria és Bajorország mellett Alsó – Szászországban is számos lelőhelyet fedeztek fel, közülük Goseck (Weissenfels) vált a legjelentősebbé (BRAASCH – KAUFMANN 1992, Abb. 2). Ugyanebben a régióban Kyhnánál (Delitzsch) 1997 nyarán 5 rondellát sikerült O. Braaschnak azonosítania (BRAASCH 1997, 4. ábra, STÄUBLE 2002, fig. 2). I. Kuzma kutatásainak köszönhetően már 1997-ben 15 rondellát ismertünk Délnyugat-Szlovákiából (KUZMA 1997), 2007-re pedig 60 közelébe emelkedett a számuk, ami morfológiai rendszerezésüket is lehetővé tette (KUZMA 2007, fig. 8-10). Ennek és a kapcsolódó terepi adatgyűjtéseknek fontos tanulsága, hogy bár a rondellák döntő többsége valóban a neolitikumban készült, az egy, általában kissé szabálytalan vonalvezetésű árokkal lezárt területek inkább bronzkoriak (KUZMA 2007, 15-16). A bajorországi eredményekhez kapcsolódik, hogy az I. Kuzma által 2007-ben publikált légi felvételek több mint felénél talaj-jel alapján látszanak az árok.

1998-ban Bodzównál (Alsó-Szilézia) fedezte fel O. Braasch az első rondellát a Kárpáton túl, Lengyelországban (KOBYLINSKI et al. 2012). A másodikat W. Rączkowski azonosított

Wenecjában (Wielkopolska, Lengyelország) 2008-ban (RĄCZKOWSKI 2009), a harmadikat pedig Proszkowicénél (Alsó-Szilézia) fényképezték le 2012-ben (WRONIECKI et al. 2023, 1103). Ritka előfordulásuk a terepi topográfiai módszerekkel jól kutatott régiókban furcsának tűnhetett, különösen a szomszédos csehországi, morvaországi és szlovákiai területekkel összevetve (vö. KRAVCIV 2019, katalógus). A felszíni leletgyűjtéssel nehezen azonosítható rondellákból a távérzékeléses technikák révén 2017-2021 között nyolc újat dokumentáltak. Közülük négy műholdas, négy műholdas és ferde tengelyű légi fényképes, kettő pedig csak az utóbbiak révén volt észlelhető (WRONIECKI et al. 2023, table 1). A rendelkezésre álló adatok alapján a repüléseket kora nyáron, végezték és a műholdas felvételek többsége is vegetációs időszakban készült. Bár a mágneses térképeket is figyelembe véve, nem mindenütt sikerült optimálisan elemezhető információkat összegyűjteni (WRONIECKI et al. 2023, 1107), ugyanakkor a szerzők szerint a legtöbb részletet a ferde tengelyű légi felvételek révén lehetett megfigyelni (WRONIECKI et al. 2023, 1113).

A fentiek alapján nem meglepő, hogy a közép-európai légterek szabaddá válásával Magyarországon is az egyik legkorábbi légi fényképes program a neolit rondellák felderítését célozta. Az első légi felvételek Mórág – Tűzködombról (Tolna vármegye) készültek 1986 novemberében, illetve 1987 júliusában, amelyek során a korábban ismert árok mellett még egy hasonlót sikerült kimutatni (ZALAI-GAÁL 1990, 1-2. kép). Dombay J. korábbi kutatásaihoz kapcsolódva, 1987 júniusában három(?) rondella nyomát lehetett dokumentálni Villánykövesdnél (Baranya vármegye, ZALAI-GAÁL 1990, 7-8. kép). Egy archív ortofotón felismert árokrendszer indokolta Vokány (Baranya vármegye) zónájának felderítését, amelynek során egy kettős árokból álló rondellát sikerült azonosítani (ZALAI-GAÁL 1990, 14, 9. kép). Légi fényképes morfológiai szempontból ez mutatja a legtöbb hasonlóságot a Közép-Európából ismert típusokkal. Ezt a földunántúli programot nem számítva, Magyarországon a magnetométeres kutatások megelőzték a légi régészeti felderítést.

Berettyújfalu – Herpály újkőkori telljének magnetométeres felmérése az 1980-as évek végén (RACZKY – ANDERS 2012, fig. 19),



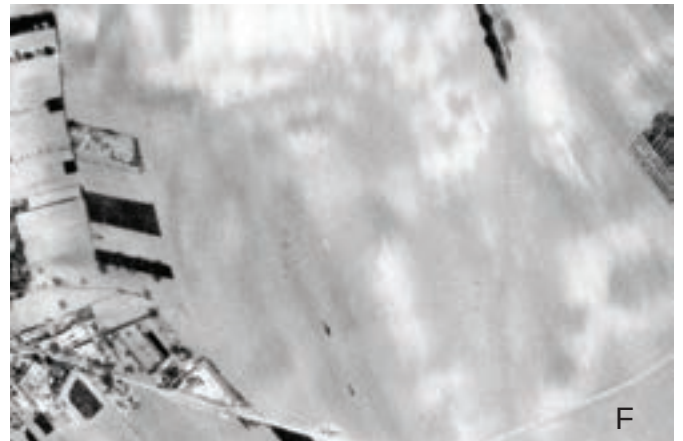
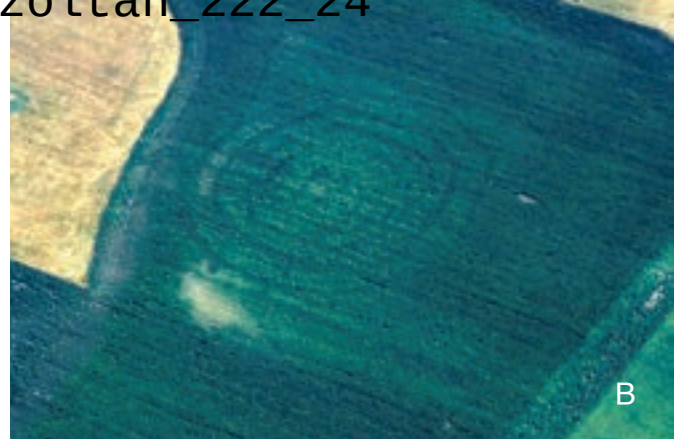
231. ábra. Alföldi újkőkori telkek légi felvételeken. A: Polgár – Csőszhalom (Hajdú-Bihar vármegye, ANDERS et al. 2010, fig. 6), 1993. június, O. Braasch felvétele; B: Tápé – Lebő (Csongrád-Csanád vármegye, ANDERS et al. 2010, fig. 2), 2008. április 29., Czajlik Z. felvétele; C: (szemközti oldalon) Öcsöd – Kováshalom (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye), 2008. április 29., Czajlik Z. felvétele



Polgár – Csőszhalom (Hajdú-Bihar vármegye) első mágneses térképe 1991-ben készült el (RACZKY et al. 1994, 6. tábla). Ezek alapján a korábban ásatással azonosított szakaszok kettős, illetve négy-ötszörös körárakká voltak kiegészíthetők. Köszönhetően az Alföldön elvégzett tell-kataszterezési munkálatoknak (ANDERS et al. 2010), már a 2000-es évek elejétől rendszeresen légi fényképeztük az ismert lelőhelyeket. Ennek ellenére – hasonlóan a régió bronzkori telljeihez – csak kis részüknél lehetett észlelni a rondellákat. Az egyik kivétel Polgár – Csőszhalom jelenti, amelynek O. Braasch által 1993-ban készített légi felvételén két körárok nyoma figyelhető meg (231.A ábra). Ugyanakkor tudomásunk szerint itt sem lehetett soha észlelni a később geofizikai felméréssel azonosított kisebb rondellát (MESTERHÁZY et al. 2019, 12. kép). Nehezen látható Tápé – Lebő (Csongrád-Csanád vármegye) ovális árka (231.B ábra). Öcsöd – Kováshalomnál (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) csak körívbe rendeződött foltokat figyelhetünk meg a légi fotón (231.C ábra), az X-SAR felvétel értelmezésén már kirajzolódnak az ívek, a mágneses térkép interpretációján pedig jól követhetők a kissé szabálytalan árokszakaszok (FÜZESI

et al. 2020, fig. 1-2). Szentpéterszeg – Kovadomb (Hajdú-Bihar vármegye) körárka a levegőből nem volt észlelhető, viszont a geofizikai felmérésen jól kivehető (RACZKY – ANDERS 2014, 2. kép 3, 3. kép). Ugyanezt tapasztaljuk Polgár – Bosnyák-domb (RACZKY – ANDERS 2012, fig. 18), Hajdúböszörmény – Pródi-halom (mindkettő Hajdú-Bihar vármegye; RACZKY et al. 2010) és Hódmezővásárhely – Kökény-domb (RACZKY et al. 2022) esetében is. Hódmezővásárhely – Gorzsánál (mindkettő Csongrád-Csanád vármegye) az ásatás mellett térképező fúrásokat alkalmaztak az ovális árok felderítésére (HORVÁTH 1984). Újabban a Hernád-völgyében, a Lengyel kultúra periferiáján, Gönc – Kender-földeknél is sikerült magnetométeres felméréssel egy későneolitikus rondellát azonosítani (HAJDU – KISS 2023). Elképzelhető, hogy a 2001-ben a Bódva-völgyében, Szendrő – Csehi-pusztánál (mindkettő Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) lefényképezett kettős árok részlete is egy hasonló konstrukcióhoz tartozott (CZAJLIK 2002, Abb. 4).

A megelőző, AVK-időszakból Raczky P. és Anders A. további nyolc rondellát ismertettek az Alföldről (RACZKY – ANDERS 2012, 273-289).



232. ábra. Rondellák légi felvételeken. A: Jánoshida – Portelek (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye), 2002. június 12., Czajlik Z. felvétele; B: Kunfehértó – Alsófehértó (Bács-Kiskun vármegye), 2000. június 22., Czajlik Z. felvétele; C: Ikervár – Antónia-major (Vas vármegye), 2007. június 15., Czajlik Z. felvétele; D: Egyed – Kertalja (Győr-Moson-Sopron vármegye), 2003. június 22., Czajlik Z. felvétele; E: Karád – Szérüs-oldal (Somogy vármegye), 2015. június 26., Czajlik Z. felvétele; F: Györe – Váraljai-dűlő (Tolna vármegye), 1986. április 25., fentrol.hu

Távérzékeléses kutatásukról nem tudunk, Polgár – Nagy Kaszibát (Hajdú-Bihar vármegye) magnetométeres felméréssel, a többi megelőző feltárások során azonosították. A rákövetkező, rézkori periódusokból ugyancsak nyolc körárkos lelőhely szerepel a tanulmányban

(RACZKY – ANDERS 2012, 300-304). Közülük Szarvas – Cigány-ér-part, Kerek-sáncot (Békés vármegye) egy 1962-es archív légi felvételen alapján sikerült azonosítani. A kb. 95 m-es külső átmérőjű gyűrűs konstrukció Makkay J. szondázó ásatása alapján a Bodrogkeresztúr

kultúrához tartozik, ismétlődő, ritmikus csekély-mények színtere volt (JANKOVICH et al. 1989, 415; lásd még: RACZKY – ANDERS 2012, fig. 29). Körösladány – Bikeri és Vésztő – Bikeri (mindkettő Békés vármegye) körárkait a Körös Regional Archaeological Project keretében magnetométeres módszerrel feltérképezték (YERKES et al. 2007), a többi alföldi rézkori rondella feltárásoknak köszönhető.

Egy, megjelenésében a szarvasihoz nagyon hasonló rondellát láthatunk O. Braasch 1996-ban Jánoshida – Portelektnél (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye) készített légi felvételén (BÁLEK et al. 1997, 150). A hamis színes infra felvételen egy kettős árkot legalább egy bejáráttal, a lelőhely belsejében gödröket(?) figyelhetünk meg. 2002-ben a körárkot lefényképeztük, az akkori felvételen jól látszik, hogy a központi része kiemelkedik a környezetéhez képest (232.A ábra). A Duna-Tisza-közén jelenleg egyetlen, légi fényképezéssel azonosított rondellát ismerünk Kunfehértó – Alsófehértónál (Bács-Kiskun vármegye), amelyet 2000-ben sikerült megörökíteni (232.B ábra). Ez a lelőhely Rosta Sz. és Pánya I. középkori körárok kataszterében is szerepel (Kunfehértó – Várhely néven: ROSTA – PÁNYA 2022, 287), megjelenése alapján azonban elképzelhető, hogy egy újkőkori/rézkori rondelláról van szó.

A 2000-es évek elején a Dunántúlon is sikerült a levegőből – a kutatások intenzítéséhez képest csekély számban – rondellákat azonosítani. Közülük kiemelkedik az O. Braasch által „minden körárkok anyjának tartott Szemely – Hegyes (Baranya vármegye, BRAASCH 2007, 94) 2003-ból, illetve az ugyancsak általa, egy évvel korábban felfedezett Ikervár – Antónia-major (Vas vármegye) kettős körárka, amelyen az egymással szemben elhelyezkedő bejáratok, valamint a belső paliszádsor nyoma is megfigyelhető (BRAASCH 2003, Abb. 12; 232.C ábra). Hasonló rondella állhatott Győr-Moson-Sopron vármegyében Egyed – Közép-dülőben (232.D ábra). Amíg a két utóbbi esetben az árkok kontúrjai elmosódtak, addig Karád – Szérús-oldal (Somogy vármegye) kettős árka jól kivehető a légi felvételen (232.E ábra).

Az utóbb felsorolt lelőhelyeket kivétel nélkül a kora nyári időszakban, növény-jelek segítségével sikerült azonosítani, az érintett térségekben

vegetációs időszakon kívüli kutatások tudomásunk szerint mindmáig nem voltak. Mindezt Bertók G. és Gáti Cs. rendkívül sikeres Baranya megyei topográfiai programjának tükrében érdemes hangsúlyozni, ahol – Miklós Zs. tolna megyei repüléseihez hasonlóan – egész évben végezték a felderítéseket. A katalógusban szereplő 14 rondella közül négyet (Geresdlak – Hosszúhát, Máriakéménd – Szellői-sarok, Töttös – Alsó-megye-dülő és Zengővárkony – Igaz-dülő) főleg, vagy kizárólag talaj-jelek alapján ismerhetünk és a többi lelőhely esetében sem csak a növény-jelekre alapozva készültek el az értelmezések.

A kérdéskörrel foglalkozó kutatók többsége, így Zalai-Gaál I. is felhívta rá a figyelmet (ZALAI GAÁL 1990, 14), hogy a rondellák topográfiai elhelyezkedése nem felel meg a védettség követelményének, a körárkokat nem dombvégekre, dombtetőkre, stb. építették. Ezt tükrözik a katalógus adatai is. Szemléletes példa Belvárdgyula – Szarkahegy, amely egy löszplató pereméhez közel, a természetes alagosodás következtében felszabdalt területen fekszik, de sem a platószélt, sem vízmosásokat nem vették figyelembe az építők (BERTÓK – GÁTI 2014, II.12. kép). Gyakori továbbá, hogy a rondellát egy domboldalban alakították ki (pl. Máriakéménd – Szellői-sarok; BERTÓK – GÁTI 2014, II.39. kép), vagy Töttös – Alsó megye-dülő (BERTÓK – GÁTI 2014, II.66. kép). A fentiekkel ellentétben, Szemely – Hegyes (BERTÓK – GÁTI 2014, 62-69) és Zengővárkony – Igaz-dülő (BERTÓK – GÁTI 2014, 82-87) esetében úgy tűnik, mintha egy-egy hosszán elnyúló löszplató adottságaihoz igazított „építészeti programot” valósítottak volna meg, amely azonban biztosan nem védelmi jellegű volt, hanem ceremóniális helyszín kialakítását célozta.

Zala vármegye hét körárkos lelőhelye közül három (Balatonmagyaród – Hídvégpusztá, P. BARNA et al. 2019a; Sormás – Török-földek, P. BARNA et al. 2015, 80-81 és Nagykanizsa – Palin anyanyerő hely, P. BARNA et al. 2015, 83-84) megelőző feltárások során, további négy a műholdas felvételek és az archív ortofotók szívos elemzése révén vált ismertté. Gétye – Gyongyáló-lejtősnél először növény-jel segítségével lehetett észlelni a rondellát egy kis magasságból készített ferde tengelyű légi felvételen (P. BARNA et al. 2019b, fig. 1), amit később egy 1964-es ortofotón is azonosítani lehetett (P. BARNA et al. 2019b, fig. 3). Becsehely – Gesztenyési-földeknél (P. BARNA

et al. 2015, fig. 5) és Bezeréd – Tócsai-dűlő N. – alsó-ausztriai, légi-fényképezéseken alapuló, magnetométeres térképezéssel és szondázó ásatásokkal megerősített topográfiai programnak (MELICHAR – NEUBAUER 2010), amelynek számos fontos további tapasztalata volt.

et al. 2015, fig. 5) és Bezeréd – Tócsai-dűlő N. – alsó-ausztriai, légi-fényképezéseken alapuló, magnetométeres térképezéssel és szondázó ásatásokkal megerősített topográfiai programnak (MELICHAR – NEUBAUER 2010), amelynek számos fontos további tapasztalata volt.

A Baranya és Zala vármegyékben elért eredmények alapján felvethető, hogy a hasonló geomorfológiai adottságokkal rendelkező és Miklós Zs. által 20 éven keresztül intenzíven légi fényképezett Tolna vármegyében is lehetnek rondellák. Györe – Váraljai-dűlőben talaj-jelek révén egy kettős árok maradványait sikerült lefotografálnia, amit Zalai-Gaál I. és Ódor J. publikáltak (ZALAI-GAÁL – ÓDOR 2008, fig. 2). Megjegyezzük, hogy egy 1986. április 25-én készült ortofotón a kettős árkot sokkal jobban mutatják a talaj-jelek (232.F ábra). A Tolna megye várai között publikált Döbrököz – Tüzköves légi felvételén ugyancsak jól kivehető egy kettős körárok részlete (MIKLÓS 2007, 61), ráadásul a felszínen gyűjtött leletanyagban újkőkori kerámia is volt. Jól látszik továbbá egy külső, kevésbé, de észlelhető egy belső körárok Simontornya – Külső-réteknél (MIKLÓS 2007, 397).

A Dunántúlról légi fényképezéssel megismert, többnyire kétszeres, ritkán egyszeres, vagy háromszoros körárok és ellipszis alakban torzult társaik (a típusokat lásd: BERTÓK – GÁTI 2014, II.89. ábra) a korábban ismertetett, a Kr. e. 5. évezred első felében épített, viszonylag rövid ideig használt közép-európai rondellák közé tartoznak. Ezek belsejében telepnymok nincsenek, viszont közelükben gyakran nagyobb újkőkori (Lengyel, vagy rokon kultúrák) településeket lehet beazonosítani (P. BARNA et al. 2015, 76-77). 2015-ben publikált katalógusuk 22 biztos lelőhelyet tartalmazott (P. BARNA et al. 2015, 78-79). Ezt a légi felvételek és értelmezéseik tanulmányozása alapján kilenc rondellával egészíthetjük ki, vagyis jelenleg összesen 31-ről tudunk, ebből a távérzékeléses módszerekkel azonosítottak száma 21 (233. ábra).

6.10.2. Elemzési lehetőségek

Az eredményekben, a topográfiai összefüggések felismerésében döntő szerepe volt az

A módszerek révén pontos adatokat nyerhetünk a rondellák méreteiről. Közülük a teljes lefedett, illetve többszörös körároknál a belső terület összehasonlítása lehetne a legérdekesebb, ezeket az információkat azonban kevés régióból ismerjük, ezért a legkülső árok átmérőjét, ovális forma esetén az ellipszis nagyobbik tengelyét gyűjtöttük össze Közép-Európa 5 rendszeresen kutatott régiójából: Alsó-Ausztriából (HINTERLEITNER et al. 2010), Alsó-Sziléziából (WRONIECKI et al. 2023, table 2), Baranya vármegyéből (BERTÓK – GÁTI 2014), Délnyugat-Szlovákiából (KUZMA 1997, 2007) és Zala vármegyéből (P. BARNA et al. 2015, I. táblázat, P. BARNA et al. 2019b). A külföldi régiók és a dunántúli vármegyék nagysága, adottságai és kutatottsága nem azonos, ezzel részben összefüggésben a dokumentált rondellák száma jelentősen eltérő, bizonyos tendenciák azonban így is kirajzolódnak (235. ábra). Feltűnő különbség mutatkozik a körárok átlagos külső átmérőjében. Amíg Alsó-Ausztriában és Alsó-Sziléziában ez az adat 85 m, addig Zala vármegyében 167 m, Baranya vármegyében pedig 182 m. Az utóbbi területről, Villánykövesd – Jakabfalusi út mentéről ismerjük a legnagyobb (310 m-es külső átmérővel), de nem sokkal kisebb állt Host'ovcénél (300 m; Nyitrai kerület, Szlovákia) és Sormás – Török-földek 2-n (275 m, Zala vármegye). A legkisebbet Alešincénél (30 m; Nyitrai kerület, Szlovákia) dokumentálták, vagyis Délnyugat – Szlovákiában az átmérőket tekintve 10-szeres, területi értelemben tehát 100-szoros különbséggel is számolhatunk. Megjegyzendő azonban, hogy ezt a rondellát és két további (Komjatice és Zbehy, mindkettő Nyitrai kerület, Szlovákia), 40 m-es átmérőjű körárok neolitik eredetét még nem sikerült felszíni leletekkel, vagy más módon igazolni (KUZMA 1997, 2007). Ebben az alsó mérettartományban ennek a problémának nagyobb jelentősége van, mert ez megfelel a nagyobb kora vaskori halmok kerítőárok átmérőjének. Ezt láthatjuk Alsó-Ausztriában Kleinrötznél (Harmannsdorf; HINTERLEITNER et al. 2010, 243-249), ahol egy nagyobb rondella mellett halmokat is dokumentáltak. Ugyanakkor azonban van arra is igazolt példa, hogy egy

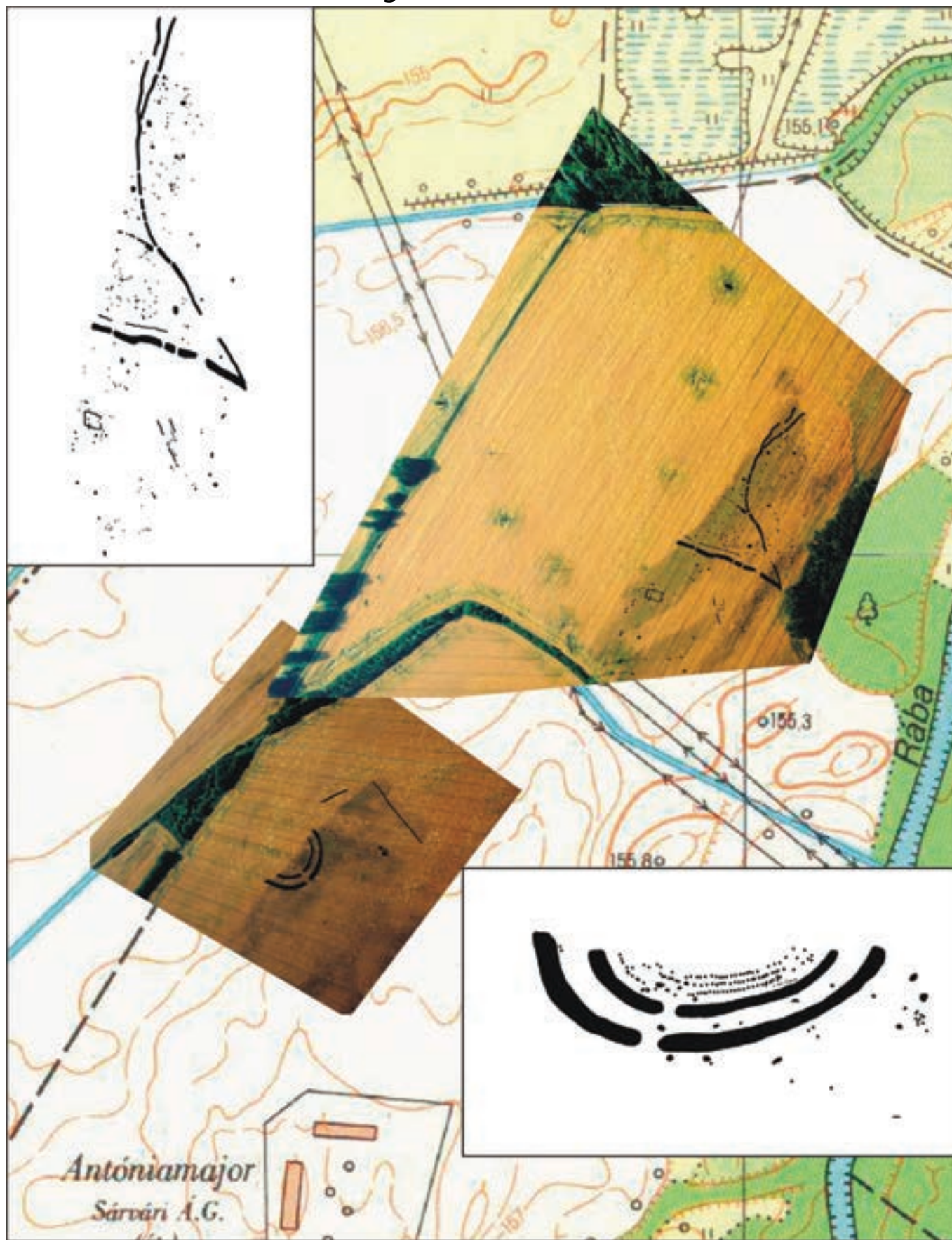
Név	Vármegye	Légi foto	Forrás
Becsehely – Gesztenyési-földek	Zala		P. BARNA et al. 2015, fig. 5
Belvárdgyula – Szarkahegy	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 28-31
Bezeréd – Teleki-dűlő II.	Zala		P. BARNA et al. 2015, fig. 7
Döbrököz – Tűzköves	Tolna		MIKLÓS 2007, 61
Egyed – Közép-dűlő	Győr-Moson-Sopron		CZAJLIK et al. 2004, 114
Geresdlak – Hosszúhát	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 36-41
Géty – Gyomgyálólejtős	Zala		P. BARNA et al. 2019b, fig. 1
Györe – Váraljai-dűlő	Tolna		ZALAI-GAÁL – ÓDOR 2008, fig. 2
Harkány – Szilágy	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 42-43
Ikervár – Antónia-major	Vas		BRAASCH 2003, Abb. 12
Karád – Szérús-oldal	Somogy		ELTE, Légi Fotó Archivum
Kökény – Temetői-dűlő	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 44-47
Ligetfalva – Gesztenyés-dűlő	Zala		P. BARNA et al. 2019c
Máriakéménd – Szellői-sarok	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 50-51
Simontornya – Külső-rétek	Tolna		MIKLÓS 2007, 397
Szebény – Farkaslik-dűlő	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 60-61
Szemely – Hegyes	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 62-69
Töttös – Alsó-megye-dűlő	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 70-73
Villánykövesd – Jakabfalusi út mente	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 74-77
Vokány – Falu végi rész	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 78-81
Zengővárkony – Igazdűlő	Baranya		BERTÓK – GÁTI 2014, 82-87

233. ábra. Távérzékeléses módszerekkel azonosított neolitikus rondellák a Dunántúlon

egyszeres, mindössze 40 m átmérőjű körárok valóban a neolitikumban létesült (Glaubendorf 1, Heldenberg; HINTERLEITNER et al. 2010, 193-197). Az átmérők vizsgálata alapján mindenesetre kijelenthető, hogy a dél-dunántúli rondellák átlagosan jóval nagyobbak az alsó-ausztriai, illetve az alsó-szlóváiai párhuzamoknál, Délnyugat-Szlovákia körárkai pedig nemcsak fizikailag, hanem e tekintetben is „félúton” vannak.

Alsó-Ausztria területének alapos felderítésében kiemelkedő szerepet tulajdonítottak a régió lösz-alapközetének (NEUBAUER et al. 2010a,

19). Ennek a mezőgazdasági művelés hatására bekövetkezett jelentős eróziója az 1980-as évekre világossárga talajfelszín eredményezett, amelyen jól észlelhetővé váltak a sötét humusszal feltöltődött körárok. Ugyanez a folyamat segíthette a 2010-es években Baranya vármegyében elért eredményeket és hasonló okokkal magyarázhatjuk a délnyugat-szlovákiai kutatások sikerességét, illetve általánosságban a talajjelek fontosságát a körárok felderítésében. A több évtizedes légi régészeti kutatások alapján az is kijelenthető, hogy a közép-európai neolitikus rondellák túlnyomó többsége löszös, vagy



235. ábra. Neolitikus rondella környezetében terepülési nyomokkal Ikervár – Antónia-majornál (Vas vármegye), 2007. június 15., Czajlik Z. felvételei, illesztés/értelmezés: Rupnik L.

Zengővárkony – Igaz-dűlőben (BÉNYÓK – GÁTI 2014, 82-87), feltárások révén Sormás – Török-földek (P. BARNA 2010). Ugyanezt a jelenséget a neolitikus tell-települések esetében térképező fúrások, terepbejárás és magnetométeres felmérések alkalmazásával ismerték fel (pl. Öcsöd – Kováshalom, Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, RACZKY et al. 1985; Polgár – Csőszhalom, Hajdú-Bihar vármegye, RACZKY et al. 1997).

A nem tell-típusú lelőhelyeken különösen fontos a ritkán a körárkokon belül (pl. Bučany, BUJNA – ROMSAUER 1986), jellemzően azonban azokon kívül épített házak alapjainak észlelése. Geofizikai térképezés során Au am Leithagebirgéné (Alsó-Ausztria, Ausztria) dokumentálták (NEUBAUER 2010, Abb. 89), légi fényképezéssel pedig Ikervár – Antónia-majornál (Vas vármegye) tudtunk a körárokhoz kapcsolódó árkok és gödrök mellett egy épületet is megfigyelni (235. ábra). Minthogy alapárkos, vagy oszlopszerkezetes házakat talajjelek révén mindeddig nem sikerült megfigyelni, az ikervári együttes azonosításában döntő szerepe lehetett a növény-jeleknek, valamint annak, hogy a lelőhely egy, a finom növényzeti eltéréseket általában jól megmutató kavics-hordalékkúpon helyezkedik el. Tanulásgként lesűrhetjük, hogy a rondellák és környezetük térképezésében kiemelkedő szerepe van a talaj-jelek összegyűjtésének, amelyek alapján a részleteket elsősorban magnetométeres felméréssel és a növény-jelek felderítésével érdemes tovább kutatni.

A jelenségek funkciójának elemzése, a neolitikus és a rézkori rondellák közösségi térként, szertartások helyszínékként való rekonstrukciója, a procesz-sziós útvonalak azonosítása nemcsak a topográfiai adatok helyes interpretációja szempontjából fontos (lásd: P. BARNA – KALLA 2023), de egyszersmind segíti annak meghatározását, hogy mekkora területek, milyen részletességű további felderítésére van szükség.

6.11 Tanulságok

A felderítő légi régészeti kutatások egyik legfontosabb eredményét az egyes lelőhelyek/jelenségek morfológiai klasszifikációja jelenti. A fényképek helyzetének meghatározását követően az elemi morfológiai besorolás alapján azonosíthatók az altípusok, a régészeti jelenségek és a lelőhelyek

típusai. Az észlelést lehetővé tevő jelek (növény-, talaj-, hó-, stb.) megjelenésétől függő részletességgel készíthetők el a fotó-leírások, illetve az értelmezések. A légi fényképes információ interpretációs „teherbírása” széles skálán változik; a gyanús folttól az élesen, egyértelműen kirajzolódó régészeti jelenségekig. Az információ szűrése már a repülés során megkezdődik azzal, hogy nem minden jelet dokumentálunk, illetve folytatódik a régészeti szempontból irreleváns eltérések/alakzatok kihagyásával az értelmezés során. Ígéretes, fontos, de a részletek tekintetében nehezen feldolgozható lelőhelyek esetében érdemes a légi fényképezést alkalmasabb időszakban, eltérő növény-borítás mellett megismételni, illetve más módszereket (pl. geofizikai felmérés) bevonni a topográfiai munkálatokba.

A nyugat-európai klasszifikációt a közép-európai megfigyelések alapján adaptálva, a következő elemi morfológiai típusok határozhatók meg: vonalas, körvonalas, törtvonalas, kitöltött terület és pont(szerű) jelenségek (80-81. ábra). Ezek további altípusokra bonthatók, illetve régészeti jelenségeket, lelőhelyeket alkothatnak. Az utóbbiakat hat nagyobb kategóriába soroltuk: települések, temetők, hosszú vonalas jelenségek, határhasználati nyomok, erődítések, rondellák. Ez a beosztás egyfelől követi az európai gyakorlatot, másfelől alkalmazkodik a regionális sajátosságokhoz, továbbá úgy igyekszik a lehető legtöbb lelőhely osztályozását lehetővé tenni, hogy minél kevesebb bizonytalan, vagy több helyre is beilleszthető jelenség maradjon besorolatlanul.

Az egyes lelőhely-típusok hazai adaptációs folyamata eltérő időtartamban zajlott. Már a II. világháború előtti időszakban felismerték a halomsírokat, a római utakat, az őrtornyokat, bizonyos erődítések jellegzetes nyomait, az 1970-es évektől a hosszanti sáncokat, az 1980-as évek végétől a tell-települések körárkait. A külföldi specialistáknak, így O. Braaschnak és R. Gogueynek jelentős szerepe volt az alapvető települési és temetkezési jelenségek meghatározásában, ugyanakkor a részletek tekintetében a hazai kutatók komoly elemző-összehasonlító munkájára volt szükség. Számos olyan régészeti jelenséget (pl. földbe mélyített épületek, kisméretű templomok, csontvázas és égetéses temetkezések, a határhasználati nyomok jelentős része, körvonalas erődítések) ismerünk, amelyek kifejezetten a hazai, illetve a közép-európai régióra jellemzők.

Adaptációként tekintünk az őskori védművek morfológiai osztályozására is, amelynek alapját S. Fichtl felismerései (FICHTL 2000, 35) jelentik. A természetes erődítési lehetőségek és a részleteikben különböző, de korszakokon átívelően alkalmazott sémák dokumentálása érdekes diakronikus kutatási lehetőség. Tanulságos, hogy a túl szabályos megoldások (pl. az őskori körárkok, vagy a római kori lekerekített négyszög típus) kiépítésénél az erődítésre egyébként alkalmas területeket nem mindig használták jól, a természetes adottságoknak megfelelően, szemben a promontor, vagy meander-típusok általában tökéletes illeszkedésével. Noha a rendszer bizonyos elemei (pl. promontor-típus) már használatosak a hazai régészeti terminológiában, további háttérkutatásokat követően megfontolandó lehet egy hasonló szisztéma bevezetése. Különösen az új erődítések észlelésében nagy szükség lenne az ALS-adatok alapján elkészített modellekre, főként a régészetileg kevésbé ismert vidékeken (pl. a Bükk-hegységtől északra). Feltűnő, hogy mind a vaskori, mind a római kori védművek sok esetben a vízfolyások mentén, illetve a feltételezhető átkelőknél épültek meg, ugyanakkor az idősebb őskori erődített településeknél ez a szándék nem látszik érvényesülni.

Amíg a települések, a határhasználati nyomok, az időszakos táborok és a temetők nagy része elsősorban a növény-jelek révén kutatható, addig a hosszú vonalas jelenségek, az erődítések és a rondellák felderítése jellemzően a talaj-jeleknek köszönhető. Ez tette lehetővé a *ripa Pannonica*, a Csörsz-árok és más hosszanti sáncok archív ortofotók alapján már az 1970-es években megkezdett kutatását. Komoly szerepe volt a talaj-jeleknek a halomsírmezők korai légi fényképes kutatásában is. Újabban felértékelődtek a műholdas platformoknak köszönhetően is, amelyek révén számos erődítést sikerült azonosítani, vagy részletebben megismerni.

A morfológiai típusok és a jel-típusok közötti összefüggésre általánosabb magyarázatot adhat, ha a talaj-jelek, illetve a növény-jelek révén észlelhető lelőhelyek közös tulajdonságait meghatározzuk. Nyilvánvaló, hogy a hosszú vonalas jelenségek, az erődítési árkok, a rondellák és a halomsírok nagyobbak az épületeknél és az egyszerűbb síroknál, tehát könnyebben észlelhetők. Ezen túlmenően a felsorolt – talaj-jelek révén megmutatkozó – jelenségek másik hasonlósága a szélesebb, mélyebb, a talajtani „C” szintbe beásott árkok és/vagy ebből

a világosabb rétegből származó anyagból épített konstrukciójuk (pl. a halom köpenye, az út töltése) lehet. Az esetenként jóval nagyobb kiterjedésű határhasználati nyomok jelentős része mögött viszont keskenyebb/sekélyebb árkokat sejtünk, amelyek talaj-jelekként nem, vagy csak ritkán látszódnak. Egy sor más, csak növény-jelek révén megmutatkozó morfológiai típus (pl. oszlopos és alapárkos épületek, sírgödrök, gödrök) esetében a jelenségek kisebb kiterjedése magyarázhatja, hogy talaj-jelként nem azonosíthatók.

A jelenlegi talajfelszínhez képest pozitív földépítmények (sáncok, teraszozás, halmok) kutatásához nagy szükség van az árnyékhataásra, illetve a hó-jelek, esetenként a nedvesség- és fagy-jelek segítségével. Még fontosabb szerepe van az árnyékhataásnak a növény-jelek felkutatásában, különösen a fent említett kisméretű jelenségek (épületek, sírok) esetében. A színeltérés önmagában ritkán elég, a legtöbb települést, temetőt, határhasználati nyomot a késő délutáni / koraesti napállásnál lehet felderíteni, illetve ilyenkor tudunk róluk jól értelmezhető felvételeket készíteni.

Minden igyekezetünk ellenére vannak olyan morfológiai alakzatok, amelyek funkciója, keletkezése többféle lehet, azonban egyelőre nem különíthetők el egymástól. A négyzetes sírgödrök elválasztása a települési jelenségektől, az utóbbiakon belül a tároló gödrök és a kutak, illetve a nagyobb gödrök és a földbe mélyített épületek nyoma egyelőre nem különböztethető meg. Ezeknél a kisebb kiterjedésű jelenségeknél az azonos méretű, ismétlődő, alakzatba rendeződő mintázatok segíthetik az osztályozást. Árokkeretek esetében a közepükön felismerhető sírgödör teszi lehetővé a besorolást, a pontos forma a keletkezést. Sok nehézséget okozhat a körvonalas típus szabályos altípusa, azaz a körárkok, amelyek lehetnek rondellák, templom körüli körárkok, vagy nagyobb halomsírok kerítőárkai. Ezeket az altípusokat a méretük mellett a kör közepén lévő struktúra alapján lehet pontosabban meghatározni, ez azonban nem mindig látható a felvételeken. A morfológiai osztályozásnak nem feltétlenül célja a keletkezés, vannak azonban karakteres, további információk nélkül besorolható jelenségek (pl. az újkőkori hosszú házak), illetve gyakoriak azok a struktúrák, amelyek lehetséges kora viszonylag jól leszűkíthető egy rövidebb időintervallumra (pl. földbe mélyített épületek).

czajlik.zoltan_222_24

7. A LÉGIRÉGÉSZETI KUTATÁSOK EREDMÉNYESSÉGE

A légitérészeti módszerek sikeres adaptációja nemcsak az új, térségünkre jellemző morfológiai típusok azonosításával, hanem a korábban csak ritkán megfigyelt lelőhely-típusok számának jelentős, trendszerű növekedésével is igazolható. Az oszlopos szerkezetű és alapárkos épületek, temetők, templomok egyre nagyobb számban és egyre több régióból váltak ismertté. Bizonyos zónákban növekszik a határhasználati nyomok száma is. Emögött komoly értékelő-elemző munka van, nemcsak a kora nyári szezonok, hanem az egyes repülések között is. A cél a növény-jelek optimális észlelése szempontjából kulcsfontosságú időablakok és az egyes területek helyes repülési sorrendjének évről évre történő meghatározása. A kisméretű jelenségek felderítését segíti, hogy a nemzetközi gyakorlathoz képest csökkentettük a repülési magasságot. A repüléseket a korábbinál jóval precízebb, digitális térkép-alapú navigáció támogatja, ami egyébként a hegyvidéki erődítések visszaazonosításában is rendkívül fontosnak bizonyult.

A légitérészeti kutatások eredményességét az elterjedési térképekre emlékeztető módszerekkel szokták bemutatni. Ezeken minden azonosított légi fotó lelőhelyet egy-egy pont jelöl, esetleg évenként, vagy repülésenként különböző színekkel jelölve (CZAJLIK 2007, fig. 1, 5; SZABÓ 2018, 191. ábra). Hosszabb távon ezek a térképek megmutatják azokat a területeket, amelyek valamilyen okból nem, vagy alig kutathatók, illetve a pontok sűrűsége bizonyos fokig jelzi az egyes régiók alkalmasságát a légi fényképes kutatásokra, ugyanakkor ezek az ábrák nem mutatják meg a részleteket.

A Szalkszentmárton környéki (Bács-Kiskun vármegye) kutatásoknál tapasztaltuk, hogy hosszabb időtávon jóformán az adott település teljes határában, azaz minden egyes szántóföldi művelés alatt álló föld-darabon meghatározható a régészeti érintettség, illetve annak mértéke a légi fényképek alapján (CZAJLIK 2010, fig. 4). Ezt a módszert Rupnik L. fejlesztette tovább oly módon, hogy a nyilvántartásunkban szereplő felvételek döntő többsége esetében meghatározta azokat a parcellákat, amelyekről a légi fényképek készültek (CZAJLIK et al. 2021, fig. 2-3). A levegőből átkutatott modern területi egységek így nem csak azt jelzik, hogy hol vannak a régé-

szeti jelenségek, de fotózás pillanatában területi egységek azonos művelési állapota miatt a jelek részleges hiányából az intakt, régészetileg nem érintett zónákra is következtethetünk.

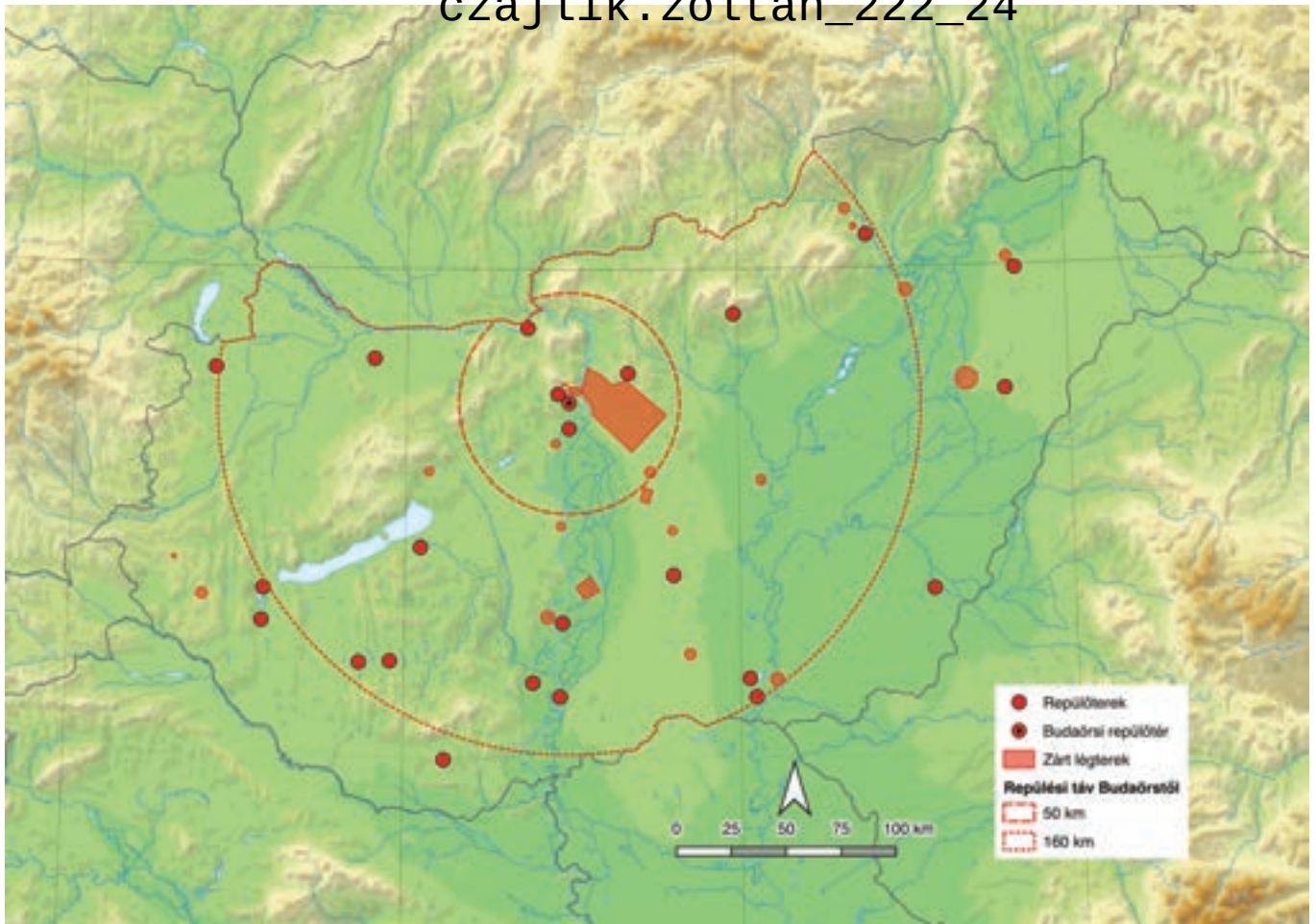
Amint azt számos külföldi kutató, közte az 1996 júniusi Siófok/Balatonkiliti légi régészeti tábor résztvevői megállapították, Magyarország területe általában nagyon jól felderíthető légi régészeti módszerekkel (BEWLEY et al. 1996). Természetesen a kora nyári időpontnak megfelelően akkor ez csak a növény-jelek alapján levont következtetés volt. Az elmúlt 30 év kutatásai alapján azonban finomítható a kialakult kép; tapasztalatokkal rendelkezünk a jobban, illetve a nehezebben felderíthető régiókról, bizonyos zónákban nemcsak a növény-, hanem a talaj-jelek esetében is. A pontos magyarázatokat nem ismerjük, de vannak olyan logisztikai, felszínborítási és geomorfológiai okok, amelyeknek biztosan fontos szerepük van.

7.1. Az állandó tényezők

7.1.1. A logisztika szerepe

A repülőgépek üzemanyagtartálytól függő hatósugaráról, illetve az egyes országrészek repülővel való ellátottságáról és egyéb logisztikai tényezőkről korábban esett már szó. Ezek – a bázisrepülőterétől függően – determinálják azokat a nagyobb régiókat, amelyekben egy adott napon, leszállással, vagy anélkül a régészeti lelőhelyek felderíthetők. A bázisrepülőterhez közeli zónákban nagy köröket tehetünk, távolodva azonban egyre hegyesebb háromszög-alakú területeken belül kell dolgoznunk. A hatósugár és a területi lefedés tervezett tankolással természetesen módosítható. Ugyanakkor fontos megérteni, hogy a hosszabb repülések nem pusztán üzemanyagkérdést jelentenek, hanem nagyobb területre érvényes, előre tervezhető, kedvező időjárásra van szükség, hiszen a bázisrepterekre minden esetben vissza kell tudni térni.

Az évek során nagyon sok helyről, repülőgéppel és repülővezetővel dolgoztunk (Sármellék, Nyíregyháza, Debrecen, Siófok/Kiliti, Ócsény, Kalocsa, Fertőszentmiklós), közel egy évtizede azonban csak Budapest környékéről, a Flycoop Kft. Cessna típusú gépeivel, a régészeti felde-

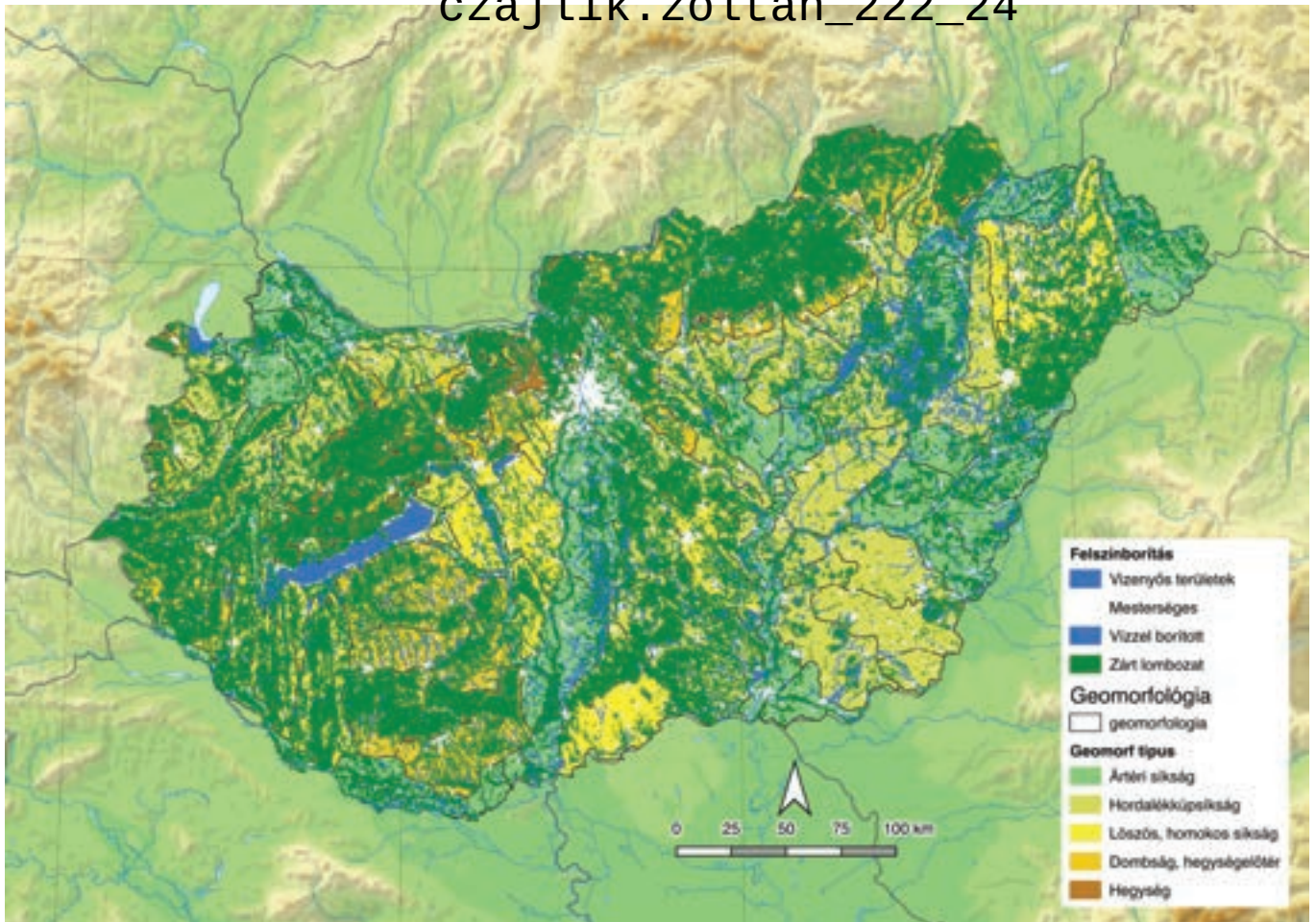


236. ábra. Magyarország kisépés repülőterei és zárt légterei a Budaörsről számolt 50 és 160 km-es sugárú körök feltüntetésével. Az alaptérkép forrása: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pannonian_Basin_geographic_map_blank.svg Ikonact, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons. A térképet a <https://www.openflightmaps.org/lh-hungary/> A térképet készítette Marton Á. (2024)

rítésben nagy tapasztalatot szerzett pilótáival repülünk. Általában Budaörsről indulva egy kb. 50 km átmérőjű szűkebb, illetve egy kb. 160 km átmérőjű tágabb területre koncentrálnak, függően az időjárástól, költségkerettől, feladattól, stb. A Dunántúl jó repülési infrastruktúrájának köszönhetően a felderítések nyugat felé viszonylag könnyen nyújthatók, Kelet-Magyarországra korábban gyakran, az utóbbi években azonban nem sikerült eljutnunk. A külföldi területek közül a legtöbb tapasztalattal Romániából (Erdélyből) rendelkezünk, az ottani nehéz észlelési lehetőségek sokat segítettek a gyenge adottságú hazai régiók megismerése során. Észak-Szerbiában (Bácskában) és Délnyugat-Szlovákiában (a Csallóközben) viszont a hazaiakhoz hasonlóan jók a természeti körülmények, amelyek a jelenleginél jóval több kutatást indokolnának. Nyilvánvaló, hogy az itt körvonalazott logisztikai felosztás a Budapest környéki bázisrepte-

rekhez kötődik. A pécsi kutatók számára természetesen más jelentenek a közeli területek, pl. a Dráva mente, ami számunkra komoly logisztikai feladat. Ugyanakkor Budaörsről Komárom környéke könnyen elérhető, ami viszont Pécs – Pogányról jóval nehezebben kutatható (236. ábra).

A három évtizede folytatott repülések ellenére a vegetációs időszakon kívüli kutatási lehetőségekről lényegesen kevesebb tapasztalattal rendelkezünk, mint a növény-jelek megfigyeléséhez kötött késő tavaszi – kora nyári időszak esetében. Ebben szerepet játszik a havas periódusok csökkenése és az a tény, hogy a vegetációs időszakon kívül nehezebb az új lelőhelyek azonosítása. Főként korábban, de bizonyos szempontból mindmáig problémát jelenthet a logisztikai háttér a késő ősztől kora tavaszig tartó időszakban, amikor számos füves



237. ábra. Geomorfológiai és felszínborítási viszonyok Magyarországon. A térkép forrásai: 1. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pannonian_Basin_geographic_map_blank.svg Ikonact, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons. 2. Magyarország 1:1.000.000 léptékű földrajzi tájbeosztása térinformatikai alapállománya (MAROSI-SOMOGYI 1990, 1023; PÉCSI-SOMOGYI 1969, 7-27 alapján). 3. „Nemzeti nagyfelbontású CORINE felszínborítás adatbázisból (CLC50)” <https://lechnerkozpont.hu/oldal/felszinboritas>. A térképet készítette: Marton Á. (2024)

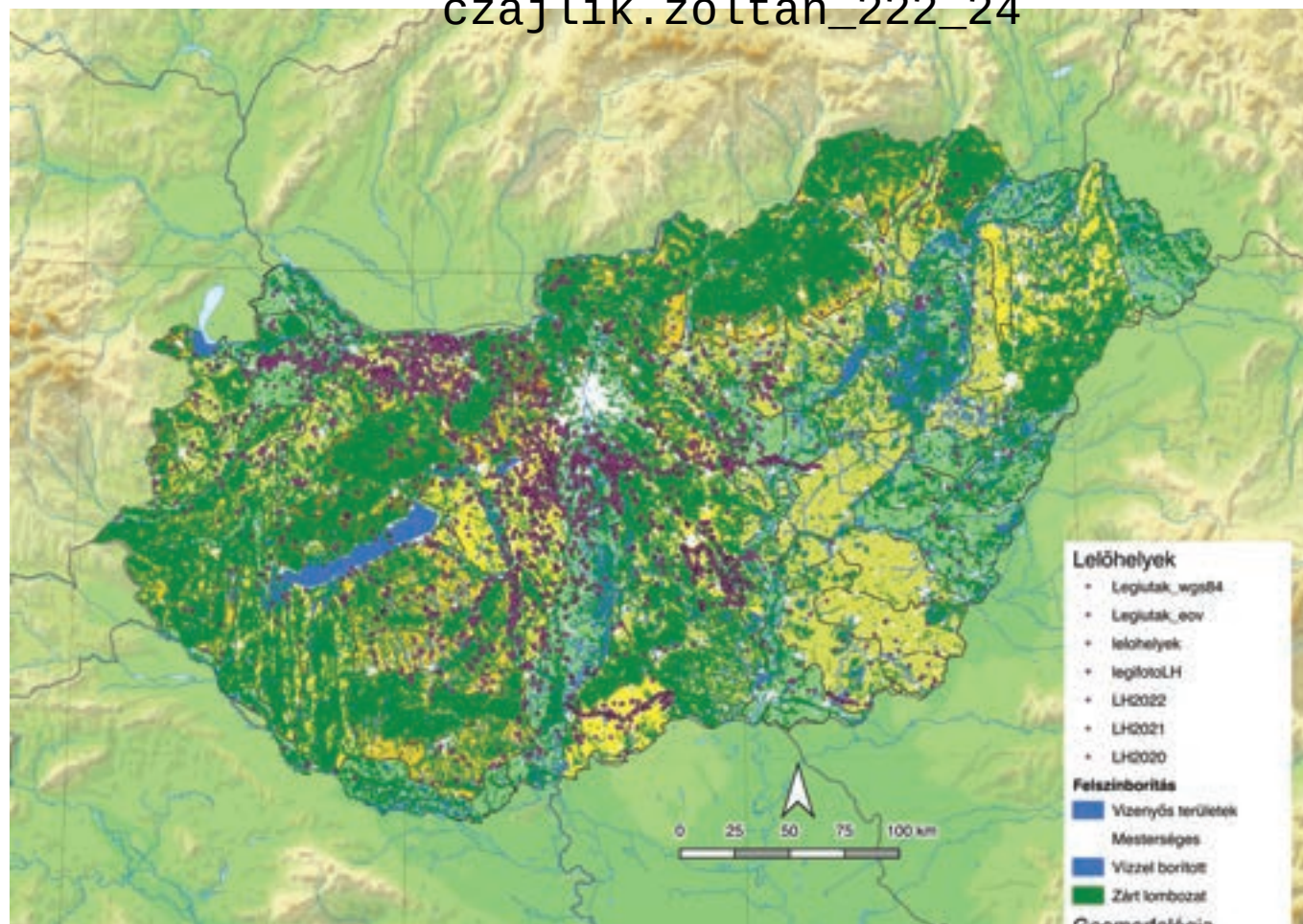
reptér bezár(t), vagy csökkentett kapacitással üzemel(t). A beton/aszfalt-pályával rendelkező létesítményeket (pl. Tököl, Fertőszentmiklós, Debrecen) ilyenkor megbízhatóbban lehet használni, ami Budapesttől távolodva problémákat okozhat, növelheti a költségeket. Szűkös finanszírozású években mindez oda vezetett, hogy a téli – kora tavaszi repülések kimaradtak. Az utóbbi évtizedben a Google Earth-nek köszönhetően ezekről az időszakokról repülések hiányában is tudunk (utólag) információt szerezni, ez azonban nem feltétlenül pótolja az aktív kutatásokat.

Fontos tudnunk, hogy a települések belterületi határába eső zónákat az épített örökség egyes elemeit (pl. várak) kivéven általában nem érdemes kutatni légi régészeti módszerekkel. A ferde tengelyű légi fényképezések és a drónos fotózások során ezek a területek különféle biztonsági korlátozások alá esnek, ezért a nagyobb telepü-

lések (főváros, megyeszékhelyek) légtérét általában kiiktatjuk a repülésekből. Nem fényképezhetők a nagyipari létesítmények és a repüléstilalmi zónák, illetve csak eseti engedéllyel végezhető munkarepülés a repülőterek körzetében. Ilyenkor a kutatás lehetősége az adott reptér forgalmától függ. A budapesti nemzetközi légi kikötő esetében nemcsak a közel-körzet, hanem egy jóval nagyobb, az utas- és teherszállító gépek által esetenként várakozásra használt térség is olyan mértékben korlátozott, ami csak a legkritikább esetekben teszi lehetővé az eredményes felderítő légi régészeti kutatást.

7.1.2. A felszínborítás szerepe (237-238. ábra)

A logisztikai lehetőségek mellett az eredményességet hosszabb távon determinálja a felszínborítás. A beépített területek értelemszerűen nem



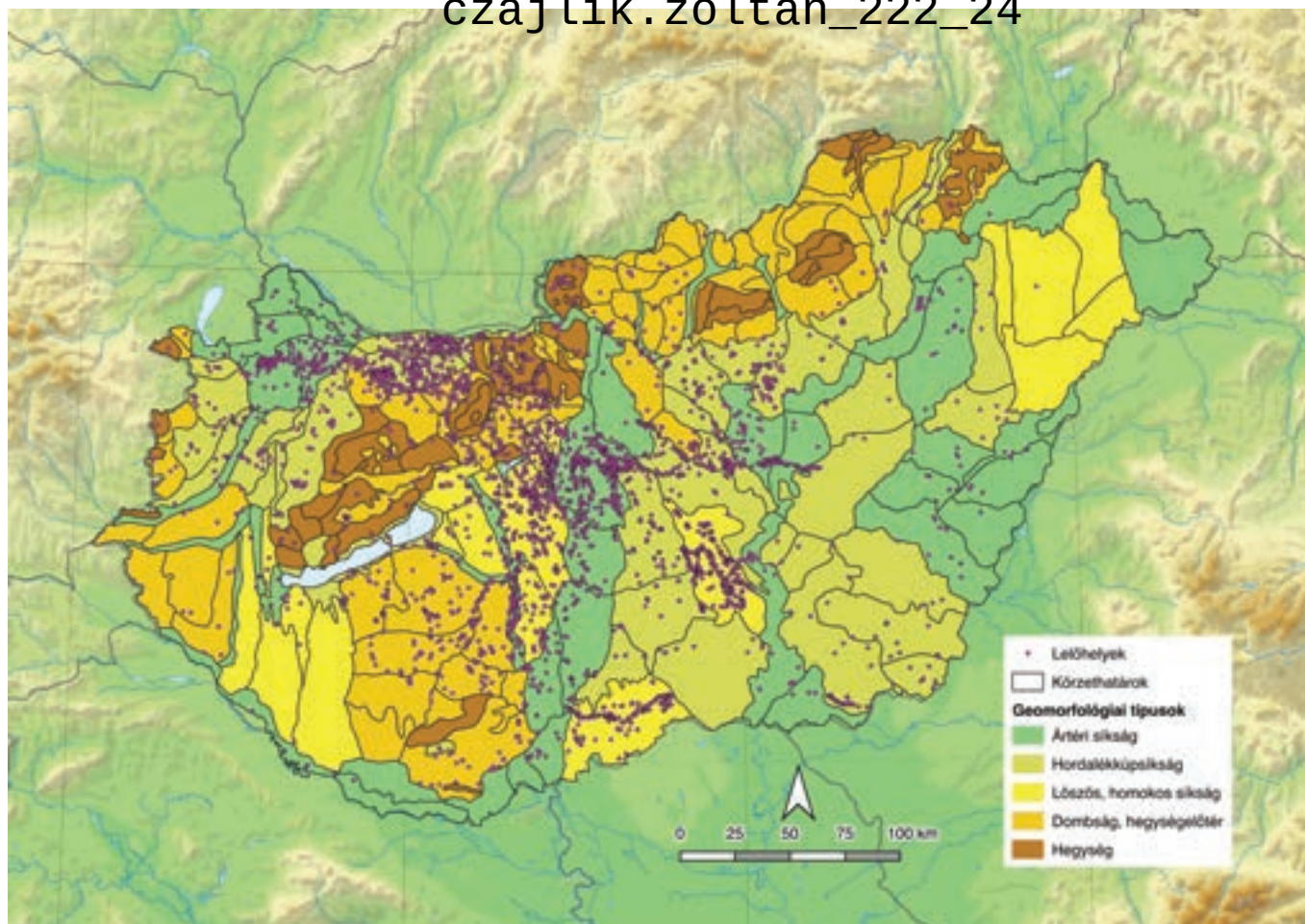
238. ábra. Az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archívumának lelőhely-adatai (1993-2022) geomorfológiai és felszínborítási alaptérképeken ábrázolva. A térkép forrásai: 1. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pannonian_Basin_geographic_map_blank.svg Ikonact, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons. 2. Magyarország 1:1.000.000 léptékű földrajzi tájbeosztása térinformatikai alapállománya (MAROSI-SOMOGYI 1990, 1023; PÉCSI-SOMOGYI 1969, 7-27 alapján). 3. „Nemzeti nagyfelbontású CORINE felszínborítás adatbázisból (CLC50)” <https://lechnerkozpont.hu/oldal/felszinboritas>. A térképet készítette: Marton Á. (2024)

kutathatók, hasonlóan az infrastruktúra által elfoglalt zónákhoz, valamint tavainkhoz és folyóinkhoz.

A három nagy jel-csoport (hó/fagy, talaj/nedveség és növény) távérzékeléses kutathatóságát eltérően befolyásolja az aktuális, illetve az archív anyagok tekintetében a korábbi felszínborítás. Amíg hó/fagy-jeleket a beépített területek kivételével elméletileg mindenütt találhatunk, addig a másik két jelcsoport esetében az erdőként hasznosított, vagy bokros területek nem, vagy csak nagyon speciális esetekben alkalmasak régészeti jelenségek azonosítására. Már évtizedes távlatban is jól követhető a felszínborítás változása, ami a beépítések miatt többnyire a kutatható terület csökkenését, erdőterületek és korábbi bokrosok, legelők művelésbe vonása esetén viszont a bővülését eredményezheti.

7.1.3. A geomorfológiai háttér szerepe (239. ábra)

Az azonos logisztikai helyzetű és növényzeti borítású területek kutathatóságában tapasztalható eltérések nagy vonalakban jól magyarázhatók a földtani okokkal, a geomorfológiai háttér, illetve abból következően a talajviszonyok megváltozásával. A Nyugat-Európában problematikusnak bizonyult agyagos térszínek kutatásával kapcsolatban egyelőre nincsenek jelentős tapasztalataink, általában jó viszont a löszös zónák kutathatósága. Minthogy ezek – főként a Duna-mentén – nagy területeken jellemzők, komoly szerepük lehet a hazai légi régészeti kutatások eredményességében. A részletesebben vizsgált területek esetében azonban nagyon jelentős regionális különbségeket tapasztaltunk. Amíg Érd/Százhalombatta – Százhalom (Pest vármegye)



239. ábra. Az ELTE BTK RTI Légitérítési Archívumának lelőhely-adatai (1993-2022) geomorfológiai alaptérképen ábrázolva. A térkép forrásai: 1. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pannonian_Basin_geographic_map_blank.svg Ikonact, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons. 2. Magyarország 1:1.000.000 léptékű földrajzi tájbeosztása térinformatikai alapállománya (MAROSI-SOMOGYI 1990, 1023; PÉCSI-SOMOGYI 1969, 7-27 alapján). A térképet készítette: Marton Á. (2024)

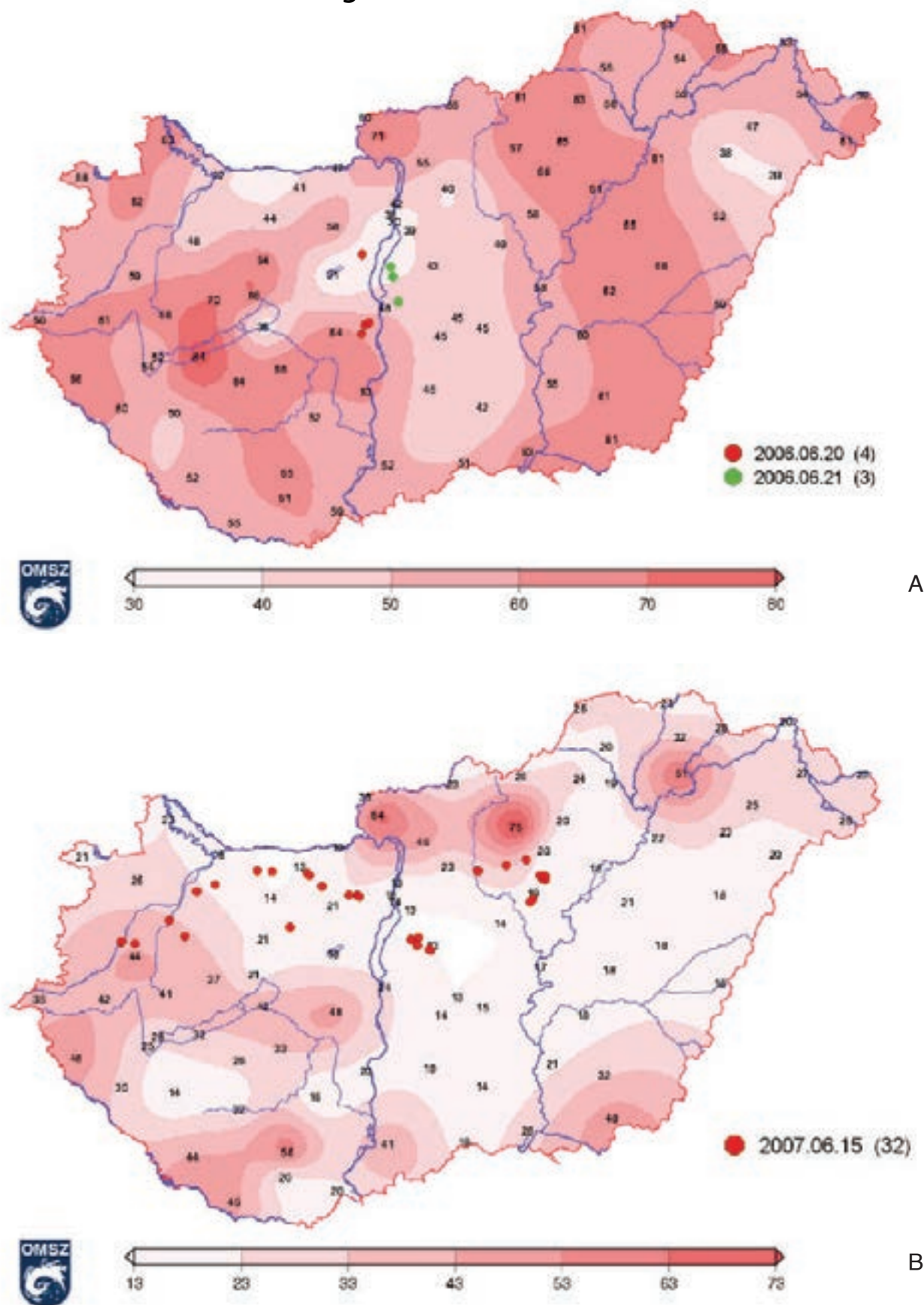
zónájában kifejezetten hatékonyak bizonyultak a módszer, addig Süttő (Komárom-Esztergom vármegye) térségében az intenzív repülések ellenére kevés és a Battai-löszplatónál jóval nehezebben értékelhető növény- (és talaj-) jelet figyeltünk meg.

Még komolyabb különbségeket érzékeltek a homokos területek megfigyelése során. Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyében R. Gogúy nem sikerült új lelőhelyeket azonosítani, miközben a Duna-Tisza-köze homokos régióiban rengeteg régészeti jelenséget derítettünk fel. Közepesen az eredmények a Rába-völgy pleisztocén kavics-hordalék-síkságán, kifejezetten rosszul kutathatóknak bizonyultak sokszor átnézett, ugyanakkor nagy területű Sajó-Hernád-hordalékkúp. Ugyanakkor a külföldi példákkal egybeesően jó eredményeket értünk el a Duna kavics-hordalékkúpjainak rendszeres kutatásával a Kisal-

földön (CZAJLIK et al. 2011) és a Pesti-síkságon CZAJLIK et al. 2021, fig. 4). Megfigyeléseink alapján nemcsak az aktív, repülőgépes légi régészeti kutatásokban, hanem a Google Earth és a MePAR használata során is észlelhetők a fent röviden bemutatott regionális különbségek.

7.1.4. A csapadék, talajnedvesség és a hőmérséklet szerepe

A felsorolt faktorokhoz az eredményesség oldaláról közelítve, a legtöbb nehézséget a csapadék/talajnedvesség/hőmérséklet pontos szerepe, hatásmechanizmusának megértése jelenti. A korábban bemutatott összefüggéseken túl (csapadékhiány kialakulásának folyamata, csapadékhiány mértéke, stb.) a hazai helyzetről egyelőre csak szerény előzetes információkkal rendelkezünk. O. Braasch a 2002-es júniusi adatok alapján arra hívta fel a figyelmet, hogy



240. ábra. A talajnedvesség mértéke Magyarországon. A: 2006. június 14-én a 2006. június 20-21-i légifotó lelőhely-adatokkal. B: 2007. június 14-én a 2007. június 15-i légifotó lelőhely-adatokkal. A térkép forrása: OMSZ, ELTE BTK RTI Légitérészeti Archivum. A térképet Bődöcs A. készítette (CZAJLIK – BÖDÖCS 2013, fig. 7., 9.)

a talajnedvesség hiánya nemcsak 1966-ban, hanem térben is nagyon komoly változatosságot mutathat (BRAASCH 2003, Abb. 13). A 2006 és 2007 júniusi adatok összevetésével a csapadékosabb 2006-os és a szárazabb 2007-es kora nyár közötti nagyon jelentős (18 *versus* 85 új légi fotó lelőhely azonosítása) különbség jelzi a tartós csapadékhiányos állapotok hatását az eredményességre (240. ábra).

7.2. A különféle jel-típusok

7.2.1. A hó- és fagy-jelek kutathatósága

A felszínborítással kapcsolatban leírtak alapján a hó- és fagy-jelek jóval nagyobb területen kutathatók, mint a másik két jel-csoport. A beépített területek kivételével elvben mindenütt, így a talaj/nedvesség, illetve növény-jelek segítségével felderíthetetlen erdőkben is használhatók, sőt elsődleges alkalmazási lehetőségüket éppen ezek a zónák jelentik. Ez alól csak az örökzöld, Magyarországon telepített fenyvesek és a sűrű bokros zónák képeznek kivételt, amelyek egyébként az ALS-módszer számára is problémát jelenthetnek.

Arra vonatkozóan, hogy a hó- és fagy-jelek kutatási lehetőségeit miként befolyásolják az eltérő földtani és geomorfológiai adottságok, nagyon kevés adattal rendelkezünk. Egyfelől a földtani háttér biztosan hatott a tájhasználatra, benne arra, hogy milyen léptékű átalakítást végezhettek el egy adott zónában. Így a vízszegény mészköves/dolomitos platókon gyakran kevesebb régészeti lelőhelyet azonosíthatunk, mint a magmás kőzetű középhegységekben. Másfelől elképzelhetőnek tartjuk, hogy a kőzetek és a belőlük képződött talaj eltérései, továbbá az ennek nyomán kialakuló növényzet befolyásolhatja a hó-tartó képességet, azaz végső soron a hó-jelek észlelését. Fontos azonban rögzíteni, hogy ezek a kérdések elsősorban a már ismert föld-erődítések megfigyelését érintik. Ugyanakkor a középhegységi területeinken jóformán általánosnak mondható erdőborítás miatt ezekről a zónákról – a földtani adottságoktól általában függetlenül – nagyrészt a hó-jelek révén vannak légi fényképes információink. A nehézségek ellenére ugyanis mindig egyértelmű volt, hogy az erdővel borított területek esetében csak a vegetációs időszakon kívül végzett kutatások során

mutatkozik reális esély új régészeti jelenségek megfigyelésére. A középhegységeinkben gyakori tölgy/csertölgy állományok miatt valamivel kedvezőbb a lombhullatást követő, rügyfakadásig tartó időszak, azaz a tél vége és a tavasz eleje, de a legnagyobb segítséget az észleléshez az – ezekben a zónákban még mindig gyakoribb – hó-borítás adhatja. Ennek is erős korlátai vannak azonban, nagyobb vonalas struktúrák (utak, sáncok, árkok), esetleg teraszozási nyomok megmutatkozhatnak, de például halmok azonosítására, vagy felderítésére elenyésző az esély.

Említettük, hogy Miklós Zs. inkább a vékony havat kedvelte, saját gyakorlatunk alapján a nagyobb hó is jó lehetőségeket biztosít. Eltérő tapasztalatainkkal függött össze, hogy ő december elején is szívesen fotózott, mi viszont inkább a január második felétől március elejéig tartó időszakot preferáljuk. Nem utolsó sorban azért, mert a hosszabbodó nappalok növelik a biztonságosan repülhető órák számát. Ez a Bakonyban, a Gerecsében, a Pilisben és a Börzsönyben kevésbé fontos, viszont a Budapest környékéről indított északkelet-magyarországi kutatásokban a távolság miatt elengedhetetlen követelmény. Ezekről a középhegységi területekről nem nagyon ismerünk havas időszakban készült Google Earth felvételt, így a távérzékeléses lehetőségek közül a legnagyobb lehetőséget az ALS-alapú domborzatmodellek jelentik. Jóval több információt adhatnak, mint a légi fotók, hiszen a sáncok, árkok, teraszok, kapuk mellett halmok, sőt az egykori úthálózat nyomát is ki lehet velük mutatni (DONEUS et al. 2008, a hazai példák közül lásd: KIRÁLY et al. 2012, GÁTI 2017).

Miklós Zs. Tolna vármegyében folytatott kutatásai (MIKLÓS 2007, 28., 50b., 63., 70., 75., 81., 93., 98-99., 102., 107., 114., 124., 137., 143., 151., 172., 183., 197., 211., 218., 225., 248., 252., 278., 288., 291., 301., 308., 316., 321., 328., 338., 358., 369., 372., 375. ábrák), Szabó M. erődítés (SZABÓ 2018, 274-276 és 335-336. képek) és *limes*út fényképezései (SZABÓ 2018, 95. és 98. képek), vagy saját gyakorlatunkból a süttöi (Komárom-Esztergom vármegye; CZAJLIK et al. 2019a, fig.1) és különösen a Gödöllői-dombságon (CZAJLIK 2022b, 2. ábra) végzett felderítések azt mutatják, hogy komoly lehetőséget jelenthet a dombvidékek, esetleg a sík területek havas időszakban való fényképe-

zése. Különösen jó eredmények születhetnek az olyan vékony havas időszakokban, amikor a fagy-jelek is észlelhetők. Ezek az időjárási helyzetek azonban egyre ritkábbak, a korábban logisztikai problémák, vagy pénz hiányában elmulasztott lehetőségek pedig nehezen pótolhatók.

7.2.2. A talaj- és nedvesség-jelek kutathatósága

A fent leírtak alapján a talaj- és nedvesség-jelek kutatásából nemcsak a beépített zónákat, hanem az erdővel/bokrosokkal borított területeket is ki kell zárunk. Ezeket a kategóriákat figyelembe véve a területhasznosítás dinamikus változásokat mutat, azaz nemcsak az erdőként hasznosított földrészek szántóföldi művelésbe vonásával, hanem az erdőtelepítésekkel is számolnunk kell. Érdemes tehát az aktuális állapotokat a Google Earth, vagy országos rendszerek (pl. MePAR) segítségével követni.

A talaj- és nedvesség-jelek kutathatóságáról a hó jelekhez hasonlóan nem rendelkezünk országos áttekintéssel. Jó adottságokkal rendelkezik a Dél-Dunántúl, Miklós Zs. Tolna vármegyéről szóló monográfiája (MIKLÓS 2007) mellett Bertók G. és Gáti Cs. baranyai felderítései (BERTÓK – GÁTI 2014) jelzik ezt. Saját kutatásaink alapján hasonlóan eredményes a Gödöllői-dombság, illetve az Észak-Alföld és az Északi-középhegység déli peremének légi fényképes felderítése. Egy 2009-es repülésünk, illetve számos műholdas felvétel alapján (vö. RÓZSA 2010, 6, 10-11) hatékonyan kutatható Békés vármegye. A Google Earth alapján a jól megfigyelhető terület hosszan folytatódik a határt átlépve, elsősorban a romániai Bánátban (pl. Cornești – Iarcu: SZENTMIKLÓSI et al. 2011, fig. 3, 11). Az egész régióra jellemző, hogy inkább talaj- és nedvesség jelek, mint növényzeti eltérések alapján kutatható. Valamennyi itt felsorolt zóna esetében elsősorban az erődítési nyomokat lehet a talaj jelek alapján kutatni, s ez területi megkötés nélkül igaz a Google Earth használatára is (pl. SZEVERÉNYI – KULCSÁR 2012). Nagyobb halmok, kurgánok palástjának nyoma is gyakran megfigyelhető, ezek esetében azonban általában nem egyértelmű a jelek értelmezése, addicionális információra is szükség van a régészeti jelenségeknek a természetes geomorfológiai/földtani változásoktól való elkülönítéséhez.

Vonalas jelenségek (pl. római utak, Csörsz-árok) is jól észlelhetők talaj jelek segítségével (pl. VISY 2000, 53., 70., 77., 87., 99-100., 108., 114-116., 170. ábra; GARAM et al. 2003, 19., 28-30., 33., 36., 44.). Általános tapasztalat, hogy a (részben) betemetett árkok figyelhetők meg elsősorban az erődítések, a Csörsz-árok, sőt, szerencsés esetben (pl. Százhalombatta – Százhalomnál, vagy Százard – Gyalogjáró-dűlőben, vö. MIKLÓS 2005, 157) a halmok, illetve az egykori halmok körül is. Ez összefügghet azzal, hogy ezeket a jelenségeket leggyakrabban a csapadékos időjárás utáni állapotban, azaz nedvesség-jelek segítségével lehet igazán jól azonosítani, amikor az egykori árkok bizonyos mértékig feltelnek vízzel, amit sötétebb színük, esetleg magának a víznek a megjelenése mutathat meg. A kutatási periódusokat tehát ezekhez a szituációkhoz érdemes igazítani, ami egyfelől november környékét, másfelől a februártól áprilisig tartó időszakot jelenti. Különösen ősszel nehezíti a munkát, hogy a csapadékos periódus után erősebb lehet az ilyenkor amúgyis jelentős párasodási hajlam, ami rontja az észlelési körülményeket (ez a Google Earth felvételeken is látszik!), sőt magát a repülést is akadályozhatja. A tavaszi kutatások érdekessége, hogy a talaj- és nedvesség jelek megfigyelése ilyenkor folyamatosan válthat át a növényzeti eltérések észlelésébe, azaz a hatások felerősíthetik egymást. Ez azonban csak a nem túl száraz, de nem is túl csapadékos tavaszokra igaz, mert a szélsőséges időjárási helyzetek inkább kedveznek egyik, vagy másik jel típus létrejöttének. A közel-keleti analógiák és a franciaországi tapasztalatok alapján várható, hogy bizonyos kőépítmények (pl. római villák, vö. BRÉART 1999, 28-42, 48-49; középkori templomok) is megmutatkozzanak a vegetációs időszakokon kívül a felszínre kerülő kövek, illetve a habarcsomladék révén talajokban. Eddigi megfigyeléseink alapján alaprajzukkal nem, de foltként azonosíthatók ilyen, egyébként ismert régészeti jelenségek. Példaként Páty – Hegyi-dűlő lelőhely (Pest vármegye) 2022. januári Google Earth felvételét mutatjuk be (241. ábra).

7.2.3. A növény-jelek kutathatósága

A növény-jelek kutatásával kapcsolatban is jelezniünk kell, hogy nem rendelkezünk Magyarország teljes területéről azonos mélységű információval. Logisztikai és költséghatékonysági okokból

Kelet – Magyarországon kevesebb repülés volt, ez nemcsak az ELTE BTK RTI Légitérítési Archivumára, hanem a Pécsi Légitérítési Tékára is igaz. A Dunántúl és Közép-Magyarország azonban jól és folyamatosan kutatott, nemcsak a nagyobb régiókról rendelkezünk tapasztalattal, hanem esetenként mikroregionális különbségeket is meg lehet állapítani.

A növény jelek régészeti értékelése során érdemes meghatározni azokat a típusokat, amelyek azonosíthatósága vagy hiánya egy adott térség légi régészeti kutathatóságát jellemzi. A finom rajzolatú gabona-jelek azért alkalmasak a régiók tesztelésére, mert a tapasztalatok szerint csak ott találkozunk velük, ahol egyébként a régészeti növény-jelek legtöbb morfológiai típusát nagy számban meg lehet találni. Ez természetesen a jó szezonokra érvényes megfigyelés, a növény-jelek szempontjából kedvezőtlen időjárás hatása abban is megnyilvánul, hogy a finom rajzolatú gabona-jelek nem, vagy csak nagyon kis számban fényképezhetők az adott évben. Jól jelzi egy terület alkalmasságát, az eredményes kutatási lehetőségeket, ha temetőket tudunk azonosítani. A körárkos temetkezések is fontosak, de még erősebb érv a kutathatóság mellett, ha csontvázas, esetleg egyértelműen felismerhető hamvasztásos temetők vannak egy zónában. Hasonlóképpen pozitív jel, amikor újkőkori hosszú házak, vagy alapárkos épületek deríthetők fel, mert ezek finom részletei (pl. a tetőgerincet tartó oszlopok nyoma) csak a nagyon jó adottságú mikrorégiókban dokumentálhatók. Ugyanakkor, ha egy terület kutatása során rendre csak olyan árkok nyomát tudjuk növény-jelek segítségével megfigyelni, amelyek egyébként talaj-jelként is detektálhatók, akkor ott a légi régészeti felderítésnek nagy valószínűséggel erős korlátai vannak.

A növény-jelek kutatásának területi sorrendjét és szervezését elsősorban a jelek észlelési periódusai közötti regionális különbségek határozzák meg. Arról még ma sem rendelkezünk megfelelő ismeretekkel, hogy melyik zónában mikor kezdődik és milyen hosszban, meddig tart a szezon? Ez ugyanis a légi régészetnek az egyik legnehezebben megválaszolható kérdése, az állandó és változó tényezők oly mértékben befolyásolják. A repülések szerve-



241. ábra. Páty – Hegyi-dűlő félköríves szentélyzáródású kerek templomának (vö. 229. ábra) műholdas felvétele (Google Earth, 2022. január)

zését azonban segíti, hogy a regionális kutatási periódusok kezdetének általában van egy tapasztalatokon alapuló sorrendje. Ez részben függ az átlaghőmérséklettől (délien hamarabb kezddünk fényképezni, mint északon), függ a domborzattól (alluviális területeken korábban jelentkezhetnek a jelek, mint domb- és hegyvidéken), befolyásolják a geomorfológiai viszonyok (a kavicsbordalék-kúp síkságokon korábban kezdődik a szezon, mint a löszös területeken), ha csak az állandó tényezőket vesszük figyelembe. A nehézséget az okozza, hogy a változó tényezők, közülük is leginkább a csapadék, kisebb mértékben a szél és az esetleges hóhullámok az állandó elemek alapján felállítható sorrendet jelentősen átírtatják. Például csapadékhiány esetén a löszös dél-dunántúli dombvidéken jóval előbb megjelennek a növény-jelek, majd a tartós esőzések miatt a sík területek egy részén ki sem alakulnak, vagy eltűnnek a növényzeti anomáliák és így jutunk el az aratásig. Ez a forgatókönyv az utóbbi évek kicsit szokatlan tavaszi / nyár eleji időjárásában többször is előfordult! A növény-jelek megfigyelésére alkalmas periódus végét könnyebb érzékelni, mert általában az aratással zárul a kora nyári időablak.

Ez sokszor szó szerint az aratógépek figyelését jelenti, hiszen amikor egy-egy régióban elkezdődik az aratás, bőven van még idő a sokkal gyorsabb repülőgépek segítségével a fotózásokat elvégezni. (A hazai kutatók közül Miklós Zs. dolgozott így.) Először a borsó kerül sorra, majd a kalászosok, végül az évelő lucerna/lóhere kaszálása következik. Száraz években a rosszul kikelt kukorica is a kora

nyári időszakban jelez, amit szintén figyelembe kell venni. A vetésterület nagysága és a kiszámíthatóság szempontjából a legnagyobb jelentősége a gabonáknak van, így elsősorban az ő növekedésüket figyeljük már a tavaszi időszakban.

7.3. *Javaslat a morfológiai indikátorok használatára*

Amint arra a hó- és fagyjelek, illetve a talaj- és nedvesség-jelek kapcsán már utaltunk, egy-egy mikrorégió légi régészeti kutatásokra való alkalmasságát tapasztalataink szerint nemcsak a légi fényképezett területek száma és ezeknek a teljes fényképezhető zónához képest viszonyított aránya mutatja meg, hanem a légi fényképezéssel azonosítható lelőhely, illetve morfológiai típusok is. Különösen a növény-jelek esetében jól érzékelhető összefüggés mutatkozik ugyanis aközött, hogy egy adott zónában sok, vagy kevés jelenség észlelhető, illetve hogy bizonyos típusok egyáltalán fényképezhetők-e az adott területen? Példával illusztrálva, régészeti korú temetők mindenütt vannak, mégis csak egészen ritkán és akkor is bizonytalanul tudtuk őket azonosítani erdélyi légi fényképezéseink során. A korábban meghatározott morfológiai típusok egy része véleményünk szerint alkalmas egy-egy terület kutathatóságának jellemzésére. azaz morfológiai indikátorként használható fel. Ezek azonosíthatósága a fent leírtaknak megfelelően nem független a geomorfológiai háttértől, az adott év időjárási (főként csapadék) viszonyaitól és a repülések gyakoriságától. Az intenzíven kutatott területeken azt is megfigyeltük, hogy egyes zónákban bár előfordulnak jobb adottságokra utaló jelek, összességben azonban annyira ritkán, hogy az nem változtatja meg érdemben az adott területről kialakult képet. Ugyanakkor már a 2000-es évek elején feltűnt, hogy az azonos kutathatóságú területek határai tapasztalataink alapján jó egyezést mutatnak a hazai geomorfológiai felosztással.

Nem definiálva, de a módszer egyes elemeit a korábbi kutatók is használták. Amikor egy nagyobb terület – például Magyarország – megismerése volt a cél, az első két-három szeton alapján a külföldi kutatókban, így O. Braasch és R. Goguey esetében is kialakult egyfajta tapasztalat,

hogy melyek az igazán kutatásra érdemes területek, illetve hol lehet nehezebben növényjeleket megfigyelni. Nyilvánvaló, hogy azok a zónák, amelyekben a kalászos gabona segítségével finom részleteket lehetett megfigyelni a következő években is prioritást élveztek a repülések során, miközben az első missziók során sikertelennek bizonyuló területeket nem feltétlenül kutatták tovább.

1-es típus

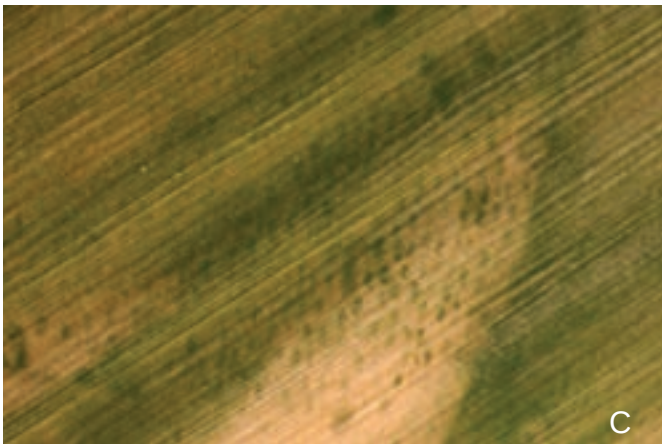
Leírtuk, hogy a talaj-jelek, még inkább a nedvesség-jelek alapján főként mély/széles árkokra és más vonalas jelenségekre (pl. utakra), ritkábban elpusztult sáncokra, építményekre következtethetünk. Vannak olyan régiók Magyarországon, ahol növény-jelként is csak ezekkel a morfológiai kategóriákkal találkozunk. Ezekben a térségekben a vonalas növény-jeleket indikátorként kell kezelni, hiszen kizárólagos azonosíthatóságuk gyenge légi fényképezési lehetőségekre utal (242.A ábra).

2-es típus

Egyes térségekben a vonalas jelenségek és a betemetett mély/széles árkok mellett ritkán, de megfigyelhetők kisebb/finomabb morfológiai típusok (jellemzően csontvázas temetők, földbe mélyített épületek), amelyek azonosításához azonban a tapasztalatok alapján évtizedes lép-tékű intenzív felderítő repülésekre van szükség. A ritkán azonosítható temetkezések / épületek növény-jelei tehát ugyancsak indikátorként foghatók fel (242.B ábra).

3-as típus

Vannak régiók, ahol átlagos években a finom rajzolatú kalászos növény-jelek minden fajtáját nagy számban meg lehet találni. A fentiek alapján jól jelzi egy terület alkalmasságát, az eredményes kutatási lehetőségeket, ha rendszeresen tudunk temetőket azonosítani. A körárkos temetkezések is fontosak, de még erősebb érv a kutathatóság mellett, ha gyakran fényképezhetők csontvázas temetők egy zónában. Ezekben a területeken ritkán, de azonosíthatók égetéses temetők, hosszú házak, vagy alapárkos épületek, sekély/keskeny árkok morfológiai típusai. (242.C ábra).



242. ábra. Légi fényképes példák a növény-jel alapú indikátorok alapján besorolt régiókból: 1-es típus: csak talaj-jelként is felismerhető, széles/mély árkokkal jellemezhető, gyenge légi régészeti adottságokkal rendelkező régió (A kép); 2-es típus: kőfalakkal és árkokkal, ritkán megfigyelhető temetkezésekkel, félig földbe mélyített épületekkel jellemezhető, közepes légi régészeti adottságokkal rendelkező régió (B kép); 3-as típus: rendszeresen dokumentálható temetkezésekkel, félig földbe épületekkel jellemezhető régió (C kép); 4-es típus: nagy számban, rendszeresen dokumentálható, kis kiterjedésű régészeti jelenségekkel jellemezhető régió (D kép).

A: Orosháza – Nagytatársánc (Csongrád-Csanád megye). Kettős árokmal védett késő bronzkori / kora vaskori erődített település. 2009. május 1., Czajlik Z. felvétele

B: Páty – Hegyi-dűlő (Pest vármegye). Rómán kori, félköríves szentélyzáródású kerek templom nyoma az őszi vetésű gabonában. A külső sötétebb körív feltehetően védőárok nyoma. 2020. június 24., Czajlik Z. felvétele

C: Síktemető csontvázas sírjai Györköny – Szikszti-dűlőben (Tolna vármegye). 2009. május 22., Czajlik Z. felvétele.

D: Szárföld határa (Győr-Moson-Sopron vármegye). A kései Lengyel (?) kultúrához tartozó alapárkos épület nyoma az őszi vetésű gabonában. 2020. június 30., Czajlik Z. felvétele

4-es típus

Ismerünk olyan zónákat is, ahol nemcsak előfordulnak, hanem – a szélsőségesen alkalmatlan időjárású éveket kivéven – a számos régészeti jelenség között mindig sok, kisméretű részlettel rendelkező kalászos növény-jel (hosszú házak, alapárkos épületek, sekély/keskeny árok) azonosítható. Az utóbbiak gyakorisága a kiváló légi

régészeti adottságok indikátora az adott régióban (242.D ábra).

Összegezve megállapíthatjuk, hogy morfológiai indikátorként kiterjedésük, az általuk észlelhető régészeti jelenség mélysége és a jel-típus gyakorisága alapján tudjuk a növény-jeleket besorolni (243. ábra).

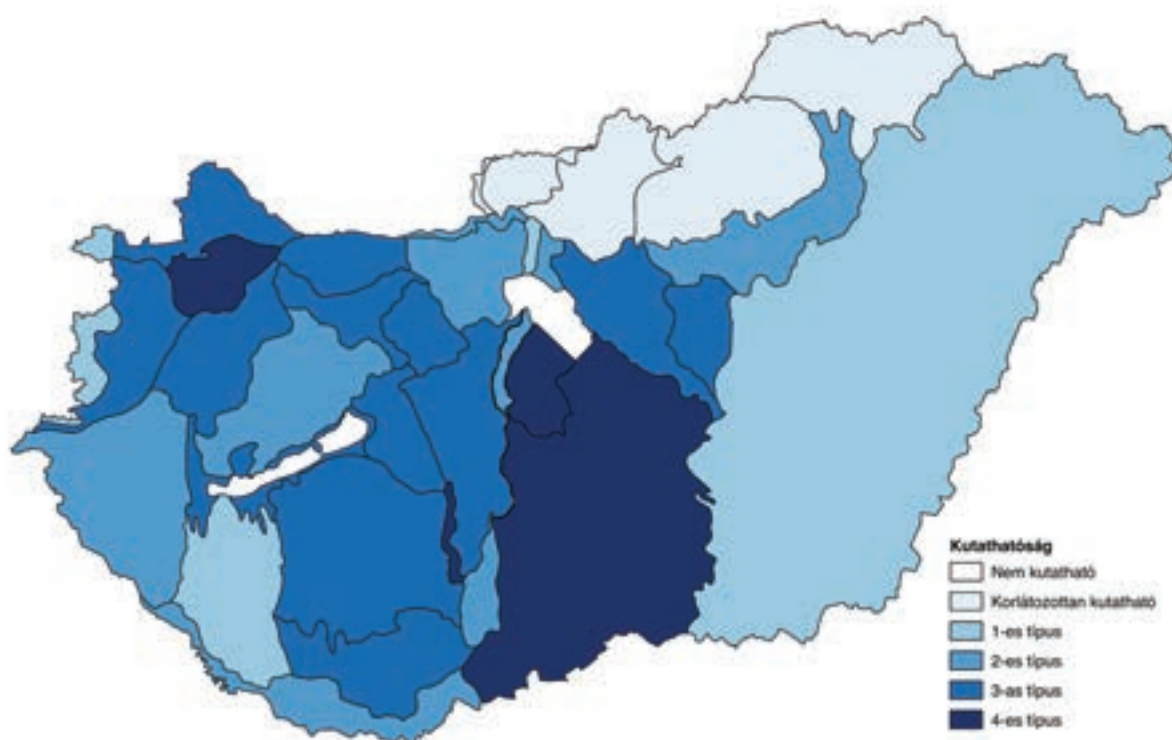
Típus	Morfológiai típusok	Morfológiai típusok	Morfológiai típusok
	mély, széles árkok, sáncok, vonalas jelenségek	kőépületek, földbe mélyített épületek, gödrök, körárkos és csontvázas temetők	égetéssel temetkezések, hosszú házak, alapárkos épületek, sekély/keskeny árkok
1			
2		ritkán	
3		gyakran	ritkán
4			gyakran

243. ábra. A morfológiai indikátorok típusainak áttekintése

Évtizedes időtávon jól megmutatkozik, hogy az indikátorok alapján az azonos eredményességgel kutatható területek határai jól korrelálnak a geomorfológiai beosztással. Az eredményesen légi fényképezhető területek kavicsos-homokos-löszös talajú zónákban vannak, ez azonban nem jelenti azt, hogy minden hasonló geomorfológiai adottságú terület jól kutatható.

Az sem igaz ugyanakkor, hogy bizonyos zónák-

ról eleve le kellene mondanunk. A főváros környéki, logisztikai okokból gyakran keresztezett, de gyenge adottságú területek példája mutatja, hogy sok és változatos időpontban végzett repüléssel ezek a zónák is viszonylag jól megismerhetők. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a „sok” ezekben a zónákban akár egy nagyságrenddel is több munkát (és pénzt) igényelhet, mint a jó adottságú területeken. Tapasztaltuk azt is, hogy



244. ábra. Magyarország növény-jelek alapján meghatározható légi régészeti kutathatósága. Az ELTE BTK RTI Légitérészeti Archívumának 1993-2022 közötti légifotó lelőhely-adatai és Magyarország 1:1.000.000 léptékű földrajzi tájbeosztásának térinformatikai alapállománya (MAROSI-SOMOGYI 1990, 1023; PÉCSI-SOMOGYI 1969, 7-27 alapján a térképet készítette Marton Á. (2024)

ezen területek esetében akár évtizedes munka-
val sem érhetünk el olyan részletességű ered-
ményeket, mint a jó/kiváló adottságú régiókban
2-3 év alatt.

A korábban részletezett logisztikai és felszínbo-
rítási okok miatt bizonyos területek eleve nem,
illetve csak nagyon nehezen, részlegesen derít-
hetők fel régészeti célú légi fényképezéssel. Az
ország jelentős részén azonban meghatároz-
ható a növény-jelek alapján való kutathatóság.
A jobban ismert zónákban finomabb, a kevésbé
kutatott térségekben durvább felosztást tudtunk
készíteni. A térkép Magyarország légirégészeti
kutathatóságának prediktív, azaz jósló modelljé-
nek is tekinthető (244. ábra).

czajlik.zoltan_222_24

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk legfőbb célja a több mint 30 éves, rendszeres hazai légi fényképezések módszertanának és eredményeinek analitikus leírása volt. Ebben az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Légitérészeti Archivumában őrzött fotó-állományra, illetve a hazai és külföldi gyűjtemények publikált felvételeire, továbbá a nemzetközi szakirodalomra támaszkodtunk.

A távérzékeléses módszerek régészeti alkalmazásában mindig szem előtt kell tartanunk, hogy egy rendkívül bonyolult, soktényezős rendszer számos felhasználási lehetősége közül az egyikről van szó. Magát a légi régészetet is más távérzékeléses rendszerek segítik, kezdve az időjárás előre jelzésétől és megfigyelésétől, folytatva a geomorfológiai adatokon át egészen a talajviszonyok, a felszínborítás, a csapadék-térképek, a hőmérsékleti adatok, stb. elemzéséig. Modern háttérkutatások hiányában csak sejthető, de nem lehetünk egészen biztosak abban, hogy az itt felsorolt faktorok a legfontosabbak egy-egy terület aktuális kutathatóságának jellemzésében.

A régészeti célú légi fényképezés sajátossága, hogy más diszciplínákkal ellentétben nem közvetlenül a műszeres úton gyűjtött adatokra, hanem a fotó régész által kiválogatott információra épít. Ez egyfelől nagyon flexibilis és hatékony módszert biztosít, másfelől az emberi szűrő vitathatóvá teszi, hogy valóban minden lehetséges információt sikerül-e egy adott terület vizsgálatában megszerezni. Ez a probléma azonban véleményünk szerint feloldódhat azáltal, ha minden kutatás eleve több platformra (űrfelvétel, térképészeti és régészeti légi fotó, drónfotó) épít. Bármelyikről legyen azonban szó, ugyanazoknak a jeleknek a helyes felismerésére és morfológiai osztályozására van szükségünk, amelyeket a régészeti légi fényképezésben legalább 50-100 éve, több-kevesebb tudatossággal alkalmaznak.

A légi fényképek segítségével az egykori felszín feletti és alatti struktúrákra egyaránt következtethetünk. A domborzati eltéréseket az árnyékhatás, a hó-jelek és az elöntéses jelek, a felszín alatti struktúrákat a talaj-jelek, a nedvesség-jelek, a fagy-jelek és a növény-jelek mutatják meg. Az utóbbiak közül Magyarországon jelzőképessége és vetésterülete miatt főként a búzának, kisebb mértékben az árpának van komoly jelentősége, ugyanakkor nem elhanyagolható a rozs, a legelő, a borsó, a facélia és a lucerna jelentő-

sége sem. Külön ki kell emelnünk a növekvő vetésterületű repcét, a napraforgót és a kukoricát, amelyek közül különösen az utóbbi egyre hatásosabbnak bizonyul a lelőhelyek felderítésében. Minthogy a búza/árpa után a legnagyobb vetésterülettel rendelkezik, jelző-képességének megértése kiemelt fontosságú.

Repüléseink során többféle stratégiát alkalmaztunk: ismert koordinátájú lelőhelyek (pl. erődítések, tellek) lefényképezését, regionális felderítéseket (pl. Pesti-síkság), illetve a két eljárás kombinációját. Az utóbbi különösen hatékonynak bizonyult a kisalföldi halomsírok feltérképezésében, a dokumentálás mellett az ismerteken túl új halom-nyomokat (pl. Győrújbarátnál) illetve lelőhelyet (pl. Enesénél, mindkettő Győr-Moson-Sopron vármegye) eredményezve. Az általunk az 1990-es években R. Gogyeitől megtanult, majd továbbfejlesztett módszertan részletes bemutatása egyrészt az ELTE Légitérészeti Archivumában őrzött felvételek feldolgozását támogatja, másrészt tanulságos lehet az utókor számára, segítheti a hasonló kutatásokat. A jelenleg alkalmazott metodika lényege a repülésbiztonság/hatékonyosság – digitális háttér/emberi adatszűrő fogalompárokkal írható le.

A légi fényképeken megfigyelhető, régészeti eredetű jelek morfológiai osztályozásának elkészítése a módszer révén elért eredmények mennyisége/minősége és a várható gyors további fejlődés miatt nem volt tovább halogatható. A klasszifikáció során – Nyugat-Európához hasonlóan – geometriai csoportokat, majd azok felhasználásával lelőhelytípusokat hoztunk létre. Legfőbb törekvésünk az volt, hogy a Magyarországra és a régióra légi fényképes szempontból jellemző morfológiai típusokat összegyűjtsük és egységes szempontok segítségével bemutassuk. Igyekeztünk továbbá közülük a legfontosabb, az egyes korszakokba besorolható típusokat azonosítani, noha nyilvánvalóan nem ismertünk fel minden lehetőséget és tehattunk vitatható megállapításokat. Reméljük azonban, hogy a kidolgozott struktúra alapján a jövőben az egyes morfológiai típusok diakronikus, feltárási adatokkal összevetett részletes elemzésére is sor kerülhet. Regionális, vagy mikroregionális feldolgozások alapján a jól kutatott térségekben meghatározhatók a jellemző morfológiai típusok. Ezek alapján a hosszú távú tájhasználat (telepü-

lések, utak, temetők, határhasználat, stb.) stabil és változékony elemei, jellemző stratégiái egyaránt azonosíthatók lennének.

Amint azt a dolgozat számos pontján hangsúlyoztuk, a hagyományos légi fénykép-alapú kutatási eredmények korlátokkal, de nagyrészt ismételhetők, más távérzékeléses módszerekkel (pl. légi lézeres szkennelés) és terepi módszerekkel (pl. régészeti geofizika) kiegészíthetők, ellenőrizhetők, folytathatók. Fontos azonban rögzíteni, hogy olyan módszerről van szó, ami az ALS-hez hasonlóan önállóan teszi lehetővé a régészeti információgyűjtést, minden más technika számára alap-információkat biztosítva, segítve azok hatékonyságának növelését.

Az összes hazai és régiós kutatás közös tanulása, hogy a Kárpát-medence belső területeinek jelentős részén eredményes, kisebb-nagyobb régiókban rendkívül sikeres légi régészeti kutatások folytathatók. Különösen igaz ez a szántóföldi művelés alatt álló lelőhelyekre, amelyek kiterjedése és a további kutatásra érdemes zónáinak meghatározása az átlagosnál jobb geomorfológiai adottságú területeken más nondestruktív módszerekkel kombinálva meggyőzően elvégezhető. Egyebek mellett *Carnuntum* (Alsó-Ausztria, Ausztria), *Brigetio* (Komárom-Esztergom vármegye), Érd/Százhalombatta (Pest vármegye) példája mutatja, hogy a rendszeres légi régészeti kutatás régóta ismert lelőhelyek/lelőhely-komplexumok esetében is hatékony lehet.

A temetők azonosítása a módszer egyik erőssége, különösen, ha olyan, több nekropoliszból álló zónákra gondolunk, amelyek a nagyobb léptékű (pl. a Várang – Tolna vármegye környéki avar temetők, SZABÓ et al. 2018), vagy a hosszabb időtávú (pl. a Veszékenynél – Győr-Moson-Sopron vármegye fényképezett kora vaskori, kelta és avar nekropoliszok) funerális tájhasználat kérdéseit vetik fel. Hosszú vonalas struktúrák (utak, hosszanti sáncok) felderítésében minden távérzékeléses platformnak szerepe lehet, a már ismert jelenségek további vizsgálatában érdemes az ortofotókat, illetve a műholdas anyagokat kiemelten használni. A különféle határhasználati nyomok legnagyobb részét a régészeti célú légi fényképezésnek köszönhetjük, további osztályozásukhoz az eddiginél jóval több „földi” referencia-adatra van szükség. A Magyarországon

az utóbbi 20 év során újonnan azonosított erődítés-nyomok túlnyomó többsége a távérzékeléses módszerek alkalmazásának köszönhető. Különösen szembetűnő a változás az Alföldön, ahol egyrészt a korábban alig ismert késő bronzkori kettős árkos struktúrák – hasonlóan Romániához és Szerbiához – nemzetközi érdeklődést váltottak ki, másrészt a templom körüli körárkok sorozatos azonosítása új dimenziót jelent a tatárjárás régészeti kutatásában is. Pannonia határvidékén, *Brigetionál*, a Duna mindkét oldalán és még néhány lelőhelyen kizárólag a légi régészeti kutatásnak köszönhető a római időszakos táborok dokumentálása. Bár nem olyan mértékben, mint Ausztriában, Szlovákiában, Csehországban, Németországban és Lengyelországban, de Magyarországon is igaz, hogy az újkőkori rondellák többségének észlelése a távérzékeléses kutatásoknak köszönhető.

A 30 éve intenzíven gyűlő tapasztalatok alapján a légi régészeti kutatások eredményessége jelcsoportonként (hó/fagy-jelek, talaj-jelek, növény-jelek) meghatározható. Ez azonban a növény-jeleket kivéve egyelőre kizárólag az adatok leíró összegzését jelenti. Növény-jelek esetében javaslatot tettünk a morfológiai indikátorok alkalmazására, aminek segítségével a már jól ismerteken túl más, hasonló adottságú, intenzív kutatásra érdemes területek jelölhetők ki légirégészeti felderítő kutatásokra.

czajlik.zoltan_222_24

czajlik.zoltan_222_24

9. IRODALOMJEGYZÉK

Irodalomjegyzék

ANDERS et al. 2010

Anders A. – Czajlik Z. – Csányi M. – Kalicz N. – Nagy E. Gy. – Raczky P. – Tárnoki J.: Archaeological register of tell settlements in Hungary. *Archaeologiai Értesítő* 135 (2010) 147-160.

ASTON – ROWLEY 1974

Aston, M. – Rowley, T.: *Landscape Archaeology: an Introduction to Fieldwork Techniques on Post-Roman Landscapes*. Newton Abbot 1974.

AUBERT 1999

Aubert, J.: La digitalisation. In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch. (ed.): *Archéologie Aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992*. Amiens 1999, 273-278.

BAKAY et al. 1970

Bakay K. – Kalicz N. – Sági K.: *Magyarország Régészeti Topográfiája 3. Veszprém megye régészeti topográfiája. A Devecseri és Sümegi járás*. Budapest 1970.

BAKÓ 2012

Bakó G.: *A légi fotogrammetria kezdetei Magyarországon 1916 – 1925*. RS&GIS 2012.

BAKÓ 2013a

Bakó G.: *Légi fotogrammetria Magyarországon 1922 – 1930 között*. RS&GIS 2013/1.

BAKÓ 2013b

Bakó G.: *Légi fotogrammetria az 1930-as években*. RS&GIS 2013/2.

BAKÓ 2016

Bakó G.: *A légi térképészet 100 éve*. National Geographic, 2016.

BALÁS 1961

Balás V.: *Az alföldi hosszanti földsáncok*. Régészeti Füzetek Ser. II. 9. Budapest 1961.

BALDWIN 1786

Baldwin, T.: *Airopaidia*. Chester 1786.

Балков et al. 2019

Балков, Е. В. – Дядьков, П. Г. – Позднякова, О. А. – Кулешов, Д. А. – Евменов, Н. Д. –

Карин, Ю. Г. – Рогов, Д. А.: *Высокоточная магнитная съемка с использованием БПЛА при поиске и исследовании курганов археологического памятника Новая Курья в Западной Сибири*. Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 17,4 (2019) 5–12. DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-4-5-12

BALLA – HRENKÓ 1991

Balla J. – Hrenkó P.: *A Magyar Katonai Térképészet története*. Budapest 1991.

BALOGH – SZABÓ 2013

Balogh A. – Szabó M.: *RPAS – Robotrepülők a régészet szolgálatában*. Magyar Régészet, 2013 tél.

BALZER 1989

Balzer, M. (red.): *Archäologie aus der Luft. Sechs Jahre Luftbildarchäologie in Westfalen*. Münster 1989.

BANNER 1939

Banner J.: *A hódmezővásárhelyi Nagytatársánc. (I-V. tábla.)*. Dolgozatok a Magyar Királyi Ferencz József Tudományegyetem Archaeologiai Intézetéből 15 (1939) 93-111.

BARADEZ 1949

Baradez, J.L.: *Vue aérienne de l'organisation romaine dans le Sud – Algérie : Fossatum Africae*. Paris 1949.

BARAY et al. 2004

Baray, L. – Laurent, P. – Delor, J.-P. – Souchet, F. – Mordant, C. – Fritz Diehl, J.-P.: *Les débuts de l'archéologie aérienne en France, les pionniers de l'Yonne*. In: Baray, L. (dir.): *Archéologie Aérienne dans l'Yonne*. Gloucestershire 2004, 11-25.

BARBER 2011

Barber, M.: *A History of Aerial Photography and Archaeology. Mata Hari's glass eye and other stories*. Swindon 2011.

BARKÓCZI – BÓNIS 1954

Barkóczi, L. – Bónis, É.: *Das frühromische Lager und die Wohnsiedlung von Adony (Vetus Salina)*. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 4 (1954) 129-199.

BARRAL 2007

Barral, Ph. (dir.): Epomanduodurum, une ville chez les Séquanes. Bilan de quatre années de recherche à Mandeure et Mathay. Gallia 64 (2007) 353-434.

BARTUS et al. 2016

Bartus, D. – Czajlik, Z. – Rupnik, L.: Implication of non-invasive archaeological methods in Brigetio in 2016. Dissertationes Archaeologicae Ser. 3.4 (2016) 213–232.

BARTUS et al. 2018

Bartus, D. – Borhy, L. – Johácz, Sz. – Számadó, E.: Short report on the excavations in the legionary fortress of Brigetio (2017-2018). Dissertationes Archaeologicae Ser. 3.6. (2018) 541–547.

BÁLEK et al. 1989

Bálek, M. – Hašek, V. – Onduš, Z. – Měřínský, Z. – Segeth, K.: Aerial Survey and Geophysical Methods in Archaeological Investigations of Neolithic Circular Objects in Moravia. Przegľad archeologiczny 36 (1989) 5–16.

BÁLEK et al. 1997

Bálek, M. – Bertók, G. – Bewley, R. H. – Gojda, M. – Kokkotidis, K. G. – Kovarnik, J. – Kuzma, I. – Oexle, J. – Rajtár, J. – Smrž, Z. – Stilke, H. – Visy, Zs.: Bildkatalog. In: Oexle, J. (Hrsg.): Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte: Luftbildarchäologie in Zentraleuropa. Dresden 1997, 90-203.

BÁLINT – SZABÓ 2017

Bálint M. – Szabó M.: Sáncon innen, árkon túl. A Csörsz-árok topográfiai kutatásának újabb lehetőségei. Magyar Régészet, 2017 tavasz

BÁNFFY et al. 2005

Bánffy, E. – Bondár, M. – Miklós, Zs.: Investigations in the Kerka Valley: Field Surveys, Aerial Photography, Archival Data. Antaeus 28 (2005) 21-42.

BEAZELEY 1919

Beazeley, G. A.: Air Photography in Archaeology. The Geographical Journal 53,5 (1919) 330-335.

BEAZELEY 1920

Beazeley, G. A.: Surveys in Mesopotamia during the War. The Geographical Journal 55/2 (1920) 109-123.

BECKER 1996

Becker, H.: Die ersten Häuser in Bayern vor 8000 Jahren: Jungsteinzeitliche Langhäuser bei Regensburg-Harting. In: Becker, H. (zgst.): Archäologische Prospektion. Luftbildarchäologie und Geophysik. München 1996, 82-96.

BECKER 1996b

Becker, H.: Befestigte Siedlungen, Kultplätze und Burgen aus der ausgehenden Jungsteinzeit: Altheim-Essenbach, Linzing-Osterhofen und Galgenberg-Kopfham. In: Becker, H. (zgst.): Archäologische Prospektion. Luftbildarchäologie und Geophysik. München 1996, 123-134.

BELÉNYESY et al. 2007

Belényesy K. – Fábián Sz. – Marton T. – Oross K.: Balatonszárszó – Kis-erdei-dűlő. In: Belényesy K. – Honti Sz. – Kiss V. (szerk.): Gördülő idő. Régészeti feltárások az M7-es autópálya Somogy megyei szakaszán Zamárdi és Ordacsehi között. Budapest 2007, 75-89.

BENDE et al. 2003

Bende L. – Lőrinczy G. – Türk A.: Honfoglalás kori temetkezés Kiskundorozsma – Hosszúhát-halomról – A grave from the age of the conquering magyars in Kiskundorozsma – Hosszúhát-halom. In: Szalontai Cs. (szerk.): Úton útfélen. Múzeumi kutatások az M5 autópálya nyomvonalán. Szeged 2003, 55-61.

BENKŐ 2011

Via regis – via gregis. Középkori utak a Pilisben. In: Kővári K. – Miklós Zs. (szerk.): „FÉL ÉVSZÁZAD TEREPE” Tanulmánykötet Torma István tiszteletére, 70. születésnapja alkalmából, Budapest 2011, 115-119.

BERECKI et al. 2012

Berecki, S. – Czajlik, Z. – Soós, Z.: Panorame istorice. Situri arheologice și monumente din Transilvania în fotografii aeriene – Történelmi látképek. Erdélyi régészeti lelőhelyek és műemlékek légi felvételei – Historical Landscapes. Aerial Photographs of Transylvanian Archaeological Sites and Monuments. Catalogi Musei Marisiensis, seria archaeologica 1. Budapest – Târgu Mureș 2012.

- BERECKI et al. 2013
Berecki, S. – Czajlik, Z. – Rupnik, L.: Aerial Archaeological Prospection on the Middle Course of the Mureş River and Adjacent Areas. *Apulum* 50 (2013) 87-109.
- BERTÓK 2000
Bertók Gábor: „Item a Sopianas Bregetione m.p. CXS: Iovia XXXII m. p. ...” (Adalékok a Dél-Dunántúl római kori településtörténetéhez: Iovia lokalizációja. A Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve. 22 (2000) 101-111.
- BERTÓK – GÁTI 2014
Bertók G. – Gáti Cs.: Régi idők – új módszerek. Roncsolásmentes régészet Baranyában 2005 – 2013. Budapest – Pécs 2014.
- BERTÓK et al. 2008
Bertók G. – Gáti Cs. – Vajda O.: Előzetes jelentés a Szemely-Hegyes lelőhelyen (Baranya megye) található neolitikus körárok-rendszer kutatásáról. *Archaeologiai Értesítő* 133 (2008) 85-106.
- BEWLEY 1984
Bewley, R. H.: An approach to the classification of aerial photographs. *Scottish Archaeological Review* 3,2 (1984) 141-145.
- BEWLEY 1997
From Military to Civilian. A Brief History of the Early Development of Aerial Photography for Archaeology. In: Oexle, J. (ed.): *Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte. Luftbildarchäologie in Zentraleuropa*. Dresden (Landesamt für Archäologie) 1997, 10-21.
- BEWLEY et al. 1996
Bewley, R. H. – Braasch, O. – Palmer, R.: An aerial archaeology training week, 15-22 June 1996, held near Siófok, Lake Balaton, Hungary. *Antiquity* 70 (1996) 745-750.
- BÍRÓ 2017
Bíró, Sz.: *Die zivilen Vici in Pannonien*. Darmstadt 2017.
- BÍRÓ et al. 2007
Bíró Sz. – Molnár A. – Salat, Chr. – Teichner, F.: *Geofizikai kutatások Mursella területén – Geophysical investigations on the territory of Mursella*. Régészeti Kutatások Magyarorszá-
gon – Archaeological Investigations in Hungary, 2006. Budapest 2007, 67-78.
- BORHY et al. 2017
Borhy L. – Czajlik Z. – Rupnik L. – Nagy B. – Pusztas S. – Bődőcs A. – Bartus D.: Nondestruktív lelőhelykutató módszerek integrált alkalmazása Brigetiban és környékén 2014-2015-ben. In: Benkő E. – Bondár M. – Kolláth Á. (szerk.): *Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt – Jelen – Jövő. Archaeological Topography of Hungary – Past, Present and Future*. Budapest 2017, 125-136.
- BOURGEOIS 2000
Bourgeois, L.: De Vieux-Poitiers à Châtellerault : Le confluent de la Vienne et du Clain de l'antiquité au Moyen-Âge. *Bulletin de la Société des Antiquaires de l'Ouest*. 14 (2000,3-4) 163-194.
- BOURGEOIS et al. 1999
Bourgeois, J. – Crombe, F. – Semey, J.: Prospections archéologique en Belgique occidentale : résultats et perspectives. In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch. (dirs.) : *Archéologie aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992*. *Revue archéologique de la Picardie* n° spécial 17 (1999) 123-139.
- BOWEN – BUTLER 1960
Bowen, H. C. – Butler, R.M.: *A matter of time: An archaeological survey of the river gravels of England*. London 1960.
- BÓNA 1994
Bóna, I.: Les cultures des tells de l'âge du Bronze en Hongrie. In: Bóna, I. (dir.) : *Le bel âge du Bronze en Hongrie*. Budapest 1994, 9-39.
- BÓNA – NOVÁKI 1982
Bóna I. – Nováki Gy.: Alpár bronzkori és Árpád-kori vára - Alpár. Eine bronzezeitliche und mittelalterliche Burg. *Cumania* 7 (1982) 17-117.
- BÖDŐCS 2008
Bődőcs A.: A római kori úthálózat térinformatikai vizsgálata a mai Magyarország területén. PhD-disszertáció. Eötvös Loránd Tudományegyetem Régészettudományi Intézet. Kézirat. Budapest 2008.

BÖDŐCS 2009a

Bödöcs A.: Útkutatás levegőből. In: Anders A. – Szabó M. – Raczky P.: Régészeti dimenziók. Tanulmányok az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének tudományos műhelyéből. Budapest 2009, 37-48.

BÖDŐCS 2009b

Bödöcs A.: A római kori Savaria környéki centuriatio területének vizsgálata térinformatikai eszközökkel. Budapesti Műszaki Egyetem. Kézirat. Budapest 2009.

BÖDŐCS 2011

Bödöcs, A.: Aerial archaeological substantiation of a Roman cadastre system's predictive model. AARGnews 42 (2011) 13–25.

BÖDŐCS 2013

Bödöcs, A.: Borders. The problems of the aerial archaeological research of a Roman limitatio in Pannonia. In: Czajlik, Z. – Bödöcs, A. (eds): Aerial Archaeology and Remote Sensing from the Baltic to the Adriatic. Selected Papers of the Annual Conference of the Aerial Archaeology Research Group, 13th–15th September 2012, Budapest, Hungary. Budapest 2013, 59-66.

BÖDŐCS 2014

Bödöcs A.: Földmérők Savariában. Javaslat a savariai centuriatio újabb elméleti modelljére. In: Balázs, P. (szerk.): Firkák III: Fiatal Római Koros Kutatók III. konferenciakötet. Szombathely 2014, 361–372.

BÖDŐCS 2020

Bödöcs A.: Paradigmaváltás a római utak kutatásában? A lelőhely-diagnosztika új lehetőségei az utak kutatásában Pannoniában. Magyar Régészet 9,3 (2020) 1-12. DOI: 10.36245/mr.2020.3.2

BÖDŐCS 2023

Bödöcs A.: Okkupáció – transzformáció – kommunikáció: A földrajzi környezet, a területi igazgatás és közlekedés kölcsönhatása az Észak-Dunántúlon a római korban. Az ALP-projekt. Magyar Régészet 12,1 (2023) 50-59.

BÖDŐCS – KOVÁCS 2011

Bödöcs A. – Kovács G.: A római kori birtokrendszer kialakítása és tájformáló hatása

Pannoniában. Geodézia és Kartográfia 63,3 (2011) 20-25.

BÖDŐCS – RUPNIK 2019

Bödöcs, A. – Rupnik, L.: Investigation of archaeological sites using old maps. In: Czajlik, Z. – Črešnar, M. – Doneus, M. – Fera, M. – Hellmuth Kramberger, A. – Mele, M. (eds.): Researching Archaeological Landscapes Across Borders. Strategies, Methods and Decisions for the 21th Century. Graz – Budapest 2019, 79-85.

BÖDŐCS et al. 2019

Bödöcs, A. – Rupnik, L. – Doneus, M.: Archival and cartographic aerial photographs, satellite images. In: Czajlik, Z. – Črešnar, M. – Doneus, M. – Fera, M. – Hellmuth Kramberger, A. – Mele, M. (eds.): Researching Archaeological Landscapes Across Borders. Strategies, Methods and Decisions for the 21th Century. Graz – Budapest 2019, 86-90.

BRAASCH 1994

Braasch, O.: Das archäologische Luftbild. In: Planck, D. – Braasch, O. – Oexle, J. – Schlichterle, H.: Unterirdisches Baden-Württemberg. 250.000 Jahre Geschichte und Archäologie im Luftbild. Stuttgart 1994, 78-96.

BRAASCH 1995

Braasch, O.: 50 Jahre verloren. In: Kunow, J. (Hrsg.): Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa. Internationales Symposium 26-30 September 1994, Kleinmachnow, Land Brandenburg. Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg. Potsdam 1995, 109-122.

BRAASCH 1997

Braasch, O.: Bemerkungen zur archäologischen Flugprospektion in West und Ost. In: Oexle, J. (Hrsg.): Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte: Luftbildarchäologie in Zentraleuropa. Dresden 1997, 28-37.

BRAASCH 1999

Braasch, O.: La libération du ciel à l'Est. In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch. (dirs.): Archéologie aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992. Revue archéologique de la Picardie n° spécial 17 (1999) 61-72.

BRAASCH 2003

Braasch, O.: Die Donau hinab – archäologische Flüge in Ungarn. In: Visy Zs. (szerk.): Régészeti műemlékek kutatása és gondozása a 3. évezred küszöbén. Pécs 2003, 41-66.

BRAASCH 2005

Braasch, O.: Vom heiteren Himmel.... Luftbildarchäologie. Stuttgart 2005.

BRAASCH 2007

Braasch, O.: Gallipoli ahead – air survey between the Baltic and Mediterranean. Študijske zvesti Archeologického ústavu SAV 41 (2007) 84-96.

BRAASCH 2010

Braasch, O.: Asterix und Infrarot – farbige Flugspuren. In: Bofinger, J. – Krausse, D. (Hrsg.): Aktuelle Forschungen zu den Kelten in Europa. Festkolloquium für Landeskonservator Jörg Biel am 1. August 2008 in Altheim, Kr. Biberach. Kappel-Grafenhausen 2009. Esslingen 2010, 17-44.

BRAASCH – KAUFMANN 1992

Braasch, O. – Kaufmann, D.: Zum Beginn archäologischer Flugprospektion in Sachsen-Anhalt. Ausgrabungen und Funde 37 (1992) 186-205.

BRADFORD 1957

Bradford, J.: Ancient Landscapes. Studies in Field Archaeology. London 1957.

BRÉART 1999

Bréart, B.: Traces et mémoire. Recueil de photographies de Roger Agache. Supplément au n° special 17 de la Revue Archéologique de Picardie, 1999. In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch. (ed.): Archéologie Aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992. Amiens 1999.

BUJNA – ROMSAUER 1986

Bujna, J. – Romsauer, P.: Siedlung und Kreisanlage der Lengyel-Kultur in Bučany. In: Chropovský, B. – Friesinger, H. (Hrsg.): Internationale Symposium über die Lengyel-Kultur. Nové Vozokany, 5.–9. November 1984. Nitra – Wien 1986, 27-35.

BUTTLER et al. 1938

Buttler, W. – Crawford, O. G. S. – Ewald, E.: Luftbild und Vorgeschichte. Berlin 1938.

BUZÁS 2022

Visegrád – Vár (Szentendrei járás). In: Kovács Gy. (szerk.): Középkori és török kori várak, erődítések Pest megyében. Budapest 2022, 401-414.

BUZÁS et al. 2019

Buzás G. – Kónig F. – Pánya I.: Középkori templomok nyomában Bács – Kiskun megyében II. Várak, kastélyok, templomok 6,4 (2019) 16-19.

CAMPANA 2002

Campana, S.: High resolution satellite imagery: a new source of information to the archaeological study of Italian landscapes? Case study of Tuscany. Proceedings of the Conference Space Applications for Heritage Conservation; Strasbourg; France; 5 - 8 November 2002. European Space Agency, (Special Publication) ESA SP Issue 515, 2002, 129-137.

CAMPANA 2017

Campana, S.: Drones in Archaeology. State-of-the-art and Future Perspectives. Archaeological Prospection 24 (2017) 275-296. DOI: 10.1002/arp.1569

CAPPER 1907

Capper, J. E.: Photographs of Stonehenge, as seen from a War Balloon. Archaeologia 60,2 (1907) 571. DOI 10.1017/S0261340900005208

CARRERAS et al. 2019

Carreras, C. - Soto, P. - Muñoz, A.: Land transport in mountainous regions in the Roman Empire: Network analysis in the case of the Alps and Pyrenees. Journal of Archaeological Science: Reports, 25 (2019) 280-293. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.04.011>

CASANA 2020

Casana, J.: Global-Scale Archaeological Prospection using CORONA Satellite Imagery: Automated, Crowd-Sourced, and Expert-led Approaches. Journal of Field Archaeology 45 (2020) 89–100. <https://doi.org/10.1080/00934690.2020.1713285>

CASANA – COTHREN 2008

Casana, J. – Cothren, J.: Stereo analysis, DEM extraction and orthorectification of CORONA satellite imagery: archaeological applications from the Near East. *Antiquity* 82 (2008) 732-749.

CASANA et al. 2012

Casana, J. – Cothren, J. – Kalayci, T.: Swords into Ploughshares: Archaeological Applications of CORONA Satellite Imagery in the Near East. *Internet Archaeology* 32 (2012) <https://intarch.ac.uk/journal/issue32/2/toc.html>

CERAUDO 2005

Ceraudo, G.: 105 years of Archaeological Aerial Photography in Italy (1899-2004). In: Bourgeois, J. – Meganck, M. (eds.): *Aerial Photography and Archaeology 2003. A Century of Information* (Archaeological Reports Ghent University 4. Gent 2005, 73-86.

CHALLIS et al. 2004

Challis, K. – Priestnall, G. – Gardner, A. – Henderson, J.: Corona Remotely-Sensed Imagery in Dryland Archaeology: The Islamic City of al-Raqqa, Syria. *Journal of Field Archaeology* 29 (2004) 139-153.

CHANDLER 1998

Chandler, J.: *John Leland's Itinerary. Travels in Tudor England*. Stroud 1998.

CHEVALLIER 1958

Chevallier, R.: Essai de chronologie des centuriations romaines de Tunisie. *Mélanges de l'école française de Rome* 70 (1958) 61-128.

CHEVALLIER 1961

Chevallier, R.: La centuriation et les problèmes de la colonisation romaine. *Études rurales* 3 (1961) 54-80.

CHEVALLIER 1964

Chevallier, R.: *L'avion à la découverte du passé*. Paris 1964.

CHEVALLIER 1971

Chevallier, R.: *La photographie aérienne*. Paris 1971.

CHRISTLEIN – BRAASCH 1982

Christlein, R. – Braasch, O.: *Das unterirdische Bayern. 7000 Jahre Geschichte und Archäologie im Luftbild*. Stuttgart 1982.

CHOUQUER 1981

Chouquer, G.: Les orientations de Romagne orientale. *Mélanges de l'École française de Rome*. 93,2 (1981) 823-868.

CHOUQUER 1993

Chouquer, G.: Parcellaires, cadastres et paysages, I. *Revue archéologique du Centre de la France* 32 (1993) 205-230.

CHOUQUER – FAVORY 1981

Chouquer, G. – Favory, F.: Un outil pour l'analyse des paysages et la recherche de structures antiques : le filtrage optique de photographies aériennes. *Revue d'Archéométrie* 5 (1981) 41-50.

CHOUQUER et al. 1982

Chouquer, G. – Clavel-Lévêque, M. – Favory, F.: Cadastres, occupation du sol et paysages agraires antiques. *Annales. Economies, sociétés, civilisations* 37,5-6 (1982) 847-882.

CHOUQUER et al. 1983

Chouquer, G. – Clavel-Lévêque, M. – M. Dodinet – F. Favory – J.-L. Fiches: Cadastres et voie Domitienne. Structures et articulations morpho-historiques. *Dialogues d'histoire ancienne* 9 (1983) 87-111.

CHOUQUER et al. 1987

Chouquer, G. – Clavel-Lévêque, M. – Favory, F. – Vallat, J.-P.: Structures agraires en Italie centro-méridionale. Cadastres et paysages ruraux. *École Française de Rome*. Rome 1987.

CLAVEL-LÉVÊQUE et al. 1995

Clavel-Lévêque, M. – Vignot, A. – Savoye, M. – Jouffroy, I.: *Atlas des cadastres de Gaule – 1 – Le réseau centurié Béziers B*. Besançon 1995.

CORDIER 2012

Cordier, A.: Archéologie aérienne en Côte-d'Or en 2011 : les aléas d'une sécheresse précoce. *Revue archéologique de l'Est* 61 (2012) 371-383.

COWLEY – FERGUSON 2010

Cowley, D. C. – Ferguson, L. M.: Historic aerial photographs for archaeology and heritage management. In: Forte, M. – Campana, S. – Liuzza, C. (eds.), *Space, time, place. Third international conference on remote sensing in archaeology* (BAR, International Series 2118, 97–104). Oxford 2010.

COWLEY – STICHELBAUT 2012

Cowley, D. C. – Stichelbaut, B. B.: Historic Aerial Photographic Archives for European Archaeology. *European Journal of Archaeology* 15,2 (2012) 217–236.

COWLEY et al. 2010

Cowley, D. C. – Standring, R. A. – Abicht, M. J.: *Landscapes through the Lens: an introduction*. In: Cowley, D. C. – Standring, R. A. – Abicht, M. J. (eds.): *Landscapes through the Lens. Aerial Photographs and Historic Environment*. Occasional Publication of the Aerial Archaeology Research Group No. 2. Oxford – Oakville 2010, 1-6.

COWLEY et al. 2013

Cowley, D. C. – Ferguson, L. M. – Williams, A.: *The Aerial Reconnaissance Archives: A Global Photographic Collection*. In: Hanson, W. – Oltean, I. (eds.): *Archaeology from Historical Aerial and Satellite Archives*. New York 2013, 13-30. DOI 10.1007/978-1-4614-4505-0_2

CRAWFORD 1923

Crawford, O. G. S.: *Air Survey and Archaeology*. *The Geographical Journal* 61,5 (1923) 342-360.

CRAWFORD 1938

Crawford, O. G. S.: *Luftbildaufnahmen von archäologischen Bodendenkmälern in England*. In: Buttler, W. – Crawford, O. G. S. – Ewald, E.: *Luftbild und Vorgeschichte*. Berlin 1938, 9-18.

CRAWFORD 1939

Crawford, O. G. S.: *Aerial Reconnaissance of Roman Scotland*. *Antiquity* 13 (1939) 280 - 292

CRAWFORD 1950

Crawford, O. G. S.: *Some Linear Earthworks in the Danube Basin*. *The Geographical Journal*, 116/4-6 (1950) 218-220.

CRAWFORD 1954

Crawford, O. G. S.: *A Century of Air-Photography*. *Antiquity*, 28/112 (1954) 206 – 210.

CRAWFORD – KEILLER 1928

Crawford, O. G. S. – Keiller, A.: *Wessex from the Air*. Oxford 1928.

CUCARZI 1992

Cucarzi, M.: *The integrated geoarchaeological approach within the territory: the case of the Microregion*. First results and further proposals. In: Bökönyi, S. (ed.): *Cultural and Landscape Changes in South-East Hungary I*. Budapest 1992, 13-40.

CZAJLIK 2002

Czajlik, Z.: *Neue Ergebnisse in der Forschung der frühen Eisenverhüttung Nordostungarns (Aggtelek - Rudabánya Gebirge)*. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 22 (2002) 5-14.

CZAJLIK 2003a

Czajlik Z. *Cegléd – Hódula-dűlő (Pest megye). Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary*, 2001. Budapest 2003, 156.

CZAJLIK 2003b

Czajlik Z. *Hajdúszovát – Cenzus-föld (Hajdú-Bihar megye). Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary*, 2001. Budapest 2003, 171.

CZAJLIK 2004a

Czajlik Z.: *Légirégészeti kutatások Magyarországon 2002-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról)* - *Aerial archaeological investigations in Hungary in 2003 (A short report of the activity of the GIS Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute)*. *Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary*, 2002. Budapest 2004, 161-169.

CZAJLIK 2004b

Czajlik Z.: *Légirégészeti kutatások Magyarországon 2003-ban (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról)*

- Aerial archaeological investigations in Hungary in 2003 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). *Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary*, 2003. Budapest 2004, 111-125.
- CZAJLIK 2004c
Czajlik Z.: Régészeti-természetvédelmi örökségünk: A magyarországi földépítmények – pusztuló halomsírmezők. *Magyar Múzeumok*, 10,4 (2004) 28-30.
- CZAJLIK 2005
Czajlik Z.: Légitérészeti kutatások Magyarországon 2004-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial archaeological investigations in Hungary in 2004 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). *Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary*, 2004. Budapest 2005, 121-141.
- CZAJLIK 2006
Czajlik Z.: Óskori erődítések kutatása légitérészeti módszerekkel. In: „Gondolják, látják az várnak nagy voltát...” Tanulmányok a 80 éves Nováki Gyula tiszteletére, *Castrum Bene Egyesület – Históriaantik Könyvesház*, Budapest 2006, 71-80.
- CZAJLIK 2007
Czajlik, Z.: Aerial archaeological prospection and documentation. The Aerial Archaeological Archive of the Institute of Archaeological Sciences at the Eötvös Loránd University of Budapest (Summary of the activity in 1993-2005). *Archeometriai Műhely* 3 (2007) 1-10.
- CZAJLIK 2008
Czajlik, Z.: Aerial archaeology in the research of burialtumuli. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 28 (2008) 95-107.
- CZAJLIK 2009
Czajlik Z.: Kerek templom Páty határában? In: Szabó Andrásné (szerk.): *Páty története képekben*, Páty, 2009, 20-21.
- CZAJLIK 2010
Czajlik, Z.: Les possibilités de la prospection aérienne conventionnelle en Hongrie. In : László Borhy (éd.) : *Studia Celtica Classica et Romana Nicolae Szabó septuagesimo dedicata*, Budapest 2010, 80-96.
- CZAJLIK 2011
Czajlik Z.: A légitérészeti szerepe a temetkezések régészeti topográfiai kutatásában. In: Kővári K. – Miklós Zs. (szerk.): „FÉL ÉVSZÁZAD TEREPEN” Tanulmánykötet Torma István tiszteletére, 70. születésnapja alkalmából, Budapest 2011, 131-140.
- CZAJLIK 2015
Czajlik, Z.: Luftbildarchäologische Forschungen im Komitat Borsod-Abaúj-Zemplén (Ungarn). In: Ildikó Szathmári (Hrsg.): *An der Grenze der Bronze- und Eisenzeit. Festschrift für Tibor Kemenczei zum 75. Geburtstag*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 2015, 53-66.
- CZAJLIK 2017
Czajlik, Z.: Aerial archaeological research on Bronze Age fortified settlements in the Benta Valley and Zsámbék Basin. In: Kulcsár, G.–V. Szabó, G. with Kiss, V.–Vácz G. (eds.) : *State of the Hungarian Bronze Age Research. Proceedings of the conference held between 17th and 18th of December 2014. Órészeti Tanulmányok/ Prehistoric Studies II*, Budapest 2017. ISBN 978-615-5254-09-3, 473-486.
- CZAJLIK 2019
Czajlik, Z.: Baseline-Assessment. In: Czajlik, Z. – Črešnar, M. – Doneus, M. – Fera, M. – Hellmuth Kramberger, A. – Mele, M. (eds.): *Researching Archaeological Landscapes Across Borders. Strategies, Methods and Decisions for the 21th Century*. Graz – Budapest 2019, 35-43.
- CZAJLIK 2020
Czajlik Z.: Halomtörténetek. Nyomozás a korai hazai régészeti légitérészeti fényképek után. *Határtalan Régészet* 5,2 (2020) 31-34.
- CZAJLIK 2021a
Czajlik, Z.: Aerial archaeological time-window in 2020: 12 days in June. Report from Hungary. *AARGnews* 62 (2021) 27-37.

CZAJLIK 2021b

Czajlik, Z.: Otto Braasch's first aerial archaeology mission in Hungary (1992): A belated thank you. AARGnews 63 (2021) 29-32.

CZAJLIK 2022a

Czajlik Z.: A terepi kirándulástól a domborzatmódellig. Bevezetés a régészeti topográfiába. Budapest 2022.

CZAJLIK 2022b

Czajlik, Z.: Aerial archaeology and settlement research. Examples from the Early Iron Age in Northern Transdanubia. Študijné zvesti 69,2 (2022) 327-342. DOI: <https://doi.org/10.31577/szausav.2022.69.17>

CZAJLIK 2022c

Czajlik Z.: Pest megye erődített településeinek régészeti célú légi fényképezése a kezdetektől 2018-ig. In: Kovács Gy. (szerk.): Pest megye középkori várai. Budapest 2022, 37-50.

CZAJLIK – BÖDŐCS 2006

Czajlik Z. – Bődöcs A.: Légi fényképezése régészeti kutatások Magyarországon 2005-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial photographic archaeological investigations in Hungary in 2005 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2005. Budapest 2005, 149-159.

CZAJLIK – BÖDŐCS 2013

Czajlik, Z. – Bődöcs, A.: The Effectiveness of Aerial Archaeological Research – An Approach from the GIS Perspective. In: Anders, A. – Kulcsár, G. – Kalla, G. – Kiss, V. – V. Szabó, G. (eds.): Moments in Time. Papers Presented to Pál Raczky on His 60th Birthday. Budapest 2013, 873-883.

CZAJLIK – HOLL 2003

Czajlik, Z. – Holl, B.: Die Luftbildprospektion der urzeitlichen Erdburgen Ungarns. Mandulavirágzás tudományos napok, Régészeti műemlékek kutatása és gondozása a 3. évezred küszöbén (szerk.: Visy Zs.) Pécs-Szekszárd, 2002. márci-

Tudományegyetem Ókortörténeti és Régészeti Tanszék Régészeti Szemináriuma. Pécs 2003, 67-82.

CZAJLIK – HOLL 2015

Czajlik, Z. – Holl, B.: Zur Topographische Forschung der Tumulusgräberfelder in Ungarn. Ein Vergleich der Angaben von Compte-Rendu mit den Ergebnissen der Luftbildarchäologie. Dissertationes Archaeologicae Ser. 3. No. 3 (2015) 59-70.

CZAJLIK – RUPNIK 2023

A repülőgépes felderítéstől a drónos felmérésig. Régészeti célú légi fényképezés különböző platformokon. In: Rajnai Z. – Tardy J. (szerk.): A jövő nagy kihívása: kiberbiztonság és kiberhadviselés. Budapest 2023, 81-96.

CZAJLIK et al. 2007

Czajlik Z. – Tankó K. – Winkler M.: Légitérészeti kutatások Magyarországon 2006-ban (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial archaeological investigations in Hungary in 2006 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2006. Budapest 2007, 121-135.

CZAJLIK et al. 2008

Czajlik Z. – Bődöcs A. – Đurković É. – Rupnik L. – Winkler M.: Légitérészeti kutatások Magyarországon 2007-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial archaeological investigations in Hungary in 2007 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2007. Budapest 2008, 121-144.

CZAJLIK et al. 2009

Czajlik Z. – Bődöcs A. – Rupnik L. – Winkler M.: Légitérészeti kutatások Magyarországon 2008-ban (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial

archaeological investigations in Hungary in 2008 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2008. Budapest 2009, 111-130.

CZAJLIK et al. 2010a

Czajlik Z. – Bődöcs A. – Rupnik L.: Légitérészeti kutatások Magyarországon 2009-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial archaeological investigations in Hungary in 2009 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2009. Budapest 2010, 81-111.

CZAJLIK et al. 2010b

Czajlik, Z. – Czövek, A. – Csippán, P. – Holl, B. – Magyari, E. – Szöllősi, Sz. – Rupnik, L. – Timár, L.: Archaeological and palaeoenvironmental data on Late Iron Age settlements in Southeastern Transdanubia (Tolna County). In: Berecki, S. (ed.): Iron Age communities in the Carpathian Basin. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureş, 9-11 October 2009, Cluj 2010, 149-170.

CZAJLIK et al. 2011

Czajlik, Z. – Rupnik, L. – Losonczy, M. – Timár, L.: Aerial archaeological survey of a buried landscape: The Tóköz project. In: Cowley, D. C. (ed.): Remote Sensing for Archaeological Heritage Management. Proceedings of the 11th EAC Heritage Management Symposium, Reykjavik, Iceland, 25-27 March 2010. Bruxelles 2011, 235-241.

CZAJLIK et al. 2012a

Czajlik Z. – Bődöcs A. – Rupnik L.: Légitérészeti kutatások Magyarországon 2010-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial archaeological investigations in Hungary in 2010 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2010. Budapest 2012, 111-131.

CZAJLIK et al. 2012b

Czajlik, Z. – Király, G. – Czövek, A. – Holl, B. – Brolly, G.: The Application of Remote Sensing Technology and Geophysical Methods in the Topographic Survey of Early Iron Age Burial Tumuli in Transdanubia. In: Berecki S. (ed.): Iron Age Rites and Rituals in the Carpathian Basin. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureş, October 2011. Cluj 2012, 65-76.

CZAJLIK et al. 2014

Czajlik, Z. – Berecki, S. – Rupnik, L.: Aerial Geoarchaeological Survey in the Valleys of the Mureş and Arieş Rivers (2009-2013). Dissertationes Archaeologicae Ser. 3. No. 2 (2014) 459-483.

CZAJLIK et al. 2015

Czajlik, Z. – Novinszki-Groma, K. – Horváth, A.: Données relatives à la topographie de la microrégion de Süttő au Premier âge du Fer. In: Borhy, L. – Dévai, K. – Tankó, K.: Studia archaeologica Nicolae Szabó LXXV annos nato dedicata. Budapest 2015, 59-74.

CZAJLIK et al. 2016

Czajlik, Z. – Holl, B. – T. Németh, G. – Pusztas, S. – Vicze, M.: New results in the topographic research on the Early Iron Age tumulus cemetery at Érd-Százhalombatta (Kom. Pest/H). Archäologisches Korrespondenzblatt 46,1 (2016) 57-73.

CZAJLIK et al. 2017

Czajlik, Z. – Kovačević, S. – Tiefengraber, G. – Tiefengraber, S. – Pusztas, S. – Bődöcs, A. – Rupnik, L. – Jáky, A.: Novinszki-Groma, K.: Report on magnetometer geophysical surveys conducted in Hungary, Austria and Croatia in the framework of the Interreg Iron Age Danube project. Dissertationes Archaeologicae Ser. 3. No. 5 (2017) 343–359.

CZAJLIK et al. 2019a

Czajlik, Z. – Fejér, E. – Novinszki-Groma, K. – Jáky, A. – Rupnik, L. – Sörös, F. Zs. – Bődöcs, A. – Csippán, P. – Darabos, G. – Gergács, R. – Györkös, D. – Holl, B. – Király, G. – Kürthy, D. – Maróti, B. – Merczi, M. – Mervel, M. – Nagy, B. – Pusztas, S. – B. Szöllősi, Sz. – Vass, B. – Czifra, Sz.: Traces of prehistoric land use on the Süttő plateau. In: Črešnar, M. – Mele, M. (eds.): Early

Iron Age Landscapes of the Danube Region. CSANYI 1980
Graz – Budapest 2019, 185-219.

CZAJLIK et al. 2019b

Czajlik, Z. – Serlegi, G. – Jáky, A. – Novinszki-Groma, K. – Puszta, S. – Vág-völgyi, B. – Bödőcs, A. – Rupnik, L.: Early Iron Age land-scapes – Toward a new topographical mapping at Süttő (Kom. Komárom-Esztergom/H). In: Bockisch-Bräuer, Ch. – Mühldorfer, B. – Schönfelder, M. (Hrsg.): Die frühe Eisenzeit in Mitteleuropa – Early Iron Age in Central Europe. Nürnberg (Beiträge zur Vorgeschichte Nordostbayerns 19). Nürnberg 2019, 345–353.

CZAJLIK et al. 2020

Czajlik, Z. - Bartus, D. - Rupnik, L.: Aerial Archaeological Investigations in Transylvania. The Aerial Archaeological Archive of Transylvania at the Institute of Archaeological Sciences of the Eötvös Loránd University, Budapest. Marisia. Archaeologia, Historia, Patrimonium 2 (2020) 7-18.

CZAJLIK et al. 2021

Czajlik, Z. – Árvai, M. – Mészáros, J. – Nagy, B. – Rupnik, L. – Pásztor, L.: Cropmarks in aerial archaeology: New lessons from an old story. Remote Sensing 13 (2021) 1126.
DOI 10.3390/rs13061126

CZAJLIK et al. 2023

Czajlik Z. – Fejér E. – Gergács R. – Rupnik L.: Kora vaskori lelőhelyegyüttes tájrégészeti kutatása az érd-százhalombattai löszplatón. In: Tóth F. M. – Szilas G. – Anders A. – Kalla G. – Kiss V. – Kulcsár G. – Mester Zs. (szerk.): ΜΩΜΟΣ XI Őskoros kutatók összejövetele. Környezet és ember. A BTM Aquincumi Múzeumban 2019. április 10-12-én megrendezett konferencia tanulmánykötete. Ősrégészeti Tanulmányok – Prehistoric Studies III. Budapest 2023, 35–48.
DOI: 10.21862/momosz11.03

CZUKOR et al. 2017

Czukur P. – Priskin A. – Szalontai Cs. – Szeverényi V.: Késő bronzkori földvárak a Dél-Alföldön. In: V. Szabó G. – Bálint M. – Váczi G. – Lőrinczy G. (szerk.): A második hajdúböszörményi szitula és kapcsolatrendszer. Budapest – Hajdúböszörmény 2017, 211-230.

Csányi M.: Árokkaal körülvett sírok a halomsíros kultúra jánoshidai temetőjében – Graves surrounded by ditches in the Jánoshida cemetery of the Tumulus Grave culture. Archeologiai Értesítő 107 (1980) 153-165.

CSIKÓ 2014

Csikó A. : A vértesszőlősi római kori villagazdaság. Tatabányai Múzeumok Évkönyve 3 (2014) 53–85.

CSERMÉNYI – TÓTH 1984

Cserményi, V. – Tóth, E.: Eine römische Strassenstation und die Strassenstrecke zwischen Salla und Arrabona. Savaria 13-14 (1984) 171-203.

ČAMBAL et al. 2016

Čambal, R. – Milo, P. – Murín, I.: Geofyzikálny prieskum mohýl v Dunajskej Lužnej-Nových Košariskách. Zborník Slovenského Národného Múzea – 2016 – Supplementum 11 (2016) 27-34.

ČERNÝ 1978

Černý, E.: Typy zaniklych stredovekých vesnických sídlíšť na Draňanské vrchovine z historicko-geografického hľadiska. Archeologia historica 3 (1978) 31-40.

ČIŽMAŘ – KNECHTOVÁ 2021

Čižmař, I. – Knechtová, A.: Vývoj letecké archeologie na Moravě a v českém Slezsku – shrnutí a perspektivy. Development of aerial archaeology in Moravia and Czech Silesia – summary and perspectives. Studia Archaeologica Brunensia 26,2 / 2021, 29-56. doi.org/10.5817/SAB2021-2-2

ČREŠNAR et al. 2019

Črešnar, M. – Vinazza, M. – Mušič, B.: Nove raziskave višinskih naselij na vzhodnih obronkih Pohorja in v severnih Slovenskih gorah – New research of hilltop settlements on the eastern fringes of Pohorje and the northern Slovenske gorice (NE Slovenia), Arheološki vestnik 70 (2019) 437–472.

DAŇOVÁ et al. 2020

Daňová, M. - Daňová, K. – Sočuvka, V.: Exploration of the Danube at the Roman camp in

- Iža (Slovakia). Submerged Heritage – Potopljena baština. 10 (2020) 39-45.
- DASSIÉ 1978
Dassié, J.: Manuel d'archéologie aérienne. Paris 1978.
- DARVILL – THOMAS 2001
Darvill, T.C. – Thomas, J.: Neolithic enclosures in Atlantic Northwest Europe. Oxford 2001.
- DAX et al. 1972
Dax M. – Éri I. – Mithay S. – Palágyi Sz. – Torma I.: Magyarország Régészeti Topográfiája 1. Veszprém megye régészeti topográfiája 4. A Pápai és a Zirci járás. Budapest 1972.
- DELÉTANG 1998
Delétang, H.: La prospection aérienne à basse altitude. In: Dabas, M. – Delétang, H. – Ferdière, A. – Jung, C. – Zimmermann, W. H.: La prospection. Paris 1998, 91-128.
- DELÉTANG 1999
Delétang, H. (dir.) : L'archéologie aérienne en France. Le passé vue du ciel. Paris 1999.
- DELOR 2004
Delor, J.-P.: Les habitats néolithiques. In: Baray, L. (dir.): Archéologie Aérienne dans l'Yonne. Gloucestershire 2004, 43-49.
- DERNOGA et al. 2007
Dernoga, M. – Herbich, T. – Pietrzak, R. – Rączkowski, W. – Świąch, D.: Discovering medieval Szamotuły (Wielkopolska region): a multidisciplinary approach. Študijné zvesti archeologického ústavu SAV 41 (2007) 131-134.
- DESBORDES et al. 1993
Desbordes, J.-M. – Dubois, J. – Louradour, S.: La voie romaine de Lyon a Bordeaux dans le pays d'Eygurande (Corré). Travaux d'Archéologie Limousine 13 (1993) 71-77.
- DEUEL 1973
Deuel, L.: Flights into Yesterday. The Story of Aerial Archaeology. Harmondsworth 1973.
- DINNYÉS et al. 1986
Dinnyés I. – Kővári K. – Lovag Zs. – Tettamanti S. – Torma I.: Magyarország Régészeti Topográfiája 7. Pest megye régészeti topográfiája. A Budai és Szentendrei járás. Budapest 1986.
- DINNYÉS et al. 1993
Dinnyés I. – Kővári K. – Kvassay J. – Miklós Zs. – Tettamanti S. – Torma I.: Magyarország Régészeti Topográfiája 9. Pest megye régészeti topográfiája. A Szobi és a Váci járás. Budapest 1993.
- DONEUS 1995
Doneus, M.: Luftbildarchäologie und Photogrammetrie am Institut für Ur-und Frühgeschichte in Wien. In: Kunow, J. (Hrsg.): Luftbildarchäologie in Ost-und Mitteleuropa. Aerial Archaeology in Eastern and Central Europe. Internationales Symposium 26.-30. September 1994 Kleinmachnow. Land Brandenburg, Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg 3. Potsdam 1995, 123-132.
- DONEUS 1997
Doneus, M.: Vom Luftbild zur Karte. In: Oexle, J. (Hrsg.): Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte: Luftbildarchäologie in Zentraleuropa. Dresden 1997, 39-45.
- DONEUS 2000
Doneus, M.: Vertical and oblique photographs. AARGnews 20 (2000) 33-39.
- DONEUS 2001
Doneus, M.: Precision Mapping and Interpretation of Oblique Aerial Photographs. Archaeological Prospection 8 (2001) 13-27.
- DONEUS 2013
Doneus, M.: Die hinterlassene Landschaft – Prospektion und Interpretation in der Landschaftsarchäologie. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission, Band 78. Wien 2013.
- DONEUS – BRIESE 2006
Doneus, M. – Briese, C.: Digital terrain modelling for archaeological interpretation within forested areas using full-waveform laserscan-ning. In: Ioannides, M. – Arnold, D. – Niccolucci F. – Mania K. (eds.): The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage. VAST, Nicosia, Cyprus, November 4, 2006. Aire-La-Ville 2006, 155-162.

DONEUS – BRIESE 2011

Doneus, M. – Briese, Ch.: Airborne Laser Scanning in forested areas – potential and limitations of an archaeological prospection technique. In: Cowley, D. C. (ed.): Remote Sensing for Archaeological Heritage Management. Proceedings of the 11th EAC Heritage Management Symposium, Reykjavik, Iceland, 25-27 March 2010. Bruxelles 2011, 59-76.

DONEUS – FERA 2019

Doneus, M. – Fera, M.: Airborne laser scanning. In: Czajlik, Z. – Črešnar, M. – Doneus, M. – Fera, M. – Hellmuth Kramberger, A. – Mele, M. (eds.): Researching Archaeological Landscapes Across Borders. Strategies, Methods and Decisions for the 21st Century. Graz – Budapest: Archaeolingua, 141–146.

DONEUS – GRIEBL 2015

Doneus, M. – Griegl, M. (Hrsg.): Die Leitha – Facetten einer Landschaft. Archäologie Österreichs Spezial 3, Wien 2015.

DONEUS – MAYER 2001

Doneus, M. – Mayer, Ch.: GIS – based archiving of aerial photographs and archaeological sites. In: Doneus, M. – Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds.): Archaeological Prospection. Fourth International Conference on Archaeological Prospection Vienna, 19-23. September 2001. Wien 2001, 89-91.

DONEUS et al. 2008

Doneus, M. – Briese, Ch. – Fera, M. – Janner, M.: Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning. Journal of Archaeological Science 35 (2008) 882-893.

DONEUS et al. 2013a

Doneus, M. – Gugl, Ch. – Doneus, N.: Die Canabae von Carnuntum - eine Modellstudie der Erforschung römischer Lagervorstädte. Von der Luftbildprospektion zur siedlungsarchäologischen Synthese. Wien 2013.

DONEUS et al. 2013b

Doneus, M. – Gugl, Ch. – Doneus, N.: Luftbild und Archäologie. In: Doneus, M. – Gugl, Ch.

Doneus, N.: Die Canabae von Carnuntum - eine Modellstudie der Erforschung römischer Lagervorstädte. Von der Luftbildprospektion zur siedlungsarchäologischen Synthese. Wien 2013, 15-40.

DONEUS et al. 2015

Doneus, M. – Janner, M. – Fera, M.: Flugzeuggetragenes Laserscanning im Leithagebirge. In: Doneus, M. – Griegl, M. (Hrsg.): Die Leitha – Facetten einer Landschaft. Wien 2015, 51–62.

DONEUS et al. 2016

Doneus, M. – Wieser, M. – Verhoeven, G. – Karel, W. – Fera, M. – Pfeifer, N.: Automated Archiving of Archaeological Aerial Images. Remote Sensing 8,3 (2016) 2-22. 209. DOI 10.3390/rs8030209

DÖVÉNYI 2010

Dövényi Z. (szerk.): Magyarország kistájainak katasztere. Budapest 2010.

EARLE et al. 2014

Earle, T. – Kulcsár, G. – Kiss, V. – Serlegi, G. – Szeverényi, V.: A Benta-völgyi bronzkori kutatások új eredményei. Magyar Régészet, 2014 nyár.

ECSEDY 1979

Ecsedy, I.: The people of the pit-grave kurgans in Eastern Hungary. Budapest 1979.

ECSEDY 1985

Ecsedy I.: Őskori leletek Dunaszekcső – Várhegyről. Janus Pannonius Múzeum Évkönyve 29 (1985) 89-90.

ECSEDY et al. 1982

Ecsedy I. – Kovács L. – Maráz B. – Torma I.: Magyarország Régészeti Topográfiája 6. Békés megye régészeti topográfiája. A Szeghalmi járás. Budapest 1982.

EDIS et al. 1989

Edis, J. – Macleod, D. – Bewley, R.: An archaeologist's guide to classification of cropmarks and soilmarks. Antiquity 63 (1989) 112-126.

ENDRŐDI – GYULAI 1999

- Endródi, A. – Gyulai, F.: Soroksár – Várhegy a Fortified Bronze Age Settlement in the Outskirts of Budapest. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 19 (1999) 6-34.
- ERDÉLYI 1955
Erdélyi M.: A Dunavölgy nagyalföldi szakaszának víztároló üledékei. *Hidrológiai Közöny* 35 (1955) 159–169.
- ERDÉLYI 1982
Erdélyi B.: Régészeti légi fényképezés és légi fénykép-értelmezés. Herman Ottó Múzeum Évkönyve 21 (1982) 81-88.
- ERDÉLYI – SÁGI 1984
Erdélyi B. – Sági K.: A magyarországi régészeti légi fényképezés története és a Szent György-hegyi kolostorrom. *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei* 17 (1984) 273-280.
- ERDRICH et al. 2020
Erdrich, M. – Komoróczy, B. – Madejski, P. – Vlach, M. (eds.): *Marcomannic Wars and Antonine Plague. Selected essays on two disasters that shook the Roman World*. Brno – Lublin 2020.
- EVANS – JONES 1977
Evans, R. – Jones, R.J.: Crop marks and soils at two archaeological sites in Britain. *Journal of Archaeological Science* 4 (1977) 63-76.
- ÉRI et al. 1969
Éri I. – Kelemen M. – Németh P. – Torma I.: Magyarország Régészeti Topográfiája 2. Veszprém megye régészeti topográfiája. A Veszprémi járás. Budapest 1969.
- FAGAN 1959
Fagan, B. M.: Cropmarks in antiquity. *Antiquity* 33 (1959) 279-281.
- FARKAS et al. 2020
Farkas, Cs. – Marcsik, A. – Hegyi, A.: Human Remains in the Central Area of a Bronze Age Multi-layered Settlement at Boconád – Alatka-pusztá. *Dissertationes Archaeologicae Supplementum* 3. ΜΩΜΩΣ IX. A rituálé régészete. Őskoros kutatók IX. Összejövetelének konferenciakötete. Miskolc, 2015. október 14-16. Budapest 2020, 59–73.
- FELD I.: Solymár – Vár (Pilisvörösvári járás) In: Kovács Gy. (szerk.): *Középkori és török kori várak, erődítések Pest megyében*. Budapest 2022, 297-313.
- FICHTL 2000
Fichtl, St.: *La ville celtique. Les oppida de 150 av. J.-C. à 15 ap. J.-C.* Paris 2000.
- FODOR 1935
Fodor Gy.: A légi fotogrammetria térhódítása s várható jelentősége az erdőrendezési munkálatok szempontjából. *Erdészeti Lapok* 74,1 (1935) 41–62.
- FOWLER 1995
Fowler, M. J. F.: Detection of archaeological features on multispectral satellite imagery. *AARGnews* 10 (1995) 7-14.
- FOWLER 2010
Fowler, M. J. F.: Satellite imagery and archaeology. In: Cowley, D. C. – Standring, R. A. – Abicht, M. J. (eds.): *Landscapes through the Lens. Aerial Photographs and Historic Environment. Occasional Publication of the Aerial Archaeology Research Group No. 2*. Oxford – Oakville 2010, 99-110.
- FOWLER 2013
Fowler, M. J. F.: Declassified Intelligence Satellite Photographs. In: Hanson, W. S. – Oltean, I. A. (eds.): *Archaeology from Historical Aerial and Satellite Archives*. New York – Heidelberg – Dordrecht – London 2013, 47-66.
- FOWLER – CURTIS 1995
Fowler, M. J. F. – Curtis, H.: Stonehenge from 230 kilometres. *AARGnews* 11 (1995) 8-16.
- FRIESINGER 1985
Friesinger, H.: Römische Befestigungsbauten nördlich der Donau in Niederösterreich. In: *Lebendige Altertumswissenschaft. Festgabe zur Vollendung des 70. Lebensjahres von Hermann Vetters dargebracht von Freunden, Schülern und Kollegen*. Wien 1985, 258–259.
- FRÖHLICH 1887
Fröhlich, R.: A bácskai ún. római sáncok. *Archaeologiai Értesítő* 7 (1887) 19-30.

FÜZESI et al. 2020

Füzesi, A. – Rassmann, K. – Bánffy, E. – Horschler-Brockmann, H. – Kalla, G. – Szabó, N. – Szilágyi, M. – Raczky, P.: Test excavation of the “pseudo-ditch” system of the Late Neolithic settlement complex at Öcsöd-Kováshalom on the Great Hungarian Plain. Preliminary report. *Dissertationes Archaeologicae Ser. 3,8* (2020) 141-164.

GALLINA et al. 2021

Gallina Zs. – Gulyás Gy. – Kotán D. – Pánya I. – Rosta Sz.: Tatárjárás Tázláron. In: Szakál A. (szerk.): Halasi Múzeum 5. Emlékkönyv a Thorma János Múzeum 145. évfordulójára. Kis-kunhalas 2021, 25-44.

GARAM et al. 1983

Garam, É. – Patay, P. – Soproni, S.: Sarmatisches Wallsystem im Karpatenbecken. RFII. 23, Budapest 1983.

GARAM et al. 2003

Garam, É. – Patay, P. – Soproni, S.: Sarmatisches Wallsystem im Karpatenbecken. RFII. 232, Budapest 2003.

GÁLL 2016

Gáll, E.: Archaeology and Nationalism: The Endless Struggle for Dăbâca (G.: Dobeschdorf; H.: Doboka). Thoughts on Research Development and Archaeological Realities. *Communicationes Archaeologicae Hungariae 2014-2015* (2016) 257-323.

GÁTI 2017

Gáti Cs.: Légi lézerszkennelés eredményei a Pécs melletti Jakab-hegyen. Őskori földvár, középkori kolostor. *Magyar Régészet* 6,3 (2017) 11-20.

GERGÁ CZ 2017

Gergác R.: Szisztematikus terepbejárás módszerek eredményei-nek összevetése légi fényképes és geomágneses térképi adatokkal. Alapszakos szakdolgozat. ELTE BTK Régészettudományi Intézet, Budapest 2017.

GERŐ 1955

Gerő L.: Magyarországi várépítészet. Budapest 1955.

GERSTNER 1996

Archäologie und Landwirtschaft. In: Becker, H. (Zgst.): Archäologische Prospektion. Luftbildarchäologie und Geophysik. München 1996, 19-27.

GIARDINO 2011

Giardino, M. J.: A history of NASA remote sensing contributions to archaeology. *Journal of Archaeological Science* 38 (2011) 2003-2009.

GIOIA et al. 2019

Gioia, D. – Del Lungo, S. – Sannazzaro, A. – Lazzari, M.: Geological and Geomorphological Controls on the Path of an Intermountain Roman Road: The Case of the Via Herculia, Southern Italy. *Geosciences* 9, 2019 doi:10.3390/geosciences9090398

GLASER 1929-1930

Glaser L.: A Dunántúl középkori úthálózata. *Századok* 63-64 (1929-1930) 257-285.

GOGUEY 1995

Goguey, R.: Archéologie aérienne de la Seine au Danube : quelques aspects des récentes recherches sur la Bourgogne et la Hongrie. In: Kunow, J. (Hrsg.): Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa. Internationales Symposium 26-30. September 1994, Kleinmachnow, Land Brandenburg. *Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg. Potsdam* 1995, 227-235.

GOGUEY 1997

Goguey, R.: Coopération franco-hongroise en archéologie aérienne : Cinq campagnes de recherches de 1993 à 1997. In: Oexle, J. (Hrsg.): *Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte.* Dresden 1997, 82-89.

GOGUEY 2000

Goguey, R.: Nécropoles et habitats protohistoriques : aperçu des recherches d'archéologie aérienne menées sur le quart nord-est de la France et sur la Hongrie. In: Guillaumet, J.-P. (dir.) : *Dix ans de coopération franco-hongroise en archéologie 1988-1998,* Collegium Budapest. Budapest 2000, 77-96.

GOGUEY 2002

Goguey, R.: *Traces de la Grande Plaine...* Saint-Romain-en-Gal / Vienne 2002.

GOGUEY 2004

Goguey, R.: Bref historique de la discipline en France. In: Luc Baray (dir.): Archéologie Aérienne dans l'Yonne. Saint-Cyr-sur-Loire 2004, 9-10.

GOGUEY – CZAJLIK 2003

Goguey, R. – Czajlik, Z. : Un aspect de la coopération Bourgogne-Hongrie dans la recherche et la protection sites : le GPS, vecteur entre l'archéologue, le chercheur aérien et la carte informatisée. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 23 (2003) 5-14.

GOGUEY – SZABÓ 1995

Goguey, R. – Szabó, M. : L'histoire vue du ciel : photographie aérienne et archéologie en France et en Hongrie – A történelem madártávlatból: légi fényképezés és régészet Franciaországban és Magyarországon. Budapest 1995.

GOGUEY et al. 2003

Goguey, R. - Czajlik Z. - Bödőcs A.: Magyar-francia légi régészeti kutatások Magyarországon - Recherches franco-hongroises d'archéologie aérienne en Hongrie en 2000. Régészeti kutatások Magyarországon - Archaeological Investigations in Hungary, 2000, Budapest 2003, 75-86.

GOJDA 1994

Gojda, M.: Current problems of aerial archaeology in Bohemia: toward a conceptual approach – Současné problémy letecké archeologie v Čechách: pokus o koncepční přístup. *Památky archeologické. Supplementum* 1, 1994, 229–238.

GOJDA 2009

Gojda, M.: Military activities on Rome's frontier: The evidence of aerial archaeology. In: Vladimír Salač – Jan Bemann (Hrsg.): Mitteleuropa zur Zeit Marbods. *Tagung Roztoky u Křivokláta* 4.–8. 12. 2006. Anlässlich des 2000 jährigen Jubiläums des römischen Feldzuges gegen Marbod. 19. Internationales Symposium Grundprobleme der frühgeschichtlichen Entwicklung im mittleren Donaauraum. Praha – Bonn 2009, 577-594.

GOJDA 2017

Gojda, M.: Archeologie a dálkový průzkum. Historie, metody, prameny – Archaeology and Remote Sensing. History, Methods, Data. Prague 2017.

GOJDA 2019

Gojda, M.: Current Development in Archaeological Remote Sensing: A Central European Experience and Evaluation. *Interdisciplinaria Archaeologica*. 10,2 (2019) 155-164.

GOJDA 2020

Gojda, M.: Air survey and remote sensing in archaeology. Warszawa 2020.

GOJDA – HEJCMAN 2012

Gojda, M. – Hejzman, M.: Cropmarks in main field crops enable the identification of a wide spectrum of buried features on archaeological sites in Central Europe. *Journal of Archaeological Science* 2012, 39, 1655–1664, doi:10.1016/j.jas.2012.01.023.

GOJDA et al. 2022

Gojda, M. – Trefný, M. – Schussmann, M. – Šumberová, R.: Air-Surveyed Cropmarks of Early Iron Age Heritage in Central Europe – Integrating Remotely Detected Data and Excavated Evidence. *Heritage* 5 (2022) 610-633.

GONZÁLEZ – HERNÁNDEZ 2019

González, J.J.F. – Hernández, F.R.V.: NDVI Identification and Survey of a Roman Road in the Northern Spanish Province of Álava. *Remote Sensing* 11 (2019) 725, doi:10.3390/rs11060725

GREGORY – KENNEDY 1985

Gregory, S. – Kennedy, D.: Sir Aurel Stein's Limes Report. *BAR International Series* 272, Oxford 1985.

GRIZEAUD 2004

Grizeaud, J.-J.: L'habitat gaulois dans l'Yonne et l'apport de la prospection aérienne. In: Baray, L. (dir.): Archéologie Aérienne dans l'Yonne. Gloucestershire 2004, 93-102.

GRÓF – GRÓH 2009

Gróf, P. – Gróh, D.: Roman Military Sites in Visegrád. In: Fazekas, F. – Bíró, Sz. (eds.): Investigation, Conservation and Maintenance of the Military Sites along the Ripa Pannonica: International Conference Győr, November 2004. *Specimina nova Dissertationum ex Institutis Historiae Antiquae et Archaeologiae Universitatis Quinqueecclesiensis* 13. Pécs 2009, 21-30.

- GRUNWALD 2002
Grunwald, L.: Anmerkungen zur Luftbildarchäologie in Niedersachsen. Von den Anfängen bis zum Ausbruch des Zweiten Weltkrieges. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 71 (2002) 221-238.
- GRUNWALD 2004
Grunwald, L.: Luftbildarchäologie. Niedersachsen aus der Vogelperspektive gesehen. In: Mamoun, F. (ed.): Archäologie Land Niedersachsen. - 400.000 Jahre Geschichte. Oldenburg 2004, 82-91.
- GRUNWALD 2008
Grunwald, L.: Die Entstehung der Luftbildarchäologie im Raum Mayen-Koblenz. Plaidter Blätter. Jahrbuch des Plaidter Geschichtsvereins 6 (2008) 69-87.
- GUGL et al. 2008
C. Gugl – M. Doneus – N. Doneus: Roman field Boundaries in West Pannonia – Diversity of a System. – V: Landmarks and Socio-economic Systems. Proceedings of Le Mans COST Conference (7th–9th December 2006) „Landmarks and socio-economic systems: the construction of pre-industrial landscapes and their perception by contemporary societies.“ Rennes 2008, 113–125.
- GÜIMIL-FARIÑA – PARCERO-OUBIÑA 2015
Güimil-Fariña, A. – Parcerio-Oubiña, C.: “Dotting the joins”: a non-reconstructive use of Least Cost Paths to approach ancient roads. The case of the Roman roads in the NW Iberian Peninsula. Journal of Archaeological Science 54 (2015) 31-44.
- GYÓRFFY 1987
Gyórfy Gy.: Az Árpád-kori Magyarország történeti földrajza I-III. Budapest 1987.
- HAJDU – KISS 2023
Hajdu, M. – Kiss, D.: A Late Neolithic enclosure system at Gönc (County Borsod-Abaúj-Zemplén, north-eastern Hungary). Archaeologiai Értesítő 148,1 (2023) 93–109. DOI: 10.1556/0208.2023.00057
- HAMPTON 1985
Hampton, J. N. (ed.): The mapping of archaeological evidence from air photographs. Aerial Archaeology 11 (1985) 1-30.
- HANSEN 1932a
Hansen, W.: Die Grundkarte 1 : 5000 und das Luftbild im Dienst der Urgeschichtsforschung. Praehistorische Zeitschrift 23 (1932) 262-270.
- HANSEN 1932b
Hansen, W.: Hansen, W. 1932b: Luftbild und Vorgeschichtsforschung. Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 8 (1932) 145-147.
- HANSEN 1934
Hansen, W.: Die Auswertung des Luftbildes bei der archäologischen Landesaufnahme von Hamburg und Umgebung. In: Proceedings of the First International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences. London, August 1-6 1932. Oxford – London 1934, 304-307.
- HANZELYOVÁ et al. 1996
Hanzelyová, E. – Kuzma, I. – Rajtár, J.: Letecká prospekcia v archeológii na Slovensku. Archeologické rozhledy 48 (1996) 194–211 és 275–278.
- HATHÁZI – KOVÁCS 2014
Hatházi G. – Kovács L. O.: Árpád-kori falu és kun szállás Perkáta Nyúli dűlő lelőhelyen. Falu, templom és temetők. In: Rosta Sz. – V. Székely Gy. (szerk.): „Carmen miserabile” A tatárjárás magyarországi emlékei. Tanulmányok Pálóczi Horváth András 70. születésnapja tiszteletére. Kecskemét 2014, 241-270.
- HAUSER 2008
Hauser, K.: Bloody Old Britain: O. G. S. Crawford and the Archaeology of Modern Life. London 2008.
- HÁSEK 1968
Hásek, I.: Archeologie z letadla. Archeologické rozhledy 20 (1968) 94-95.
- HINTERLEITNER et al. 2010
Hinterleitner, A. – Löcker, K. – Neubauer, W.: Katalog. In: Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Wien 2010, 168-415.

HEEB et al. 2012

Heeb, B. S. – Szentmiklósi A. – Harding A. F. – Krause, R.: Die spätbronzezeitliche Befestigungsanlage Cornești-Iarcu im rumänischen Banat – ein kurzer Forschungsbericht der Jahre 2010 und 2011. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 44 (2012) 47–58.

HEINRICH-TAMÁSKA – SZABÓ 2019

Heinrich-Tamáská, O. – Szabó, M.: Late Antique Fortifications in Pannonia: a Landscape Archaeological approach. In: Farkas, G. I. – Neményi, R. – Szabó, M. (eds.): *Visy 75. artificem commendat opus. Studia in honorem Zsolt Visy*. Pécs 2019, 209-231.

HEJCMAN – SMRŽ 2010

Hejcman, M. – Smrž, Z.: Cropmarks in stands of cereals, legumes and winter rape indicate sub-soil archaeological features in the agricultural landscape of Central Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 138 (2010) 348–354, doi:10.1016/j.agee.2010.06.004.

HEJCMAN et al. 2013

Hejcman, M. – Součková, K. – Gojda, M.: Prehistoric settlement activities changed soil pH, nutrient availability, and growth of contemporary crops in Central Europe. *Plant and Soil* 369 (2013) 131–140, doi:10.1007/s11104-012-1559-y.

HELLEBRANDT 1992

B. Hellebrandt M.: Miskolc kelta kora. In: Rémiás T. (szerk.): *Régészeti tanulmányok Miskolc kora történetéből*. Miskolc 1992, 33-74.

HELLEBRANDT 2000

Hellebrandt M.: Szirmabesenyő – Földvár. A Herman Ottó Múzeum Évkönyve 39 (2000) 77–93.

HELLEBRANDT 2001

Putnok – Pogonyi-puszta vizivára – Die Wasserburgen von Putnok und pusztas Pogony. A Herman Ottó Múzeum Évkönyve 40 (2001) 127-142.

HELLEBRANDT 2002

Hellebrandt M.: Edelény, Szendrő és Izsófalva vizivára. A Herman Ottó Múzeum Évkönyve 41

(2000) 15–37.

HELLEBRANDT 2004

Hellebrandt M.: Őskori föld- és vizivárak (Prehistoric Earthworks and Forts Surrounded by Bodies of Water. In: Nagy E. Gy. - Dani J. – Hajdú Zs. (szerk.): *ΜΟΜΩΣ II. Őskoros kutatók II. Összejövetelének konferenciakötete* (Debrecen, 2000. november 6-8.) Debrecen 2004, 171-186.

HELLMUTH KRAMBERGER et al. 2019

Hellmuth – Kramberger A. – Mele M. – Modl D.: Settlement dynamics in the Sulm valley (Austria, Styria) – New results of the Iron-Age-Danube project. In: Črešnar, M. – Mele, M. (eds.): *Early Iron Age Landscapes of the Danube Region*. Graz – Budapest: Archaeolingua, 7–73.

HERBICH 1996

Herbich, J.: Relationships between the Contemporary Distribution of Weed Types and Earlier Settlements along the Lower Vistula Banks (Northern Poland). *Archaeological Prospection* 3 (1996) 1-11.

HERZOG – SCHRÖER 2017

Herzog, I. – Schröer, S.: Reconstruction of Roman Roads and Boundaries in Southern Germany. *Proceedings of the 22nd International Conference on Cultural Heritage and New Technologies 2017*. CHNT 22, 2017 (Vienna 2019). <http://www.chnt.at/proceedings-chnt-22/> ISBN 978-3-200-06160-6

HILL et al. 2020

Hill, A. Ch. – Laugier, E. J. – Casana, J.: Archaeological Remote Sensing Using Multi-Temporal, Drone-Acquired Thermal and Near Infrared (NIR) Imagery: A Case Study at the Enfield Shaker Village, New Hampshire. *Remote Sensing* 12 (2020) 690. DOI 10.3390/rs12040690

HINTERLEITNER et al. 2010

Hinterleitner, A. – Löcker, K. – Neubauer, W.: Katalog. In: Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): *Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt*. Wien 2010, 168-415.

Hiver't-Klokner Zs.: Királyaink még tudták, mit kell csinálni az árvízzel. <https://www.origo.hu/kornyezet/2013/06/ontozes-mezogazdasag-arpad-kori-csatornarendszer-halasto-legelo-ret-kozeppkor>

HOLL – CZAJLIK 2013

Balázs Holl – Zoltán Czajlik: Where are all the tumuli? Problems of interpretation in aerial archaeology. In: Zoltán Czajlik - András Bödőcs (eds): Aerial Archaeology and Remote Sensing from the Baltic to the Adriatic. Selected Papers of the Annual Conference of the Aerial Archaeology Research Group, 13th–15th September 2012, Budapest, Hungary. Budapest, 2013, 25-31, Pl. 4-5.

HOLL – PUSZTAI 2011

Holl B. – Pusztai T.: Térinformatika alkalmazása a régészeti feltárásokon. In: Müller R. (főszerk.): Régészeti kézikönyv. Budapest 2011, 321-375.

HORNE 1999

Horne, P.: Royal Commission on the Historical Monuments in England. The Yorkshire Dales. A pilot project for the National Mapping Programme. In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch (éds.): Archéologie Aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992. Amiens 1999, 179-187.

HORVÁTH 2001

Horváth F.: A csengelei kunok ura és népe. Budapest 2001.

HORVÁTH 1984

Horváth F.: Hódmezővásárhely – Gorzsa (Csongrád m.) Régészeti Füzetek Ser. 1,37 (1984) 15-16.

HORVÁTH et al. 1979

Horváth I. – H. Kelemen M. – Torma I.: Magyarország Régészeti Topográfiája 5. Komárom megye régészeti topográfiája. Esztergom és a Dorogi járás. Budapest 1979.

HRITZ 2014

Hritz, C.: Contributions of GIS and Satellite-based Remote Sensing to Landscape Archaeology in the Middle East. Journal of Archaeological Research 22 (2014) 229-276.

Ille, P.: Methoden der Luftbildarchäologie. In: Herrmann, F. R. (ed.): Zeitspuren- Luftbildarchäologie in Hessen. Wiesbaden 1993, 18-25.

ILON 1998

Ilon G.: Kelta kori erődítéstípusok Górbán. Vasi Honismereti és Helytörténeti Közlemények 1 (1998) 24-39.

ILON 2020

Ilon G.: Egy őskori szent áldozat a Csörnőc-patakából. Vasi Szemle 54,1 (2020) 3-9.

IRLINGER 2001

Irlinger, W.: Ein Maulwurf im Cockpit. Luftbildarchäologie in Bayern. Begleitband zur Sonderausstellung im Archäologischen Museum der Stadt Kelheim vom 20. Juli bis 31. Oktober 2001. Kelheim 2001

JAEGER et al. 2018

Jaeger, M. – Kulcsár, G. – Taylor, N. – Staniuk, R. (eds.): Kakucs – Turján, a Middle Bronze Age multi-layered fortified settlement in Central Hungary. Bonn 2018.

JANKOVICH 1993

Jankovich B. D.: A felszíni leletgyűjtés módszerei és szerepe a régészeti kutatásban. Régészeti Továbbképző Füzetek 4. Magyar Nemzeti Múzeum – MTA Régészeti Intézet, Budapest 1993.

JANKOVICH 1998

Jankovich B. D.: Bevezetés. In: Jankovich B. D. – Medgyesi P. – Nikolin E. – Szatmári I. – Torma I.: Magyarország Régészeti Topográfiája 10. Békés megye régészeti topográfiája. Békés és Békéscsaba környéke. Budapest 1998.

JANKOVICH et al. 1989

Jankovich B. D. – Makkay J. – Szőke B. M.: Magyarország Régészeti Topográfiája 8. Békés megye régészeti topográfiája. A Szarvasi járás. Budapest 1989.

JANKÓ 1917

Jankó S.: Fotogrammetria. Pozsony 1917.

- JÁRDÁNYI- PAULOVICS 1949
Járdányi-Paulovics I.: A vasvári régészeti kutatások eredményei az 1948. évben – Les résultats des recherches archéologiques à Vasvár 1948. Debrecen 1949.
- JEREM et al. 1992
Jerem, E. – Kiss, Zs. – Pattantyús, M. Á. – Varga, A.: The combined use of archaeometric methods preceding the excavation of archaeological sites. In: Bökönyi, S. (ed.): Cultural and Landscape Changes in South-East Hungary I. Budapest 1992, 61-98.
- KÁROLYI 1985
Károlyi, M.: The Late Celtic hillfort at Ostffyasszonyfa – Földvár-major. Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungariae 37 (1985) 391-418.
- KENNEDY 1998
Kennedy, D.: Declassified satellite photographs and archaeology in the Middle East: case studies from Turkey. Antiquity 72 (1998) 553-561.
- KERMAN 1999
Kerman, B.: Settlement structures in Prekmurje from the Air. Arheološki vestnik 50 (1999) 333-347.
- KERMAN 2001
Kerman, B.: Circular ditches of settlement and necropoli in Slovenia from the Air. In: Doneus, M. – Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds.): Archaeological Prospection. Fourth International Conference on Archaeological Prospection. Vienna, 19.-23. September 2001. Wien 2001, 129-131.
- KERMAN 2002
Kerman, B.: Neznano Prekmurje – The unknown Prekmurje. Zapisi preteklosti krajine iz zraka – Records from the air of the past history of the region. Ljubljana 2002.
- KÉRDŐ – SCHWEITZER 2010
H. Kérdő K. – Schweitzer F. (szerk.): Aquincum. Ókori táj – ókori város. Budapest 2010.
- KIRÁLY et al. 2012
Király G. – Brolly G. – Házas G. – Trimmel, W.: Légfotózes leltápegítással felmért halomsírműző a Várhely környékén. Soproni Szemle 66,1 (2012) 89-96.
- KISS – TÓTH 1987
Kiss G. – Tóth E.: A vasvári „Római sánc” és a „Katonák útja” időrendje és értelmezése. (Adatok a korai magyar gyeplérendszertopográfiájához I.) – Die Chronologie und Interpretierung des „Römischen Walles” und der „Heerstrasse” zu Vasvár. Communicationes Archaeologicae Hungariae 7 (1987) 101-137.
- KISS et al. 2006
Kiss G. – Tóth E. – Zágorhidi Czigány B.: A vasvári sánc. Régészeti értekezések 14. Budapest 2006.
- KISS et al. 2017
Kiss Á. – Bóka G. – Saláta D. – Pető Á.: Sarkad település és környezetének földhasználat-történeti vizsgálata. Tájökológiai Lapok 15,1 (2017) 9-19.
- KLAMMER et al. 2017
Klammer, J. – Doneus, M. – Fornwagner, U. – Fera, M.: Archäologische Prospektion auf Basis von Fernerkundungsdaten: Erfahrungen und Ergebnisse einer systematischen Aufnahme im Nord-und Mittelburgenland, Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege 71,1 (2017) 54–61.
- K. NÉMETH 2011
K. Németh András: A középkori Tolna megye templomai. Pécs 2011.
- K. NÉMETH 2014
K. Németh A.: Adatok Tolna megye középkori útjainak kutatásához. In: Rácz T. Á. (szerk.): A múltnak kútja. Fiatal középkoros régészek V. konferenciájának tanulmánykötete – The Fountain of the Past. Study Volume of the Fifth Annual Conference of Young Medieval Archaeologists. Szentendre 2014, 177-188.
- K. NÉMETH – ÓDOR 2022
K. Németh A. – Ódor P.: Új középkori templomalaprajzok ortofotókon Tolna megyéből. A Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve 44 (2022) 147-173.

KOBILYŃSKI et al. 2012

Kobyliński, Z. – Braasch, O. – Herbich, K. – Misiewicz, L.D. – Nebelsick, L.D. – Wach, D.: Confirmation of the first Neolithic rondel-type enclosure in Poland. *Antiquity* 86 (2012) 1084–1096.

KOMORÓCZY et al. 2020

Komoróczy, B. – Vlach, M. – Hüssen, C.-M.: Archaeological evidences of the Roman military campaigns on the Marcomannian territory to the west of the Little Carpathians. In: Erdrich, M. – Komoróczy, B. – Madejski, P. – Vlach, M. (eds.): *Marcomannic Wars and Antonine Plague. Selected essays on two disasters that shook the Roman World*. Brno – Lublin 2020, 202-254.

KONDÉ 2015

Kondé Zs.: Avar kori földbe mélyített és földfelszíni épületek Rákóczi-falva – Bagi-földek lelőhelye. *Archaeologiai Értesítő* 140 (2015) 71-92. Ol: 10.1556/0208.2015.140.3

KOVÁCS 2022

Kovács Gy. (szerk.): *Középkori és török kori várak, erődítések Pest megyében*. Budapest 2022.

KOVÁRNIK 1986

Kovárník, J.: Zur Frage der Verbreitung der Kreisgraben in der Kultur mit mährischer bemalter Keramik im Kreise Znojmo. In: B. Chropovský/H. Friesinger (Hrsg.), *Internationale Symposium über die Lengyel-Kultur*. Nové Vozokany, 5.–9. November 1984. Nitra - Wien 1986, 151–162.

KRAVCIV 2019

Kravciv, S.: Mladoneolitické rondely na území střední Evropy. Tvorba predikčních map výskytu rondelů. PhD disszertáció, Hradec Králové Egyetem, Hradec Králové 2019.

KULCSÁR 1998

Kulcsár V.: *A Kárpát-medencei szarmaták temetkezési szokásai*. Aszód 1998.

KUNA et al. 2004

Kuna, M. – Dresderová, D. – Gojda, M. – Hrubý, P. – Křivánek, R. – Majer, A. – Prach, K. – Tomášek – Dobeš, M. – Kolbinger, D. – Květina, P. – Laušman, J. – Matoušek, V.: *Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle*. Praha 2004.

KUZMA 1997

Kuzma, I.: Die grossen Kreise der ersten Bauern. Bilder der Jungsteinzeit in Zentraleuropa. In: Oexle, J. (Hrsg.): *Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte: Luftbildarchäologie in Zentraleuropa*. Dresden 1997, 47-57.

KUZMA 2007

Kuzma, I.: Aerial archaeology in Slovakia. *Študijné zvesti* 41 (2007) 11-39.

KUZMA 2012

Kuzma, I.: Vojenske mapovania uhorskeho kráľovstva na južnom slovensku a diaľkovy prieskum - Military Mappings of the Kingdom of Hungary in Southern Slovakia and Remote Sensing. *Študijne zvesti* 52 (2012) 63-117.

KUZMA 2013

Kuzma, I.: Archeologické náleziská na Google Earth. *Študijné zvesti* 53 (2013) 183-230.

KUZMA et al. 1996

Kuzma, I. – Hanzelyová, E. – Rajtár, J. – Tirpák, J.: New Results in Aerial Archaeology in Slovakia: Experience with Reconnaissance, Geophysical Measurement and Follow-up Excavations. *Archaeological Prospection* 3 (1996) 71–79.

KUZSINSZKY 1920

Kuzsinszky B.: *A Balaton környékének archaeológiája – Lelőhelyek és leletek*. Budapest 1920.

LAMBOT 1996

Lambot, B.: *Cartes postales aériennes de Champagne-Ardenne. 3000 ans d'histoire vue du ciel*. Châlons-en-Champagne 1996.

LAMBOT et al. 1995

Lambot, B. – Verger, St. – Méniel, P.: Une tombe à char de La Tène ancienne à Semide (Ardennes). Châlons-sur-Marne 1995.

LANEN et al. 2015

van LANEN, R.J. – KOSIAN, M.C. – GROENEWOUDT, B.J. – JANSMA, E.: Finding a Way: Modelling Landscape Prerequisites for Roman and Early-Medieval Routes in the Netherlands. *Geoarchaeology: An International Journal* 30 (2015) 200–222.

LÁNG 2003

Láng Orsolya: Római kori útrészletek az aquincumi polgárváros municipiális territóriumán (az úgynevezett Testvérhegyi villa környezete). Aquincumi Füzetek 9 (2003) 95–110.

LASAPONARA – MASINI 2011

Lasaponara, R. – Masini, N.: Satellite remote sensing in archaeology: past, present and future perspectives. Journal of Archaeological Science 38 (2011) 1995-2002.

LAURENT 2004

Laurent, P.: Les habitats ruraux gallo-romains de l'Yonne. In: Baray, L. (dir.): Archéologie Aérienne dans l'Yonne. Gloucestershire 2004, 119-124.

LECKEBUSCH – NAGY 1991

Leckebusch, J. – Nagy, P.: Propektionsmethoden in der Archäologie. Stiftung für die Erforschung des Üetlibergs. Zürich 1991.

LECKEBUSCH – NAGY 1999

Leckebusch, J. – Nagy, P.: Photographie aérienne et archéologie dans la vallée de Stammheim (Suisse). In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch (éds.): Archéologie Aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992. Amiens 1999, 155-163.

LEIDORF 1996

Leidorf, K.: Luftbildarchäologie – Geschichte und Methoden. In: Helmut Becker (Zgst.): Archäologische Prospektion. Luftbildarchäologie und Geophysik. München 1996, 33-44.

LENNEIS 1986

Lenneis, É.: Altneolithikum: Die Bandkeramik. In: Lenneis, É. – Neugebauer-Maresch, Chr. Ruttkay, E.: Jungsteinzeit im Osten Österreichs. St. Pölten – Wien 1995.

LEROUX et al. 2002

Leroux, G. – Gaume, E. – Gebhardt, A. – Stéphane, J. – Labaune, F. – Lavier, C. – Perrault, Ch.: Le franchissement de la seiche par la voie antique Rennes (Condate) – Angers (Juliomagus). Fouille, datation et typologie du pont-long de la basse Chaussée à Visseiche (Ille-et-Vilaine). Revue archéologique de l'Ouest

LEWIS 2021

Lewis, J.: Probabilistic Modelling for Incorporating Uncertainty in Least Cost Path Results: a Postdictive Roman Road Case Study. Journal of Archaeological Method and Theory 28 (2021) 911–924. <https://doi.org/10.1007/s10816-021-09522-w>

LÉVA 1999

Léva, Ch.: Prospections aériennes de voies Romaines en Belgique. In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch (éds.): Archéologie Aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992. Amiens 1999, 111-122.

LICHTENSTEIN – RÓZSA 2008

Lichtenstein L. – Rózsa Z.: Bronzkori csalafintaságok a középkori Kaszaper területén. Múzeumi kutatások Csongrád megyében 2007 (2008) 43-56.

LICSKÓ 2017

Licskó B.: Vízgazdálkodási, természetvédelmi és környezetvédelmi légi felmérések Magyarországon (1960-2008). RS&GIS. Távérzékelési Technológiák és Térinformatika Online. 7,3 (2017) 522-532.

LINDINGER 2020

Lindinger, V.: Geophysikalische Prospektion 2016/17. In: Lindinger, V. – Laueremann, E. (eds.): Untersuchungen zum hallstattzeitlichen Siedlungsraum Grossmugl. Fundplätze, Altfundmaterial und geophysikalische Prospektion. Archäologische Forschungen in Niederösterreich, Neue Folge, Band 8. Krems 2020.

LITERSKI – NEBELSICK 2012

Literski, N. – Nebelsick, L. D.: Katalog der Kreisgrabenanlagen und verwandten Tells der ersten Hälfte des 5. Jahrtausend v. Chr. in Mittel- und Südosteuropa. In: Bertemes, F. – Meller, H. (Hrsg.): Neolithische Kreisgrabenanlagen in Europa – Neolithic Circular Enclosures. Internationale Arbeitstagung vom 7. bis 9. Mai 2004 in Goseck. Halle an der Saale 2012, 433-532.

LOVAS 2021

Lovas D.: A repülés pionírjai, légi akrobaták, vakmerő utasok – kétszáz éve röpködnek légballonok a Városliget felett. „múlt kor” történelmi magazin: <https://mult-kor.hu/a-repules-pionirjai-legi-akrobatak-vakmero-utasok-ketszaz-eve-rpkdnek-legballonok-a-varosliget-felett-20210209?pldx=2>

LÓKI 2020

Lóki, R.: Altinum (Kölked). Ground-Penetrating Radar survey 2017-2020. In: Farkas, I. G. – Neményi, R. – Szabó, M. (eds.): The Danube Limes in Hungary. Archaeological Research conducted in 2015-2020. Pécs 2020, 237-252.

LÓKI et al. 2011

Lóki R. – Szabó M. – Visy Zs.: A PTE kutatócsoportja által felmért lelőhelyek katalógusa. In: Visy Zs. – Szabó M. – Priskin A. – Lóki R. (szerk.): A Danube Limes program régészeti kutatásai 2008-2011 között. Jelentés a Danube Limes UNESCO World Heritage Site pályázat keretében a PTE BTK Régészet Tanszékének kutatócsoportja által végzett kutatásokról – The Danube Limes Project archaeological research between 2008-2011. Report on the research carried out by the research team of the Department of Archaeology, University of Pécs within the framework of the Danube Limes UNESCO World Heritage Site project. Pécs 2011, 53-100.

MAKOLDI 2011

Makoldi M.: Tokaj, Rákóczi-vár múltja az elmúlt öt év ásatási tapasztalatainak tükrében. A Herman Ottó Múzeum Évkönyve 50 (2011) 205-217.

MALRAIN et al. 2002

Malrain, F. – Matterné, V. – Méniel, P.: Les paysans Gaulois (IIIe siècle – 52 av. J.-C.). Paris 2002

MASON 2016

Mason, R. A.: Carl Schuchhardt and the beginnings of aerial archaeology in Romania 1918. In: Mason, R. A. – Croitoru, C. (eds.): Carl Schuchhardt's contributions on Ancient Linear Fortifications along the Lower Danube. Cluj-Napoca 2016, 331-350.

MARGARY 1932

Margary, I.D.: Roman road from London to Sussex. Antiquity 6,23 (1932) 350 – 356.

MAROSI S. – SOMOGYI S. (szerk.): Magyarország kistájainak katasztere I-II. Budapest 1990.

MARSIGLI 1726

Marsigli, L.-F.: Danubius Pannonico-Mysicus I-VI. Amsterdam 1726.

MAXWELL 1983

Maxwell, G.S.: Cropmark categories observed in recent aerial reconnaissance in Scotland. Scottish Archaeological Review 2,1 (1983) 45-52.

MÁTÉ 2014

Máté, G.: Research of the local road network. Modern Geográfia 1 (2014) 1-18.

MÁTHÉ 1988

Sz. Máthé, M.: Bronze Age tells in the Berettyó valley. In: Kovács, Tibor – Stanczik, Ilona (eds.): Bronze Age tell settlements of the Great Hungarian Plain I., Budapest 1988, 27-122.

MEDARIĆ et al. 2019

Medarić, I. – Pusztas, S. – Czajlik, Z. – Mušič, B.: The basics of magneto-meter measurements. In: Czajlik, Z. – Črešnar, M. – Doneus, M. – Fera, M. – Hellmuth Kramberger, A. – Mele, M. (eds.): Researching Archaeological Landscapes Across Borders. Strategies, Methods and Decisions for the 21th Century. Graz – Budapest 2019, 113-118.

MELICHAR – NEUBAUER 2010

Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Wien 2010.

MELIS et al. 2023

Melis E. – Kiss V. – Kulcsár G. – Serlegi G. – Vágvolgyi B.: Előzetes jelentés a Nagycenk környékén végzett bronzkori mikroregionális kutatásokról. In: Tóth F. M. – Szilas G. – Anders A. – Kalla G. – Kiss V. – Kulcsár G. – Mester Zs. (szerk.): ΜΩΜΟΣ XI Őskoros kutatók összejavetele. Környezet és ember. A BTM Aquincumi Múzeumban 2019. április 10-12-én megrendezett konferencia tanulmánykötete. Ősrégészeti

Tanulmányok – Prehistoric Studies 41. Budapesti Régészeti Füzetek 21, Aszód 1982.
2023, 77-86. DOI: 10.21862/momosz11.06

MENCL 1937

Mencel, V.: Středověká města na Slovensku. Bratislava 1937

MESTERHÁZY – STIBRÁNYI 2012

Mesterházy G. – Stibrányi M.: Roncsolásmentes régészeti kutatások a Sárvíz-völgyében. Magyar Régészet 2012. tél.

MESTERHÁZY et al. 2019

Mesterházy, G. – Serlegi, G. – Vágvolgyi, B. – Füzesi, A. – Raczký, P.: A szociális folyamatok színterei Polgár-Csőszhalom késő neolitikus településének összefüggéseiben (Arenas of socialdynamics on the Late Neolithic settlement of Polgár-Csőszhalom).

Archaeologiai Értesítő 144 (2019) 1–32. <https://doi.org/10.1556/0208.2019.144.1>.

MÉSZÁROS et al. 2017

Mészáros J. – Pányi I. – Petkes Zs. – Szücsi F.: Térinformatika és fotogrammetria alkalmazási lehetőségei a régészetben. In: Dr. Balázs Boglárka (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII. (Theory meets practice in GIS) Debrecen 2017, 223-231.

MIKE 1966

Mike Zs.: Légifénykép interpretálási munkabizottság... Az Erdő 15,1 (1966) 48-49.

MIKE 1968

Mike, Zs.: The Interpretation of Aerial Photographs in Hungary. Photogrammetria 23 (1968) 113-122.

MIKE 1980

Mike Zs.: Talajtérképek készítése légi- és űrfelvételek alapján. MTA X. Osztályának Közleményei 13,1 (1980) 77-86.

MIKLÓS 2001

Miklós Zsuzsa: Várak légifotózása. Castrum Bene Hírlevél 1 (2001) 12-15.

MIKLÓS 1982

Miklós Zs.: A Gödöllői dombvidék várai (Die Burgen der Gödöllöer Hügellandschaft). Mú-

zeumi Füzetek 21, Aszód 1982.

MIKLÓS 2002

Miklós Zsuzsa: A légifotózás szerepe a templomkutatásban. Két Tolna megyei templom kutatása. Műemlékvédelem 46,1 (2002) 30-35.

MIKLÓS 2003

Harc, Janya-pusztá, Nagy-dűlő. Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2001. Budapest 2003, 171.

MIKLÓS 2004a

Miklós Zsuzsa: Légi régészeti kutatások 2002-ben - Aerial archaeological investigations in 2002. Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2002. Budapest 2004, 147-159.

MIKLÓS 2004b

Miklós Zsuzsa: Légi régészeti kutatások 2003-ban Aerial archaeological investigations in 2003. Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2003. Budapest 2004, 127-145.

MIKLÓS 2005

Miklós Zsuzsa: Régészeti kutatások 2004-ben – Aerial archaeological investigations in 2004. Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2004. Budapest 2005, 143-157.

MIKLÓS 2007

Miklós Zs.: Tolna megye várai. Budapest 2007.

MIKLÓS 2010

Miklós Zs.: A légi fotózás szerepe a középkori régészetben (The role of aerial photography in the archaeology of the Middle Ages). In: Benkő E. – Kovács Gy. (eds): A középkor és kora újkor régészete Magyarországon (Archaeology of the Middle Ages and the Early Modern Period in Hungary). Budapest 2010, II. 853–870.

MIKLÓS 2011

Miklós Zs.: A régészeti topográfia és a légi fotózás kapcsolata. In: Kővári K. – Miklós Zs. (szerk.): „Fél évszázad terepen” Tanulmánykötet Torma István tiszteletére 70. születésnapja alkalmából. Budapest 2011, 121-130.

MIKLÓS – VIZI 2009

Miklós Zs. – Vizi M.: Ete, (Tolna megye) – egy középkori mezőváros kutatásának közel 200 éve. Bende, L. – Lőrinczy, G. (szerk.): Medinától Etéig. Régészeti tanulmányok Csalog József születésének 100. évfordulójára. Szentes 2009, 293-302.

MIKLÓS et al. 2011

Miklós Zs. – Bödőcs A. – Czajlik Z. – Szabó M. – Visy Zs.: Légi fényképezés. In: Müller R. (főszerk.): Régészeti kézikönyv. Budapest 2011, 40-70.

MLEKUŽ – ČREŠNAR

Mlekuž, D. – Črešnar, M.: Early Iron Age cultural landscapes: Case studies from Poštela and Cvinger (Eastern Slovenia) In: Črešnar, M. – Mele, M. (eds.): Early Iron Age Landscapes of the Danube Region. Graz – Budapest 2019, 221–240.

MOLLOY et al. 2020

Molloy, B. – Jovanović, D. Bruyère, C. – Marić, M. – Bulatović, J. – Mertl, P. – Horn, Ch. - Milašinović, L. – Mirković-Marić, N.: A New Bronze Age Megafort in Southeastern Europe: Recent Archaeological Investigations at Gradište Idoš and their Regional Significance, Journal of Field Archaeology, DOI: 10.1080/00934690.2020.1734899

MOLNÁR 2009

Molnár A.: Régészeti kutatások Sokorópátka, Harangozó-hegyen – Archaeological investigations at Sokorópátka, Harangozó hill. Régészeti kutatások Magyarországon - Archaeological investigations in Hungary, 2008. Budapest 2009, 91-109.

MOLNÁR 2014

Molnár A.: Das hallstattzeitliche Gräberfeld von Bezi – Faluhely-dűlő. Poster. Tagung Košice 2014

MOLNÁR – TÍMÁR 2015

Molnár, G. – Tímár, G.: Inversion application in cartography: Estimation of the parameters of the best fitting Cassini-projections of the First Habsburg Military Survey. Geosciences and Engineering 4 (2015) 36-44.

MOLNÁR et al. 2014

Molnár, G. – Tímár, G. – Biszak, E.: Can the First Military Survey maps of the Habsburg Empire (1763-1790) be georeferenced by an accuracy of 200 meters? 5th International Workshop on Digital Approaches to Cartographic Heritage. Budapest 4-5 September 2014. Budapest 2014, 127-132.

MORDANT 2004

Mordant, C.: Archéologie aérienne et recherches sur l'âge du Bronze en Bassée et an Sénonais. Baray, L. – Laurent, P. – Delor, J.-P. – Souchet, F. – Mordant, C. – Fritz Diehl, J.-P.: Les débuts de l'archéologie aérienne en France, les pionniers de l'Yonne. In: Baray, L. (dir.): Archéologie Aérienne dans l'Yonne. Gloucestershire 2004, 77-84.

MORDOVIN 2016

Mordovin M.: A várszervezet kialakulása a középkori Magyarországon, Csehországban és Lengyelországban a 10-12. században. Budapest 2016.

MOZZI et al. 2016

Mozzi, P. – Fontana, A. – Ferrarese, F. – Ninfo, A. – Campana, St. – Francese, R.: The Roman City of Altinum, Venice Lagoon, from Remote Sensing and Geophysical Prospection. Archaeological Prospection 23 (2016) 27-44. DOI: 10.1002/arp.1520

MÓCSY 1963

Mócsy A.: Lapis terminalis Pusztasomodorról (Ein Lapis Terminalis aus Pusztasomodor). Dissertationes Archaeologicae, 5,1 (1963) 74–79. <https://doi.org/10.17204/dissarch.1963.74>

MÓCSY 1965

Mócsy A.: Savaria utcarendszerének rekonstrukciójához. Archaeologiai Értesítő 62 (1965) 27-36.

MÓCSY 1990

Mócsy A.: Földbirtok. In: Mócsy A. – Fitz J. – Lőrincz B.: Pannonia régészeti kézikönyve. Budapest 1990, 125-127.

MUŠIČ et al. 2018

Mušič, B. - Črešnar, M. – Medarić, I. – Horn, B.: Neinvazivne raziskave gomil, pomnikov starejše železne dobe pod Poštelo pri Mariboru – Non-

- invasive research of barrows, monuments of the Early Iron Age below Poštela near Maribor. In: Črešnar, M. – Vinazza, M. (eds.): Srečanja in vplivi v raziskovanju bronaste in železne dobe na Slovenskem: zbornik prispevkov v čast Bibi Teržan. Ljubljana 2018, 317-334.
- NAGY 1969
Nagy, S.: Über die Untersuchung der Längswälle in Jugoslawien. A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve 2 (1969) 135-137.
- NAGY et al. 2013
Nagy B. – Deák M. – Viczián I. – Jámor Zs. – Rupnik L.: A jó időben a jó helyen: Duna-menti ártérfejlődés és a római kori Brigetio. Földrajzi Közlemények 137,3 (2013) 278-286.
- NEOGRÁDY 1948-1950
Neogrady S.: A légifénykép és az archeológiai kutatások. Térképészeti Közlöny 7 (1948-1950) 283-332.
- NEUBAUER 2010
Neubauer, W.: Archäologische Auswertung der systematischen Prospektion. In: Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Wien 2010, 56-135.
- NEUBAUER et al. 1999
Neubauer, W. – Eder-Hinterleitner, A. – Melichar, P.: Large Scale Geomagnetic Survey of an Early Neolithic Settlement in Lower Austria. In: Fassbinder, J. – Irlinger, W.E. (eds.): Archaeological Prospection. Third International Conference on Archaeological Prospection. Organized by the bavarian State Conservation Office and the European Geophysical Society EGS in cooperation with ICOMOS Germany. Munich 9.-11. September 1999. München 1999, 58-59.
- NEUBAUER et al. 2010a
Neubauer, W. – Doneus, M. – Trnka, G.: Einleitung. In: Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Wien 2010, 15-30.
- NEUBAUER et al. 2010b
Neubauer, W. – Doneus, M. – Hinterleitner, A. – Melichar, P.: Systematische Prospektion der Kreisgrabenanlagen in Österreich. In: Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Wien 2010, 31-43.
- NEUBAUER et al. 2010c
Neubauer, W. – Doneus, M. – Heinterleitner, A.: Prospektionsmethodik. In: Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Wien 2010, 44-55.
- NEWHALL 1969
Newhall, B.: Airborne Camera. The World from the Air and Outer Space. New York 1969.
- NÉMETH 1965
Németh F.: Az erdészeti Fotogrammetriai Csoport munkájáról. Erdő 14 (1965) 123-125.
- NIÓN-ÁLVAREZ 2022
Nión-Álvarez, S.: A methodological approach to identify Roman roads using LiDAR sensing technology and aerial orthoimages. The case of viae XIX and XX (NW Iberia). Journal of Archaeological Science: Reports 45 (2022) 103612.
- NOUVEL 2005
Nouvel, P.: Les établissements ruraux laténiens de basse Bourgogne d'après les données de prospections. Interprétation des données spatiales d'après l'exemple de la cuesta crayeuse icaunaise. Archeologia Mosellana 6 (2005) 327-350.
- NOVÁKI 1961
Nováki Gy.: A balatonföldvári későkelta földvár (Le fortin de terre celtique de Balatonföldvár). Archaeologiai Értesítő 88 (1961) 81-88.
- NOVÁKI 1963
Nováki Gy.: A magyarországi földvárkutatás története. Régészeti Füzetek Ser. II. 12. Budapest 1963.

NOVÁKI 1964

Nováki, Gy.: Zur Frage der sogenannten Brandwalle in Ungarn. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 16 (1964) 99-149.

NOVÁKI 1979

Nováki Gy.: Őskori és középkori várak a bakonyi Kesellő- és Zöröghegyen. *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei* 14 (1979) 75-122.

NOVÁKI 1998

Nováki Gyula: Őskori földvárak Sopron mellett. *Soproni Szemle* 51 (1998) 118-134.

NOVÁKI – BARÁZ 2000

Nováki Gy. – Baráz Cs.: Őskori és középkori erődített telepek Heves megye Mátrán kívüli területén. *Agria* 36 (2000) 5-46.

NOVÁKI – SKERLETZ 1991

Nováki Gy. – Skerletz I.: Vár völgy–Kis-Láz-hegy későbronzkori földvára. *Zalai Múzeum* 3. (1991) 155-162.

NOVÁKI et al. 2006

Nováki, Gy. – Czajlik, Z. – Holl, B.: Kataster der prähistorischen Erdburgen Ungarns – Versuch einer umfassenden Datenerfassung zum Schutz des kulturellen, archäologischen und naturraumlichen Erbes. In: Krenn-Leeb, A. (Hrsg.): *Wirtschaft, Macht und Strategie. Höhensiedlungen und ihre Funktionen in der Ur- und Frühgeschichte. Archäologie Österreichs Spezial* 1 (2006) 125-139.

NOVÁKI et al. 2007

Nováki Gy. – Sárközy S. – Feld I.: Borsod-Abaúj-Zemplén megye várak az őskortól a kuruc korig. *Magyarország várainak topográfiája* 1. Miskolc 2007.

NOVÁKI et al. 2009

Nováki Gy. – Baráz Cs. – Dénes J. – Feld I. – Sárközy S.: Heves megye várak az őskortól a kuruc korig. *Magyarország várainak topográfiája* 2. Budapest – Eger 2009.

NOVÁKI et al. 2017

Nováki Gy. – Feld I. – Guba Sz. – Mordovin M. – Sárközy S.: Nógrád megye várak az őskortól a kuruc korig. *Magyarország várainak topográfiája* 4. Budapest 2017.

NYKAMP et al. 2015

Nykamp, M. – Heeb, B.S. – Knitter, D. – Krause, J. – Krause, R. – Szentmiklosi, A. – Schütt, B.: Linking Hydrological Anomalies to Archaeological Evidences – Identification of Late Bronze Age Pathways at the Fortification Enclosure Iarcu in Western Romania. *eTopoi. Journal for Ancient Studies, Special Volume* 4 (2015) 77-92.

OBERLÄNDER-TÂRNOVEANU 2010

Oberländer-Târnoveanu, I.: Proiecte de arheologie aeriană în România. *ANGVSTIA*, 14 (2010) 389-412.

OEXLE 1997

Oexle, J. (Hrsg.): *Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte: Luftbildarchäologie in Zentraleuropa*. Dresden 1997.

OLTEAN – FONTE 2021

Oltean, I.A. – Fonte, J.: GIS Analysis and Spatial Networking Patterns in Upland Ancient Warfare: The Roman Conquest of Dacia. *Geosciences* 2021, 11, 17.
<https://doi.org/10.3390/geosciences11010017>

ONDROUCH 1941

Ondrouch, V.: *Rímska stanica v Stupave a rímske stavebné stopy v Pajštúne*. Bratislava 1941.

PALÁGYI – NAGY 2000

K. Palágyi S. – Nagy L.: *Római kori halomsírok a Dunántúlon*. Veszprém 2000.

PALMER 1984

Palmer, R.: *Danebury, an Iron Age Hillfort in Hampshire: An aerial photographic interpretation of its environs*. London 1984.

PALMER 2005

Palmer, R.: If they used their own photographs they wouldn't take them like that. In: Brophy, K. – Cowley, D. (eds.): *From the air. understanding aerial archaeology*. Stroud 2005, 94-116.

PANAITE – MIU (BEM) 2016

Panaite, A. – Miu (Bem), C.: Roman Roads identified on aerial and satellite images within the territory of the city of Tropaeum Traiani (Moesia Inferior). *Dacia N.S.* 60 (2016) 201-220.

- PARCERO – OUBIÑA et al. 2023
 Parceró-Oubiña, C. – Smart, Ch. – Fonte, J.: Remote Sensing and GIS Modelling of Roman Roads in South West Britain. *Journal of Computer Applications in Archaeology* DOI: 10.5334/jcaa.109
- PATAY 1968
 Patay, P.: Recherches d'archéologie aérienne en Hongrie. Geodéziai és Kartográfiai Egyesület Kiadványa, Budapest 1968.
- PATAY 1999
 Patay P.: A badeni kultúra Ózd-pilinyi csoportjának magaslati telepei. *Herman Ottó Múzeum Évkönyve* 37 (1999) 45-56.
- PATAY 2005a
 Patay P.: Római út Bácskában? *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 25 (2005) 393-408.
- PATAY 2005b
 Patay, P.: Kupferzeitliche Siedlung von Tiszalúc. Budapest 2005.
- PATAY 2006
 Patay P.: A Bácska-Kiskunság-Körösmenti Ördög árka. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 26 (2006) 107-120.
- PATAY 2007
 Patay P.: A Bácska-Kiskunság-Körösmenti Ördög árka II. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 27 (2007) 111-137.
- PATAY 2008
 Patay P.: Dunántúli hosszanti sáncok. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 28 (2008) 109-134.
- PATEK 1982
 Patek, E.: Recent Excavations at the Hallstatt and La Tène Hill-Fort of the Sopron-Várhegy [Burgstall] and the Predecessors of the Hallstatt Culture in Hungary (BAR International Series). Oxford 1982.
- PAVELČIK 1976
 Pavelčík, J.: Letecká archeologie v severomoravském kraji. *Vlasivedné listy* 3/1 (1976) 17-18.
- PÁLÓCZI-HORVÁTH 2019
 Pálóczi-Horváth, A.: Középkori utak és révek a Nagykunság térségében. In: Módosné Bugyi I. – Csima P. – Hanyecz, K. (szerk.): Füleky György emlékkonferencia – A Táj változásai a Kárpát-medencében – XII. tájtörténeti tudományos konferencia kiadványa. *Érd* 2010, 160-168.
- PÁSZTOR et al. 2018
 Pásztor, L. - Laborczi, A. - Bakacsi, Z. - Szabó, J. - Illés, G.: Compilation of a national soil-type map for Hungary by sequential classification methods. *Geoderma* 2018, doi:10.1016/j.geoderma.2017.04.018.
- PÁTKAI – GYÖRFFY-VILLÁM 2023
 Pátkai Á. S. – Györffy-Villám, Zs.: Balácsa középkora. Előzetes eredmények a római villagazdaság területén található középkori település újabb kutatásáról – légirégészet és műszeres lelőhelyfelderítés. *A Laczkó Dezső Múzeum Közleményei* 31 (2023) 25-38.
- P. BARNA 2010
 P. Barna J.: Sormás-Török-földek településtörténeti áttekintése. II. A késő neolitikum. The history of a settlement at Sormás-Török-földek. II. Late Neolithic. *Zalai Múzeum* 19 (2010) 93–115.
- P. BARNA – KALLA 2023
 P. Barna J. – Kalla G.: Értelmezhetőek-e a neolitikus körárkok processziós helyszínekként? In: Tóth F. M. – Szilas G. – Anders A. – Kalla G. – Kiss V. – Kulcsár G. – Mester Zs. (szerk.): *ΜΟΜΟΣ XI. Őskoros kutatók összejövetele. Környezet és ember. BTM Aquincumi Múzeum* 2019. április 10-12. *Ősrégészeti Tanulmányok – Prehistoric Studies III* (2023) 247–262. DOI: 10.21862/momosz11.18
- P. BARNA et al. 2015
 P. Barna, J. – Tokai, Z. M. – Eke, I. – Pásztor, E.: A késő neolitikus körárkok kutatásának helyzete Zala megyében. *Archaeometriai Műhely* 12,2 (2015) 75-88.
- P. BARNA et al. 2019a
 P. Barna, J. – Serlegi, G. – Fullár, Z. – Bánffy, E.: A circular enclosure and settlement from the mid-fifth millennium BC at Balatonmagyaród-Hídvégpuszta. In: Bánffy, E. – P. Barna, J. (Herausg.): „Trans Lacum Pelsonem” *Prähistorische Forschungen in*

- Südwestungarn (5500 – 500 v. Chr.). Prehistoric research in South-Western Hungary (5500 – 500 BC). Rahden/Westfahlen 2019, 117-160.
- P. BARNA et al. 2019b
P. Barna, J. – Tóth, B. Pásztor, E. – Tokai, Z. M. – T. Bíró, K. – Pusztai, S. – Eke, I. – Pusztai, A. – Busznyák, J. – Kocsis, N. – Tugya, B. – Száraz, Cs.: Non-invasive investigations of Late Neolithic rondel at Gétye in western Hungary. In: Bánffy, E. – P. Barna, J. (Herausg.): „Trans Lacum Pelsonem” Prähistorische Forschungen in Südwestungarn (5500 – 500 v. Chr.). Prehistoric research in South-Western Hungary (5500 – 500 BC). Rahden/Westfahlen 2019, 73-94.
- P. BARNA et al. 2019c
P. Barna J. – Eke I. – Pethe M. – Pásztor E. – Stibrányi M. – Nagy L. – Mészáros J. – T. Bíró K. – Tokai Z. M.: Észrevételek a neolitikus körárok kutatásának módszereihez: a roncsolásmentes vizsgálatok lehetőségei és korlátai Ligetfalva-Gesztényesi-dűlő lelőhely kutatásának tükrében. Zalai Múzeum 24 (2019) 11-26.
- PERNICKA 1961
Pernicka, R. M.: Eine unikale Grabanlage der Glockenbecherkultur bei Prosimerice, Südwestmähren. Sbornik praci filozofické fakulty Brněnské univerzity (1961) 9-54.
- PETŐ 2014
Pető Zs. E.: Római vagy középkori? Történeti utak a Pilisben. Magyar Régészet 2014 ősz.
- PETRASCH 1990
Petrasch, J.: Mittelneolithische Kreisgrabenanlage in Mitteleuropa. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 71 (1990) 407–564.
- PETRES 1988
F. Petres É.: Lovasberény – Alsótelek, TSZ homokbánya (Fejér m.). Régészeti Füzetek I. 41(1988) 16.
- PÉCSI – SOMOGYI 1969
Pécsi, M. – Somogyi, S.: Subdivision and classification of the physiographic landscapes and geomorphological regions of Hungary. In: Sáfalvi, B (ed.): Research problems in Hungarian applied geography. Budapest 1969, 7–27.
- P. FISCHL – PUSZTAI 2009
P. Fischl K. – Pusztai T.: Előzetes jelentés Hernádbúd-Várdomb bronzkori településének kutatásáról. Communicationes Archaeologicae Hungariae 29 (2009) 21-33.
- P. FISCHL – PUSZTAI 2018
P. Fischl, K. – Pusztai, T.: Aerial Photography and Surface Survey. In: Kienlin, T. L. – P. Fischl, K. – Pusztai, T.: Borsod Region Bronze Age Settlement (BORBAS). Catalogue of the Early to Middle Bronze Age Tell Sites Covered by Magnetometry and Surface Survey. Bonn 2018, 93-145.
- PHILIP et al. 2002
Philip, G. – Donogue, D. – Beck, A. – Galiatsatos, N.: CORONA satellite photography: an archaeological application from the Middle East. Antiquity 76 (2002) 109-118.
- PIERREVELCIN et al. 2012
Pierrevelcin, G. – Bonaventure, B. – Féliu, C. – Fichtl, St. – Schrickel, M.: Les plus grands sites gaulois. Atlas des oppida. Lacapelle – Marival 2012.
- PLANCK et al. 1994
Planck, D. – Braasch, O. – Oexle, J. – Schlichterle, H.: Unterirdisches Baden-Württemberg. 250.000 Jahre Geschichte und Archäologie im Luftbild. Stuttgart 1994.
- PLATICHOVÁ 2010
Platichová, J.: Studium sídelních struktur a dálkový průzkum Země. Události a trendy v našich zemích. Acta Fakulty filozofické Západočeské univerzity v Plzni, 4 (2010) 303-304.
- POIDÉBARD 1934
Poidébard, A.: La trace de Rome dans le désert de Syrie. Le limes de Trajan à la conquête arabe. Recherches aériennes (1925-1932). Paris 1934.
- POKROVENSZKI et al. 2016
Pokrovenszki K. – Vágvölgyi B.- Tóth Z.: A csókakői vár feltárása során alkalmazott 3D fotogrammetriai módszerek gyakorlati tapasztalatai / Practical experience with the 3D photogrammetric methods used at the excavation of Csókakő Castle. Magyar Régészet / Hungarian Archaeology 2016 ősz, 31-38.

- POTREBICA – RAKVIN 2019
Potrebica, H. – Rakvin, M.: Study of the Kaptol micro-region. In: Črešnar, M. – Mele, M. (eds.): Early Iron Age Landscapes of the Danube Region. Graz – Budapest, 2019, 141–160.
- RACZKOWSKI 2005
Rączkowski, W.: Tradition in power: vicious circle(s) of aerial survey in Poland. In: Brophy, K. – Cowley, D. (eds.): From the air. Understanding aerial archaeology. Stroud 2005, 151–167.
- RACZKY 1990
Raczky, P.: Öcsöd – Kováshalom. Eine Siedlung der Theiss-Kultur. In: Raczky, P. (Hrsg.): Alltag und Religion. Jungsteinzeit in Ost-Ungarn. Frankfurt am Main 1990, 71–96.
- RACZKY – ANDERS 2009
Raczky, P. – Anders, A.: Settlement history of the Middle neolithic in the Polgár micro-region. In: Kozłowski, J. K. (szerk.): Interactions Between Different Models of neolithization north of the Central European Agro-Ecological Barrier. Kraków 2009, 31–50.
- RACZKY – ANDERS 2010
Raczky, P. – Anders, A.: The times they are a changin': revisiting the chronological framework of the Late Neolithic settlement complex at Polgár-Csőszhalom. In: Suteková, J. – Pavúk, P. – Kalábková, P. – Kovár, B. (eds.): Panta Rhei. Studies on the Chronology and Cultural Development of South-Eastern and Central Europe in Earlier Prehistory Presented to Juraj Pavúk on the Occasion of his 75th birthday. Bratislava – Olomouc 2010, 357–379.
- RACZKY – ANDERS 2012
Raczky, P. – Anders, A.: Neolithic enclosures in Eastern Hungary and their survival into the Copper Age. In: Bertemes, F. – Meller, H. (ed.): Neolitische Kreisgrabenanlagen in Europa/ neolithic Circular Enclosures in Europe, Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte. Halle an der Saale 2012, 271–309.
- RACZKY – ANDERS 2014
Raczky, P. – Anders, A.: Szentpéterszeg-Kovádomb. Egy késő neolitikus lelőhely térképei. In: Anders, A, Balogh, Cs., and Türk, A. (eds.): Avarok pusztái. Régészeti tanulmányok Lőrinczy Gábor 60. születésnapjára (Avarum solitudines. Archaeological studies presented to Gábor Lőrinczy on his sixtieth birthday). Budapest 2014, 23–42.
- RACZKY et al. 1985
Raczky, P. – Seleanu, M. – Rózsa, G. – Siklódi, Cs. – Kalla, G. – Csornay, B. – Vicze, M. – Bánffy, E. – Bökönyi, S. – Somogyi, P.: Öcsöd – Kováshalom. The intensive topographical and archaeological investigations of a Late Neolithic site. Mitteilungen des Archäologischen Instituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften 14 (1985) 250–278.
- RACZKY et al. 1994
Raczky, P. – Meier-Arendt, W. – Kurucz, K. – Hajdú, Zs. – Szikora, Á.: Polgár – Csőszhalom. A Late Neolithic settlement in the Upper Tisza region and its cultural connections (Preliminary report). Jóna András Múzeum Évkönyve 36 (1994) 231–240.
- RACZKY et al. 1997
Raczky P. – Kovács T. – Anders A. (szerk.): Utak a múltba. Az M3-as autópálya régészeti leletmentései – Paths into the Past. Rescue Excavations on the M3 motorway. Budapest 1997.
- RACZKY et al. 2002
Raczky, P. – Pusztai, S. – Czajlik, Z. – Holl, B. – Marton, Á.: Investigation of archaeological sites with the integrated application of aerial photography, magnetometer surveys and archaeological excavation. In: Jerem, E. – T. Bíró, K. (eds.): Archaeometry 98. Proceedings of the 31st Symposium, Budapest, April 26 – May 3 1998. BAR International Series 1043(I) Oxford 2002, 135–143.
- RACZKY et al. 2022
Raczky, P. – Füzesi, A. – Rassmann, R. – Höhler-Brockmann, H. – Podgorelec, M. – Bánffy, E.: Neolithic settlement mounds in the southern Alföld (Previous research and new investigations at Hódmezővásárhely-Kökénydomb). In: Dębiec, M. – Górski, J. – Müller, J. – Nowak, M. – Pelisiak, A. – Saile, T. – Włodarczak, P. (eds.): From Farmers to heroes? Archaeological studies in honor of Sławomir Kadrow, Bonn 2022, 255–277.

RADNAI 1940

Radnai L.: Újabb archaeologiai nyomok Dunapentele környékéről. Archaeologiai Értesítő 3 (1940) 62-66, XIV-XVI. tábla

RADNÓTI 1944-1945

Radnóti A.: A dáciai limes a Meszesen. Archaeologiai Értesítő 5-6 (1944-1945) 137-168., LXIII-LXVIII. tábla

RAJTÁR 1992

Rajtár, J.: Das Holz-Erde-Lager aus der Zeit der Markomannenkriege in Iža. In: Godłowski, K. – Madyda-Legutko, R. (Hrsg.): Probleme der relativen und absoluten Chronologie ab Latènezeit bis zum Frühmittelalter. Materialien des III. Internationalen Symposiums: Grundprobleme der frühgeschichtlichen Entwicklung im nordlichen Mitteldonauegebiet Krakow-Karniowice 3.-7. Dezember 1990. Krakow, 149–170.

RAJTÁR 1997

Rajtár, J.: Die Legionen Mark Aurels im Vormarsch. In: Oexle, J. (Hrsg.): Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte: Luftbildarchäologie in Zentraleuropa. Dresden 1997, 59-67.

RAJTÁR 2019

Rajtár, J.: Die römischen Feldlager in Iža. In: G. I. Farkas – R. Neményi – M. Szabó (eds.): Visy 75. artificem commendat opus. Studia in honorem Zsolt Visy. Pécs 2019, 446-456.

RAJTÁR – HÜSSEN 2020

Rajtár, J. – Hüssen, C.-M.: Archaeological evidence of Roman campaigns on the Quadian territory east of the Little Carpathians. In: Erdrich, M. – Komoróczy, B. – Madejski, P. – Vlach, M. (eds.): Marcomannic Wars and Antonine Plague Selected essays on two disasters that shook the Roman World. Brno – Lublin 2020, 177-202.

RALSTON – SHEPHERD 1983

I.B. Ralston – I.A.G. Shepherd: Archaeological air photography – the classification of the results. Scottish Archaeological Review 2,1 (1983) 53-60.

RÁDAI 1978

Rádai Ö.: Légifotó-értelmezés a vízügyi gyakorlatban. Budapest 1978.

RÁDAI 1990

Rádai Ö.: Régészek a víz alatt és a levegőben. Budapest 1990.

REDŐ 2003

Redő F.: katonák Sallában. Zalalövő 2003.

REMÉNYI et al. 2013

Reményi, L. – Pető, Á. – Kenéz, Á. – Baklanov, Sz.: Archaeological and pedological investigations at the fortified Bronze Age settlement of Perkáta – Forrás-dűlő. In: Czajlik, Z. – Bődőcs, A. (eds): Aerial Archaeology and Remote Sensing from the Baltic to the Adriatic. Selected Papers of the Annual Conference of the Aerial Archaeology Research Group, 13th–15th September 2012, Budapest, Hungary. Budapest, 2013, 55-57.

RIECKHOFF-FICHTL 2011

Rieckhoff, S. – Fichtl, St.: Keltenstädte aus der Luft. Stuttgart 2011

RILEY 1944

Riley, D.N.: The Technique of Air-Archaeology. Archaeological Journal, 101,1 (1944) 1-16. DOI: 10.1080/00665983.1944.10853775

RILEY 1980

Riley, D. N.: Factors in the development of crop marks. The Journal for Air Photography and Archaeology 4 (1980) 28-32.

RILEY 1987

Riley, D. N.: Air Photography and Archaeology. London 1987.

ROMANO – TOLBA 1996

Romano, D. G. – Tolba, O.: Remote sensing and GIS in the study of Roman centuriation in the Corinthia, Greece. II. In: Kamermans, H. – Fennema, K. (eds.): Interfacing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Leiden 1996, 457–463.

RÓMER 1878

Rómer, F. : Résultats généraux du mouvement archéologique en Hongrie (avant la VIIIe session du congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques à Budapest 1876, Edition du Musée national Hongrois, Budapest 1878.

ROSTA 2009

Rosta Sz.: Új eredmények a kunok Duna-Tisza közti szállásterületének kutatásában. In: Rosta Sz. (szerk.): Kun-Kép. A magyarországi kunok hagyatéka. Tanulmányok Horváth Ferenc tiszteletére. Kiskunfélegyháza 2009, 176-216.

ROSTA 2014

Rosta Sz.: A Kiskunsági homokhátság 13-16. századi településtörténete. Doktori disszertáció. Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Régészettudomány Intézet. Budapest 2014.

ROSTA 2018

Rosta Sz.: Egy új lehetőség kapujában – tatárjárás kori védművek a Kiskunságban. In: Mérai, D. – Drosztmér, Á. – Lyubjanovics, K. – Rasson, J. – Papp Reed, Zs. – Vadas, A. – Zatykó, Cs. (szerk.): Genius Loci. Laszlovszky 60. Budapest 2018, 186-192.

ROSTA – PÁNYA 2022

Rosta Sz. – Pánya I.: Gondolatok a síkvidéki középkori erődítésekről. Egy topográfiai kutatási program váratlan hozadéka. In: Somogyvári Á. (szerk.): „Élőknek öröksége...” Tanulmányok V. Székely György emlékére. Archaeologica Cumanica 5. Kecskemét 2022, 275-335.

RÓZSA 2010

Rózsa Z.: Körzővel írt történelem, azaz nincs új a Nap alatt. Mozaikok Orosháza és vidéke múltjából. Orosháza 2010.

RUPNIK 2014

Rupnik L.: Római kori halomsíros temetkezések nyomai Perkáta környékéről. In: Balázs P. (szerk.): FIRKÁK III. Fiatal Római Koros Kutatók III. konferenciakötete. Szombathely, 2014, 67-78.

RUPNIK 2022

Rupnik L.: Légi fényképezéssel a harmadik dimenzióért. Vaskori halmok kutatása Süttön. Határtalan régészet. Archeológiai magazin. 7,4 (2022) 20-23.

RUPNIK et al. 2018

Rupnik, L. – Czajlik, Z. – Bartus, D.: The use of aerial photography in the topographical research

of Brigetio: the archive imagery. In: Borhy, L. – Dévai, K. – Tankó, K. (eds.): Celto – Gallo – Roman. Studies of the MTA-ELTE Research Group for Interdisciplinary Archaeology. Paris 2018, 83-96.

RUPNIK et al. 2022

Rupnik, L. – Czajlik, Z. – Bödőcs, A.: Angaben zu luftbildarchäologischen Forschungen in und um die spätantike Befestigung von Keszthely-Fenekpuszta. In: Orsolya Heinrich-Tamáska (Hrsg.): Castra et Villae in der Spätantike: Fallbeispiele von Pannonien bis zum Schwarzen Meer. Leipzig – Budapest – Keszthely – Rahden/Westf. 2022, 125-150. ISBN 978-3-89646-158-2, ISSN 1869-9901

RUTAR 2018

Rutar, G. (2018). Rimskodobna zemljiška razdelitev v Prekmurju (Roman land division in the Prekmurje region). In Janežič, M., Nadbath, B., Mulh, T. & Žižek, I. (eds.): New Discoveries between the Alps and the Black Sea. Results from Roman Sites in the period between 2005 and 2015. Proceedings of the 1st International Archaeological Conference, Ptuj, 8th and 9th October 2015. In memoriam Iva Mikl Curk. Ljubljana 2018, 245–252.

SCHILLING et al. 2020

Schilling, L. – Sörös, F. Zs. – Jablonkai, D. – Novák, K.: Crumerum (Nyergesújfalu) im Licht der neueren Forschungen. In: Farkas, I. G. – Neményi, R. – Szabó, M. (eds.): The Danube Limes in Hungary. Archaeological Research conducted in 2015-2020. Pécs 2020, 125-183.

SCHNEIDER 1974

Schneider, S.: Luftbild und Luftbildinterpretation. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. Berlin – New York 1974.

SCHUCHHARDT 1918

Schuchhardt, C.: Die sogenannten Trajanswälle in der Dobrudscha. Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften 12. Berlin 1918.

SCHWEITZER et al. 2015

Schweitzer F. – Fábián F.Á. – Varga G. – Sípó Gy. – Kovács I.P.: A periglaciális talajfagy-jelenségek kutatása Pécsi Márton Nyomán. Földrajzi Közlemények 139,3 (2015) 157-171.

SCOLLAR et al. 1990

Scollar, I. – Tabbagh, A. – Hesse, A. – Herzog, I.: *Archaeological Prospecting and Remote Sensing, Topics in Remote Sensing*. Cambridge 1990.

SEDLÁČEK – VENCL 1975

Sedláček, Z. – Vencl, S.: Zpráva o leteckém snímkování na Kolínsku. *Archeologické rozhledy* 27 (1975) 151 – 158, 228 – 233.

SHENNAN – DONOGHUE 1992

Shennan, I. – Donoghue, D. N. M.: *Remote Sensing in Archaeological Research. Proceedings of the British Academy* 77 (1992) 223-232.

SIMON 2015

Simon, B.: Roman settlement pattern and LCP modelling in ancient North-Eastern Pannonia (Hungary). *Dissertationes Archaeologicae Ser. 3. No. 3* (2015) 105–126. DOI: 10.17204/dissarch.2015.105

SIMON – RUPNIK 2023

Simon, B. – Rupnik, L. Identifying the Roman aqueduct of Brigetio (Komárom-Szöny, Komárom-Esztergom county/HU) using historical sources, maps, GIS modelling and non-destructive methods. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 53,4 (2023) 531-546.

SIMON et al. 2024

Simon, B. – Borhy, L. – Bartus, D. – Olasz, R. H. – Szabó, M. – Müller, Á. – Peng, M. – Czajlik, Z. – Hümpfner, D. – Klembala, Zs.: The fort of Ad Mures (Ács, Komárom-Esztergom County, Hungary). New investigations on the northern section of the ripa Pannonica. *Dissertationes Archaeologicae* 3,11 (2023) 641-653.

SOPRONI 1976

Soproni, S.: Nyergesújfalu (Crumerum). In: Fitz, J. (Hrsg.): *Der römische Limes in Ungarn. Az István Király Múzeum Közleményei. Reihe A, Nr. 22*. Székesfehérvár 1976, 42-43.

SOYER 1973

Soyer, J.: Les centuriations de Provence (première partie). *Revue archéologique de Narbonnaise* 6 (1973) 197-232.

Soyer, J.: Les centuriations de Provence (suite). *Revue archéologique de Narbonnaise* 7 (1974) 179-199.

STANJEK – FASSBINDER 1996

Stanjek, H. – Fassbinder, J.: *Bodenkundliche Untersuchungen zum Verständnis archäologischer Strukturen im Luftbild*. In: Helmut Becker (zgst.): *Archäologische Prospektion. Luftbildarchäologie und Geophysik*. München 1996, 249-255.

STÄUBLE 2002

Stäuble, H.: From the Air and on the Ground: Two Aspects of the same Archaeology? Round and Linear Ditch Systems in North-Western Saxony. *Archeologické Rozhledy* 54,1 (2002) 301–313.

ȘTEFAN 1986

Ștefan, A. S.: *Archéologie aérienne en Roumanie, Photo Interprétation (spec. edition)* 25,1-2 Paris 1986.

STEFAN 1999

Stefan, A. S.: Les fortifications de l'Âge du Fer en Dacie (Roumanie) : l'apport de la photo-interprétation. In: Bréart, B. – Nowicki, F. – Léva, Ch. (dirs.) : *Archéologie aérienne. Actes du colloque international tenu à Amiens (France) du 15 au 18 octobre 1992*. *Revue archéologique de la Picardie n° spécial* 17 (1999) 261-269.

STEFAN 2019

Stefan, A. S.: Histria. Photographies aériennes et topographie générale: paléo-environnement, configurations urbaines, installations portuaires, nécropole tumulaire, voies vers la chôra (VIIe s. av. J.-C. – VIIe s. ap. J.-C.), *Journal of Ancient Topography* 29, 2019, 9–92.

STIBRÁNYI 2008

Stibrányi M.: A Sárvíz középkori településhálózatának vizsgálata, avagy a templom és a hozzá vezető út. *Alba Regia* 37 (2008) 189-196.

STIBRÁNYI 2012

Stibrányi M.: Lelőhely-azonosítási módszerek. In: Stibrányi M. – Mesterházy G. – Padányi-Gulyás G. (szerk.): *Régészeti feltárás előtt – vagy helyett*. Budapest 2012, 10–15.

STIBRÁNYI 2015

Stibrányi M.: Fejér megye középkori templomos helyei. Doktori disszertáció. Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Régészettudományi Intézet. Budapest 2015.

STIBRÁNYI – NAGY 2020

Stibrányi, M. – Nagy, L.: Ditches along the road. Archaeological geophysical surveys along the Pannonian Limes between 2015-2017 In: Farkas, I. G. – Neményi, R. – Szabó, M. (eds.): The Danube Limes in Hungary. Archaeological Research conducted in 2015-2020. Pécs 2020, 11-35.

St. JOSEPH 1945

St. Joseph, J. K. S.: Air Photography and Archaeology. The Geographical Journal 105,1-2 (1945) 47-59.

St JOSEPH 1976

St Joseph, J.K.S.: Air Reconnaissance of Roman Scotland, 1939-75. Glasgow Archaeological Journal 4,1 (1976) 1-28.

STOERTZ 1997

Stoertz, C.: Ancient Landscapes of the Yorkshire Wolds. Aerial photographic transcription and analysis. Swindon 1997.

STRUNK-LICHTENBERG 1965

Strunk-Lichtenberg, G.: Bodenkundliche Untersuchungen an archäologischen Objekten, die durch Luftbild-Aufnahmen entdeckt wurden. Archaeo-Physika 15 (1965) 175-202.

ŠMEJDA 2017

Šmejda, L.: Interpretive and Analytical Approaches to Aerial Survey in Archaeology. Interdisciplinaria Archaeologica – Natural Sciences in Archaeology, 8,1 (2017) 79–92.

ŠTULIĆ 2015

Štulić, S.: Római kori sáncok kutatása Szerbiában. Magyar Régészet. Online Magazin, 2015 ősz

SZABÓ et al. 1994

Szabó, M. – Guillaumet, J.-P. – Cserményi, V.: Fouilles franco-hongroises à Velem-Szentvid : Recherches sur la fortification laténienne. Acta Archaeologica Academiae Scientiarum

Hungariae 46 (1994) 107-126.

SZABÓ 1991

Szabó J. (főszerk.): Repülési lexikon I-II. kötet. Budapest 1991.

SZABÓ 2007

Szabó, M. (dir.) – Czajlik, Z. (ass.): L'habitat de l'époque de La Tène à Sajópetri – Hosszú-dűlő. Budapest 2007.

SZABÓ 2007

Szabó M.: Mursella, a légből kapott város. In: Bíró, Sz. (szerk.): Firkák I. Fiala Római Koros Kutatók I. Konferenciakötete. Győr 2007, 69-80.

SZABÓ 2010

Szabó M.: Ősi utak a Pilisben. https://sirasok.blog.hu/2010/04/13/osi_utak_a_pilisben

SZABÓ 2014

Szabó M.: Római út Érd határában. In: Rajna A. (szerk.): Múltunk a föld alatt. Újabb régészeti kutatások Pest megyében. Ferenczy Múzeum Kiadványai, A sorozat: Monográfiák 1. Szentendre, 87–93.

SZABÓ 2016

Szabó M.: Régészet madártávlatból. Fejezetek a Pécsi Légitérészeti Téka 20 éves történetéből. Budapest 2016.

SZABÓ 2017a

Szabó M.: A légitérészet helye a megújuló MRT-ben. A National Mapping Programme tanulmányai Magyarországon. In: Benkő E. – Bondár M. – Kolláth Á. (szerk.): Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt, Jelen, Jövő – Archaeological Topography of Hungary. Past, Present and Future. Budapest 2017, 399-424.

SZABÓ 2017b

Szabó M.: Roncsolásmentes régészeti módszerek alkalmazása római kori vidéki települések régészetében Magyarországon. Doktori disszertáció I. kötet. Pécs 2017.

SZABÓ 2018

Szabó M.: Repülés a múltba. A légi régészet története. Pécs 2018.

SZABÓ 2020

Szabó M.: Római kori villagazdaságok légrégészeti kutatása Magyarországon. *Archaeológiai Értesítő* 145 (2020) 207-235.

SZABÓ – PETRES 1992

Szabó, M. – F. Petres, É.: Decorated weapons of the La Tène Iron Age in the Carpathian basin. Budapest 1992.

SZABÓ – VISY 2011

Szabó M. – Visy Zs.: Menettáborok Brigetio környékén. In: Visy Zs. – Szabó M. – Priskin A. – Lóki R. (szerk.): A Danube Limes program régészeti kutatásai 2008-2011 között Jelentés a Danube Limes UNESCO World Heritage Site pályázat keretében a PTE BTK Régészet Tanszékének kutatócsoportja által végzett kutatásokról – The Danube Limes Project archaeological research between 2008-2011. Report on the research carried out by the research team of the Department of Archaeology, University of Pécs within the framework of the Danube Limes UNESCO World Heritage Site project. Pécs 2011, 107-112.

SZABÓ et al. 2018

Szabó M. – Ódor J. G. – K. Tóth G. – K. Németh A. – Czövek A.: Avar kori temetők szondázó ásatása Várong határában. *Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve* 40 (2018) 23-58.

SZABÓ et al. 2020

Szabó, M. – Fábrián, B. – Fodor, F.: Research on Roman temporary camps near Brigetio (Komárom-Szőny). Results of excavations conducted on the BRI V, VI(-VII), X-XI, XIII-XIV, XIX, XXII-XXIII, XXX and XXXI archaeological sites. In: Farkas, I. G. – Neményi, R. – Szabó, M. (eds.): The Danube Limes in Hungary. Archaeological Research conducted in 2015-2020. Pécs 2020, 75-109.

SZABÓ et al. 2022

Szabó, M. – Heinrich-Tamáska, O. – Tóth, E. – Rassmann, K. – Braun, Á. – Pető, Á.: Landschaftarchäologische Forschungen in Alsóheténypuszta (Ungarn): eine spätantike Befestigung und ihre Umgebung. In: Orsolya Heinrich-Tamáska (Hrsg.): Castra et Villae in der Spätantike: Fallbeispiele von Pannonien bis zum Schwarzen Meer. Leipzig – Budapest – Kesz-

hely – Pánder-Westf. 2022, 55-123. ISBN 978-3-89646-158-2, ISSN 1869-9901

SZAKOS 2008

Szakos É.: Árokkeretes temetkezések az Alföldön légi felvételek és topográfiai adatok alapján. Szakdolgozat. ELTE BTK Régészettudományi Intézet. Budapest 2008.

SZALAY 1933

Szalay Á.: A dunabogdányi római castellumról – Über das römische Castell von Dunabogdány. *Archaeologia Hungarica* 10. Budapest 1933.

SZALONTAI 2012

Szalontai Cs.: Egy eddig ismeretlen földváról Csanádpalota határában – An earlier unknown hill fort from the vicinity of Csanádpalota. In: Liska A. – Szathmári I. (Szerk.): „Sötét idők rejtélyei” (6–11. századi régészeti emlékek a Kárpát-medencében és környékén). Békéscsaba 2012, 275–296.

SZALONTAI 2014

Szalontai Cs.: A Maty-ér és a hozzá kapcsolódó vízrendszer szerepe és jelentősége Szeged környékének településtörténetében. Doktori disszertáció. Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földtani és Őslénytani Tanszék. Szeged 2014.

SZATMÁRI 2018

Szatmári I.: Középkori temetőárkok drónnal készített felvételeken. In: Bíró Gy. – Katona Kiss A. – Rózsa Z. (szerk.): Fémek a földből I. Mozai-
kok Orosháza és vidéke múltjából 19. Orosháza 2018, 86-89.

SZEDERJEI 1939

Szederjei Á.: A légitérképészet szerepe a korszerű erdészletben. *Erdészeti Lapok* 78,12 (1939)

SZENTMIKLÓSI et al. 2011

Szentmiklósi, A. – Heeb, B. S. – Heeb, J. – Harding, A. – Krause, R. – Becker, H.: Cornești – Iarcuri – a Bronze Age town in the Romanian Banat? *Antiquity* 85 (2011) 819-838.

SZENTPÉTERI 2010

Szentpéteri J.: Interdiszciplináris kutatások a Bács-Kiskun megyei Solt, Tételhegy lelőhelyen. Beszámoló a Castrum Tétel Program

- (2007-2009) eredményeiről – Interdisciplinary investigations at the Solt, Tételhegy site in Bács-Kiskun county. In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2009. Budapest 2010, 53-80..
- SZENTPÉTERI 2017**
Szentpéteri J.: A lelőhely a népvándorlás koros szakirodalomban. In: László Gy.: A Csákberény-Orondpusztai avar kori temető. Budapest 2017, 30-43.
- SZEVERÉNYI – KULCSÁR 2012**
Szeverényi, V. – Kulcsár, G.: Middle Bronze Age Settlement and Society in Central Hungary. In: Jaeger, M. – Czebreszuk, J. – P. Fischl, K. (eds.): Enclosed Space – Open Society. Contact and Exchange in the Context of the Bronze Age Fortified Settlements in Central Europe. Studien zur Archäologie in Ostmitteleuropa, Band 9, Poznań – Bonn 2012, 287-351.
- SZEVERÉNYI et al. 2021**
Szeverényi V. – Priskin A. – Czukor P. – Szalontai Cs.: Település, gazdaság és társadalom a késő bronzkori Kelet-Magyarországon: egy új projekt kezdete. Magyar Régészet 10,4 (2021) 57-64.
- SZILÁGYI 2012**
Szilágyi, M.: Árpád period communication networks: Road systems in Western Transdanubia. PhD Dissertation in Medieval Studies. Central European University. Budapest 2012.
- SZILÁGYI 2014**
Szilágyi M.: Római utak a középkori Dunántúlon. Az utak nevei és szerepük a középkori térszervezésben. Történelmi Szemle 1 (2014) 1-25.
- SZILÁGYI 2017**
Szilágyi M.: A középkori utak topográfiai vizsgálata Magyarországon. Régi módszerek, új lehetőségek. In: Benkő E. – Bondár M. – Kolláth Á. (szerk.): Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt, Jelen, Jövő – Archaeological Topography of Hungary. Past, Present and Future. Budapest 2017, 463-486.
- SZŐNYI 2005**
Szőnyi, E.: Inter Brigetionem et Savariam. In: Zsidi, P. – Borhy, L. (Hrsg.): Die römisch-pannonischen Städte und das römische Heer im Lichte der neuesten archäologischen Forschungen. Aquincum Nostrum 8,3 (2005) 65-74.
- TAKÁCS 2000**
Takács K.: Árpád-kori csatornarendszerek kutatása a Rábaközben és a Kárpát-medence egyéb területein. Korall 2000 ősz, 27-61.
- TAKÁCS 2001**
Takács K.: Árpád-kori csatornarendszerek kutatása a Rábaközben és a Kárpát-medence egyéb területein II. rész. Csatornák az Árpád-kor forrásaiban. Korall 2001 tavasz-nyár, 297-314.
- TANÁCS et al. 2019**
Tanács E. – Belényesi M. – Lehoczki R. – Patáki R. – Petrik O. – Standovár T. – Pásztor L. – Laborczi A. – Szatmári G. – Molnár Zs. – Bede-Fazekas Á. – Kisné Fodor I. – Varga I. – Zsembery Z. – Maucha G.: Országos, nagyfelbontású ökoszisztéma-alaptérkép: módszertan, validáció és felhasználási lehetőségek. Természetvédelmi Közlemények 25 (2019) 34-58. DOI: 10.20332/tvk-jnatconserv.2019.25.34
- TANKÓ 2020**
Tankó K.: Kelta falu Győr határában. A ménfőcsanaki késő vaskori település. Budapest 2020.
- TEICHNER 2021**
Teichner, F.: Mursella. Militärische Sicherung, kaiserzeitliche Munizipalisierung und pannonische Persistenz. Schriften aus dem Vorgeschichtlichen Seminar Marburg, Band 63. Marburg 2021.
- TEREI et al. 2011**
Terei Gy. – Nováki Gy. – Mráv Zs. – Feld I. – Sárközy S.: Fejér megye várai az őskortól a kúruc korig. Budapest 2011.
- THOMPSON 1967**
Thompson, H. O.: A new development in archaeological air photography. Antiquity 41 (1967) 225-227.
- TIEFENGRABER 2004**
Tiefengraber, G.: Wechselseitige Beziehungen im Nekropolen- und Bestattungskonzept im Laufe der mehrmaligen Belegung des zentralen Funeralareals in Murska Sobota/Nova tabla

- (Slovenien), (in:) Šmejda L., Turk J. (eds.), *TRNKÁ 1991*
Spatial Analysis of Funerary Areas. Plžen: Trnka, G.: Studien zu mittellneolithischen
Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 129- Kreisgrabenanlagen. Wien 1991.
141.
- TIEFENGRABER 2019
Tiefengraber, G.: Die hallstattzeitlichen
Gräberfelder von Nova tabla bei Murska Sobota
(Slovenien) – Ein Beitrag zur Erforschung
der Steirisch-Pannonischen Gruppe der
Osthallstattkultur. *Arheološki vestnik* 70, 399-
436.
- TIEFENGRABER – TIEFENGRABER 2019
Tiefengraber, S. – Tiefengraber, G.: Landscape
studies of the micro-region Strettweg (Aichfeld/
Murboden) in Austrian Styria in the framework
of the Iron-Age-Danube project. Man and his
landscape in the Iron Age – natural environment,
resources (agriculture, woods, ore). In: Črešnar,
M. – Mele, M. (eds.): *Early Iron Age Landscapes
of the Danube Region*. Graz – Budapest 2019,
75-107.
- TÍMÁR 2004
Timár, G.: Space and GIS technology in the
palaeoenvironmental analysis. Old maps,
satellite images and digital elevation models in
the archaeology. *Antaeus* 27 (2004) 135-144.
- T. NÉMETH et al. 2016
T. Németh, G. – Czajlik, Z. – Novinszki-Groma,
K. – Jáky, A.: Short report on the archaeological
research of the burial mounds no. 64. and no.
49. at Érd-Százhalmobatta. *DissArch Ser. 3. No.*
4 (2016) 291-306.
- TÓTH 1977
Tóth E.: Eöteven seu via antiqua Romanorum.
Magyar Nyelv 73 (1977,2) 194-201.
- TÓTH 2004
Tóth Endre: Római utak Pannoniában. *Ókor* 3,1
(2004) 43-48.
- TÓTH et al. 2022
Tóth Cs. A. – Pethe, M. – Prónay, Zs. – McIntosh,
R. W. – Novák, T. J. – Molnár M.: A Zsolcai-
halmok földtudományi vizsgálata. *Tájökológi-
ai Lapok – Journal of Landscape Ecology* 20
(Suppl.1) (2022) 63-89.
- UJSÁGHY 1882
Ujsághy Zs.: A fényképmérés feltalálója. *Erdé-
szeti Lapok* 21 (1882) 623-625.
- UR 2003
Ur, J.: CORONA Satellite Photography and Ancient
Road Networks: A Northern Mesopotamian Case
Study. *Antiquity* 77 (2003) 102-115.
- UZSOKI 1987
Uzsoki, A.: Ménfőcsanak. In: Kovács, T. – Petres,
É. – Szabó, M. (ed.): *Corpus of Celtic Finds in
Hungary*. Vol. 1. Transdanubia I. Budapest 1987,
13-61.
- YERKES et al. 2007
Yerkes, R.W. – Sarris, A. – Frolking, T. Parkinson,
W.A. – Gyucha, A. – Hardy, M. – Catanoso, L.:
Geophysical and Geochemical Investigations
at Two Early Copper Age Settlements in the
Körös River Valley, Southeastern Hungary.
Geoarchaeology: An International Journal. 22,8
(2007) 845–871.
- VADÁSZ 1983
Vadász, É: Előzetes jelentés egy koravaskori
halom feltárásáról Süttőn – Vorbericht über die
Erschliessung eines früheisenzeitli-chen Hügels
in Süttő. *Communicationes Archaeologicae
Hungariae* 3 (1983) 19–54.
- VARGA 2016
Varga G.: Római út Érd határában. *Archaeologiai
Értesítő* 141 (2016) 123–144. DOI:
10.1556/0208.2016.141.6
- VÁCZI – STIBRÁNYI 2008
Váczi, G. – Stibrányi, M.: Neue Erdburgen der
Vatya Kultur im Komitat Fejér. *ARegia* 37 (2008)
205-212.
- VERBRUGGHE et al. 2017
Verbrugghe, G. – De Clerq, W. – Van Eetvelde,
V.: Routes across the Civitas Menapiorum: using
least cost paths and GIS to locate the Roman
roads of Sandy Flanders. *Journal of Historical
Geography*. 57 (2017) 76-88.

VERHOEVEN 2017

Verhoeven, G. J.: Are We There Yet? A Review and Assessment of Archaeological Passive Airborne Optical Imaging Approaches in the Light of Landscape Archaeology. *Geosciences* 7,86 (2017) 1-33. DOI 10.3390/geosciences7030086

VERHOEVEN – SEVARA 2016

Verhoeven, G. – Sevara, C.: Trying to break new ground in aerial archaeology. *Remote Sensing*, 8 (2016) 918. doi:10.3390/rs8110918.

VERMEULEN 2010-2011

Vermeulen, F.: Reviewing 10 Years of Aerial Photography in the Valley of the River Potenza (Marche). *Archeologia Aerea* 4-5 (2010-2011) 257-266.

VERMEULEN et al. 2000

Vermeulen, F. – Antrop, M. – Hageman, B. – Wiedemann: Ancient Roads and Fields in Northwestern Gaul – A GIS-Based Analysis. In: Stančič, Z. – Veljanovski, T. (eds.), *Computing Archaeology for Understanding the Past. CAA 2000. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 28th Conference, Ljubljana, April 2000 (BAR International Series 931)*. Oxford 2000, 187-196.

VISY 1978

Visy Zs.: Pannoniai limes-szakaszok légifényképeken. *Archaeologiai Értesítő* 105 (1978) 235-259.

VISY 1988

Visy, Zs.: *Der pannonische Limes in Ungarn*. Budapest 1988.

VISY 1989

Visy Zs.: *A római limes Magyarországon*. Budapest 1989.

VISY 1997

Visy, Zs.: Stand und Entwicklung der archäologischen Luftprospektion in der DDR, der Tschechoslowakei und Ungarn in den Jahren 1945 bis 1990. In: Oexle, J. (Hrsg.): *Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte: Luftbildarchäologie in Zentraleuropa*. Dresden 1997, 22-27.

VISY 2000

Visy Zs.: *A ripa Pannonica Magyarországon*. Budapest 2000.

VISY 2003

Visy Zs.: A pécsi légirégészeti műhely. Régészeti kutatások a ripa Pannonica mentén. In: Visy Zs. (szerk.): *Régészeti műemlékek kutatása és gondozása a 3. évezred küszöbén*. Pécs 2003, 107 – 122.

VISY 2013

Visy, Zs.: The Value and Significance of Historical Air Photographs for Archaeological Research: Some Examples from Central and Eastern Europe. In: Hanson, W. S. – Oltean, I. A. (eds.): *Archaeology from Historical Aerial and Satellite Archives*. New York – Heidelberg – Dordrecht – London 2013, 165-177.

VISY 2017

Visy Zs.: A római limes magyarországi topográfiaja. A CLIR program és a világörökségi nevezés tükrében. In: Benkő E. – Bondár M. – Kolláth Á. (szerk.): *Magyarország Régészeti Topográfiaja. Múlt, Jelen, Jövő – Archaeological Topography of Hungary. Past, Present and Future*. Budapest 2017, 539-547.

VISY 2018

Visy Zs.: A pannoniai késő római „belső erődök”. *Archaeologiai Értesítő* 143 (2018) 233–246.

V. SZABÓ 2019

V. Szabó G.: *Bronzkori kincsek Magyarországon. Földbe rejtett fegyverek, eszközök, ékszerek nyomában*. Budapest 2019.

V. SZABÓ et al. 2014

V. Szabó G. – Czajlik Z. – Reményi L.: Egy vaskori fegyveres konfliktus nyomai. Új eredmények a dédestapolcsányi Verebce-tető kutatásában I. *Magyar Régészet*, 2014. tavasz, 1-6.

WILSON 2005

Wilson, D. R.: Bias in aerial reconnaissance. In: Brophy, K. – Cowley, D. (eds.): *From the air. understanding aerial archaeology*. Stroud 2005, 64-72.

WINKLER 2006

Winkler M.: A Kisalföld kora vaskori halomsíros temetkezéseinek vizsgálata légi fényképek és

topográfiai adatok alapján. Szakdolgozat. ELTE megrendezett konferencia tanulmánykötete. BTK, Budapest 2006. Ősrégészeti Tanulmányok – Prehistoric Studies III. Budapest 2023, 11–21. DOI: 10.21862/momosz11.03

WINKLER – CZAJLIK 2018

Winkler, M. – Czajlik, Z.: Die Untersuchung von hallstattzeitlichen Hügelgräbern aufgrund Luftbilder. Neue Angaben von Nordwestungarn. In: Lucia Benediková – Milan Horňák (eds.): Zborník štúdií o dobe bronzovej a dobe halštatskej k 75. narodeninám Ladislava Veliačika. Nitra – Vrútky, 2018, 323 – 336.

ZÁMOLYI et al. 2015

Zámolyi, A. – Draganits, E. – Doneus, M. – Fera, M.: Paläoflusslaufentwicklung der Leitha (Ostösterreich) – Eine Luftbildperspektive. In: Doneus, M. – Griebel, M. (Hrsg.), Die Leitha - Facetten einer Landschaft. Archäologie Österreichs Spezial 3, Wien 2015, 11-23.

WOLF 2020

Wolf, M.: Die Erdburg von Borsod. Ein Komitatszentrum aus der Zeit der ungarischen Staatsgründung. Mainz 2020.

WOLDŘICH 1886

Woldřich, J. N.: Reste der neolithischen Ansiedlung Krp bei Řepín. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien 16 (1886) 72-96.

WOSINSKY 1896

Wosinsky Mór: Tolnavármegye az őskortól a honfoglalásig. Budapest 1896.

WRONIECKI et al. 2023

Wroniecki, P. – Furmanek, M. – Rączkowski, W.: Revealing the extent of Neolithic rondel enclosures in Lower Silesia using non-invasive prospection. Antiquity 97 (2023) 1100-1118.

ZALAI-GAÁL 1990

Zalai-Gaál I.: A neolitikus körárokrendszerek kutatása a Dél-Dunántúlon (Die Erforschung der neolithischen Kreisgrabensysteme in SO-Transdanubien). Archaeologiai Értesítő 117 (1990) 3-24.

ZALAI-GAÁL – ÓDOR 2008

Zalai-Gaál, I. – Ódor, J. G.: Early Lengyel Burials at Györe in Southern Transdanubia. Antaeus 29-30 (2008) 535-576.

ZATYKÓ 2023

Zatykó Cs.: Tájrégészet: tudományterület, módszer, szemlélet vagy divat? In: Tóth F. M. – Szilas G. – Anders A. – Kalla G. – Kiss V. – Kulcsár G. – Mester Zs. (szerk.): ΜΩΜΟΣ XI Őskoros kutatók összejövetele. Környezet és ember. A BTM Aquincumi Múzeumban 2019. április 10-12-én

czajlik.zoltan_222_24