

czajlik.zoltan_222_24

Jelek a tájban. Légerégészeti kutatások Magyarországon

Akadémiai doktori értekezés tézisei

Budapest

2024

I.A A doktori mű célkitűzései

Doktori művünk koncepciójának kialakítása során arra törekedtünk, hogy részletesen bemutassuk

- az optikai távérzékeléssel, kiemelten a ferde tengelyű régészeti célú légi fényképezéssel észlelhető, az egykori emberi tevékenységgel összefüggésbe hozható jelek kialakulási mechanizmusát a nemzetközi és a hazai tapasztalatok alapján,
- azonosításuk módszereit, a természeti adottságok hatását megjelenésükre és észlelhetőségükre,
- típusaikat kialakulásuk szerint,
- morfológiai klasszifikációjukat és régészeti értelmezési lehetőségeiket,
- valamint a kutathatóságukban tapasztalható regionális különbségeket.

A témával 1993-ban kezdtünk el foglalkozni, így az elmúlt 30 év kutatásai alapján a mindenképpen aktuálissá vált az eredmények bemutatása a saját, a közölt hazai, az elérhető regionális és a releváns nemzetközi adatok, információk bevonásával.

A kutatástörténet elkészítésével nemcsak tényeket, adatokat igyekeztünk feltárni, hanem az összefüggéseket, a máig ható tanulságokat is felgyűjtöttük.

Fontosnak tartjuk annak bemutatását, hogyan ment végbe a nyugat-európai módszerek adaptációja Közép-Európában, illetve mennyiben sikerült továbblépni módszertani szempontból? A ma alkalmazott technológia leírása azért is fontos, mert ilyen részletességgel a nyugati szakirodalomban sem írták le 1978 óta (DASSIÉ 1978). Ez nehezíti a fiatalabb generáció számára az alapok elsajátítását, továbbá az archívumok anyagának részletes feldolgozása sem képzelhető el e háttér-ismeretek nélkül. Mindezekon túl, azok a megfigyelések és tapasztalatok, amelyek a ferde tengelyű régészeti célú légi fényképezések során szerezhetők meg, alapvetők más platformok alkalmazásánál is.

Az egész régió távérzékeléses régészete szempontjából fontos megérteni azt, hogy mely tényezők, különösen mely természetes adottságok segítik, illetve gátolják a kutatásokat, illetve hol vannak a légitérészet, mint kutatási módszer határai? Ehhez elkerülhetetlenné vált a térségünkre jellemző jelek morfológiai klasszifikációjának részletes kidolgozása, a régészeti értelmezési lehetőségeknek az egyes korszakokból ismert jelenség-típusokkal való összevetése. A munka fontosságát jelzi, hogy megítélésünk szerint e tekintetben – Anglia és Franciaország kivételével – az egész európai kutatás különböző mértékben, de lemaradásban van.

Hasonlóan a korábbi, georégészeti témájú monográfiánkhoz (CZAJLIK 2012), célként tűztük ki egy nagyon speciális, magas összetettségű régészeti szakterületről felhalmozott tudás és tapasztalat részletes, strukturált bemutatását. Nem utolsósorban azért, mert véleményünk szerint a légitérészet újabb technológiai ugrás előtt áll, ugyanakkor az empirikus ismeretek rögzítésének hiánya nagyon könnyen meggátolhatja, hogy a tömeges adatgyűjtés és értékelés, a gépi tanulás lehetőségei igazán jól kihasználhatók legyenek.

I.B A magyarországi légitérészeti kutatások tudománytörténeti előzményei

Éppen 100 éve, 1924-ben sikerült Magyarországon először Neogrády Sándornak (1894-1966) térképészeti célú légi fényképezései során régészeti jelenségeket azonosítani (NEOGRÁDY 1948-1950, 286). Ő nemcsak itthon, de nemzetközileg is az elsők közé sorolta magát, hiszen – hiányos információi alapján – azt írta, „hogya a (régészeti) légikutatás vonalán a megindulásnál a külföldet bizonyos mértékig megelőztük” (NEOGRÁDY 1948-1950, 289).

A légitérészet kezdetei azonban jóval korábbra, bizonyos értelemben akár a 18. század végéig visszavezethetők, hiszen Th. Baldwin 1785-ös ballonos repüléséről már 1786-ban metszetekkel illusztrált könyv (*Airopaidia*) jelent meg (BALDWIN 1786). A technológia tehát már 1924-ig is nagy utat járt be, ami legalább két szakaszra bontható: egyfelől a korai ballonisták és fotográfusok kísérletezéseire, másfelől az első légitérészeti felderítő expedíciókig tartó időszakra.

A Montgolfier-fivérek 1783-as meleg levegős ballon-repülésétől 1903-ig, a Wright-fivérek első sikeres repülőgépes felszállásáig a földről felemelkedni, a magasba jutni csak ballonokkal lehetett. A látványt azonban hosszú ideig – ahogyan azt fent leírtuk – csak rajzok, festmények segítségével tudták rögzíteni, légi fényképeket először G. F. Tournachon (Nadar) készített 1858 őszén Val de Bièvre-nél, Párizs mellett (GOJDA 2020, 36). A ballonos technológia fontos sajátossága azonban, hogy az eszközt csak úgy lehetett igazán jól irányítani, ha nem engedték a légmozgások, a szél által elsodortatni, azaz kikötötték. Ez a régészetben azt jelentette, hogy a ballonokat eleinte ismert lelőhelyek, ásatások dokumentálására, azaz „hosszú létraként” használták. Már a 19. század végén, a *Forum Romanum* kutatása során ezt a technológiát használták (CERAUDO 2005) és ez tette lehetővé a Stonehenge-i kökör és környezetének híressé vált 1906-os megörökítését (CAPPER 1907). Ph. H. Sharpe hadnagy felvétele az *Archaeologia* c. folyóiratban jelent meg, egy nevezetes lelőhelyet ábrázolt új perspektívából, s ez mérőföldkőnek bizonyult a légitérészet történetében.

1911-ben azonban fontos technológiai változás következett be, az ókori *Ostia* kikötőjének fotótérképzése során már repülőgépeket használtak (GOJDA 2020, 53). Az utóbbi óriási előnye volt, hogy a rögzítetlen, légmozgásokra bízott ballonokkal ellentétben kitűnően irányítható volt, a földhöz képest nagy sebessége azonban a fényképezésben eleinte hátrányt jelentett. A ballonos fotográfusok által használt kamerák legrövidebb, 1/100-as zárídeje ugyanis alacsonyabb magasságban túl hosszúnak bizonyult, a képek bemozdultak, ezért volt szükség a rövidebb zárídejű (1/600) készülékek kifejlesztésére (SZABÓ 2018, 47). Az új technológia tehát már az I. világháború előtt létezett, régészeti alkalmazására azonban csak a harcok szüneteiben kerülhetett sor.

Az első ismert régészeti légi felvételek 1916-ban készültek Romániában, Makedóniában, Kis-Ázsiában és a Sínai-félszigeten, a leghíresebbé azonban G. A. Beazeley (1870-1961) 1917-1918-as Samarra környéki kutatásai váltak (BEAZELEY 1920). Az eredményekről – *Ostia*hoz és a Traianus-fal Constanta mellett a szakaszához (CRAWFORD 1954, pl. 6) hasonlóan fotómozaik-térkép készült, ami azt jelentette, hogy nemcsak a régészeti légi fényképezés technológiája, hanem az adatok prezentációjának módja is kidolgozásra került.

„*Surveys of areas for archaeological research can in the future greatly assisted by air photography*” jósolta Beazeley (BEAZELEY 1919), az ókori Mezopotámia kutatásában szerzett tapasztalatokat azonban az európai földrajzi viszonyokhoz kellett adaptálni. Ebben kétségtelenül O.G.S. Crawfordnak (1886 - 1957) volt a legnagyobb szerepe. Az összefüggések felismerésében segítette földrajzos végzettsége és a háborúban szerzett légi fényképezési ismeretei. Korábbi terepi tapasztalatai alapján tudta, hogy nemcsak a rom-mezők, hanem a lenyugvó nap segítségével a sáncok/árkok is jól követhetők (CRAWFORD – KEILLER 1928, 5). Noha J. Leland régiségbűvár már 1540 körül felismerte a gabona növekedési anomáliái és az eltemetett régészeti jelenségek közötti összefüggést (BARBER 2011, 114), sőt a 19. századi ballonistáktól ugyancsak voltak információk a növény-jelekről (BARBER 2011, 126-127), végeredményben 1921. száraz nyarának repülései kellett ahhoz, hogy Crawford térképet

készíthessen a Winchester – Marlborough közötti római útról, annak két oldalán az őskori parcella-rendszerekről és halomsírokról. A repülőgép és a fényképezőgép tehát ismert, vagy részben ismert jelenségeket tett hirtelen térképezhetővé, „*what will prove to be a new epoch in the history of British archaeology*” (CRAWFORD 1923, 360). Az új korszak kezdetét nyomatékosította az általa 1927-ben megalapított, ma is kurrens *Antiquity* c. folyóirat.

Az 1920-as években Közép-Európában is elkezdtek kísérletezni a módszer alkalmazásával. Ausztriában 1924-ben, Németországban 1926 után, Csehszlovákiában és Lengyelországban 1929-ben voltak az első repülések. Hamburg környékén már 1929-ben azzal a célkitűzéssel dolgoztak, hogy a nagyváros környékén végzett területfejlesztésekhez a különféle föld- és kőépítményeket feltérképezzék (HANSEN 1932).

Ebbe a kutatástörténeti fázisba kell tehát a fent említett Neogrády S. munkásságát beilleszteni, aki Közép-Európában valóban az elsők között kezdett el a módszerrel foglalkozni. Felderítő légi fényképészként az I. világháborúban az olasz fronton harcolt, legkorábbi harctéri felvételeit 1917-ből ismerjük. A háború után a Honvéd Térképészeti Intézetben az új, légi felvétel alapú térképezések vezető fényképésze lett. Nem ismerte a nyugat-európai előképeket, amikor az első régészeti jelenségeket észlelte: „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 kutatásai felkeltették Szalay Á. és Márton L. érdeklődését, az utóbbi vaskoros elkötelezettségét megmutatkozni látjuk olyan lelőhelyek, mint Nagyberki – Szalacska (Somogy vármegye) korai légi fényképezésében. Hasonló magyarázat húzódhat meg az Érd/Százhalombattáról (Pest vármegye) a Magyar Nemzeti Múzeumban őrzött légi fényképek esetében, amelyeket azonban már Neogrády utódja, Gersi I. készített. A Duna mentén 1940-ben készített légi fénykép-sorozatot először Radnai L. használta a *limes*-út és az őrtornyok azonosítására. Banner J. pedig elsőként készített régészeti célú légi fotó térképet Magyarországon (Hódmezővásárhely-Nagyatársánc, Csongrád-Csanád vármegye). A hazai kutatások szempontjából is érdekes adalék, hogy O.G.S. Crawford legalább kétszer, 1931-ben és 1932-ben járt Romániában, amelynek során feltehetően a Csörsz-árok rendszeréhez tartozó jelenségeket figyelt meg. 1938-ban pedig egy Belgrád – Budapest repülőút során a Bácskai-sáncokat észlelhette. Megfigyeléseit a III. katonai felmérés segítségével rögzítette és publikálta (CRAWFORD 1950). Ugyancsak 1938-ban Németországban járt, előadást tartott, amelyhez kapcsolódóan részben angliai, részben németországi régészeti légi fotókból válogatott kötet jelent meg (BUTTLER et al. 1938). Nyilvánvaló szándéka a közép-európai kutatások serkentésére a világháború kitörése, majd Európa két részre szakadása miatt sikertelennek tűnhet. Nem elképzelhetetlen azonban, hogy a rendszerváltás után az angol kutatók (pl. a Crawford hatására a régészeti célú légi fényképezést választó J. K. S. St Joseph) részéről megnyilvánuló felfokozott érdeklődésben a térség országainak kutatási lehetőségei iránt az *Antiquity* alapítójának egykori tapasztalatai is szerepet játszottak.

Miközben Angliában és a kontinens bizonyos részein a mérsékelt éghajlaton folytatott szántóföldi gazdálkodásra jellemző, a növény-jeleken alapuló légirégészet kialakulását figyelhetjük meg a II. világháború előtt, aközben a Szovjetunióban, Üzbegisztánban, az Aral-tótól délkeletre, a régi Hvárezm felsivatagos, sivatagos területén szerveztek sikeres légirégészeti expedíciót 1946-ban. Hasonlóan A. Poidébard 1930-as években folytatott szíriai kutatásaihoz, Sz. P. Tolszov is elsősorban az álló emlékek felderítésére (várak), illetve a kiszáradó területen kiépített csatorna-rendszerek térképezésére vállalkozott (TOLSZTOV 1950, 41-66).

A korábbi kutatástörténeti összefoglalások általában kevés figyelmet szenteltek annak a ténynek, hogy a II. világháború után korántsem csak a szocialista országokban indultak el nehezen a légirégészeti kutatások. Adataink alapján az egész kontinensre jellemző, hogy az 1950-es évek közepe – második fele előtt sehol sem kezdődött el, vagy folytatódott a munka. Az eleinte a kontinensen élenjáró Németországban a repülési korlátozások, Svájcban pedig

inkább a tapasztalatok hiánya gátolta a módszer alkalmazását. A szakterület fejlettsége ma sem egyenletes Nyugat-Európában, sokszor még országokon belül sem. Az 1960-as évek óta nagy archívumok épültek fel Franciaországban, Belgiumban, Olaszországban, Németország déli részein, Ausztriában, kevesebbet tudunk viszont a skandináv területekről és a Mediterráneum jelentős részéről. A szocialista országok esetében egységesen a módszer teljes ellehetetlenülését feltételezhetnénk, azonban ezt ma már árnyaltabban látjuk. Csehszlovákiában már 1949-ben tudunk sikeres régészeti légi fényképezésről (VISY 1997, 24), 1967-ben pedig Prágában francia légirégészeti kiállítás volt és azt követően is rendszeresen foglalkoztak a módszerrel (GOJDA 1994). Lengyelországban főként a kora középkori várakat fényképezték az 1970-es évektől, Romániában pedig az 1970-es évektől egészen 1986-ig rendszeres légirégészeti tevékenység folyt (STEFAN 1986). Összegezve tehát, Közép-Európára az egyenetlen fejlődés volt jellemző, kiugróan jól kutattott területekkel, mint Dél-Németország és az 1990-es évekig teljesen ismeretlen térségekkel, mint a szocialista országok jelentős része, vagy éppen Svájc.

Mindezzel egyáltalán nem kívánjuk a politika szerepét csökkenteni, csupán arra szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy más, korábban nem emlegetett tényezők is közrejátszottak ezeknek a különbségeknek a kialakulásában. Mindenekelőtt érdemes észrevenni, hogy Franciaország jelentős része – Nagy-Britanniához hasonlóan – jól kutatható, ami mindkét országban sikerre ítélte a módszert, ellentétben Svájjal, amelynek hegyvidéki karaktere miatt sokáig nem hittek a légirégészet alkalmazhatóságában. Bajorország esetében pedig nemcsak a politikai nyitottságnak és a jelentős anyagi háttérnek volt szerepe, hanem annak is, hogy valószínűleg Európa egyik legjobb természetes adottságú régiójáról van szó. Enélkül nem jöhetett volna létre egy, már az 1990-es években több mint 700.000 légi felvételt számláló gyűjtemény Münchenben. A szocialista országok lemaradása pedig az általános technológiai hátrányuknak is köszönhető volt. Ez nemcsak a fényképezőgépekre és a filmekre, hanem a teljes repülési infrastruktúrára, sőt részben a térképészeti háttérre is igaz volt. A politikai korlátok hatása mellett a technológiai hiányosságok is megmutatkoztak az 1990-es évek elején, az újrakezdekéskor. Az akkori vezető légi régészek (pl. R. Goguey, O. Braasch, R. Bewley, stb.) nem a II. világháború előtti időszakra jellemző, a térképészeti célú légi fényképezésekhez hasonló technikát, hanem a ferde tengelyű módszert részesítették előnyben, ami egyfelől nagyon megnövelte a hatékonyságot, másfelől komoly technológiai háttérrel igényelt az értelmezések, a fotótérképek elkészítése során. Ez a technológiai váltás paradox módon valószínűleg összefüggött a hagyományok bizonyos mértékű megszakadásával, a kontinens egészére jellemző, Angliához képest későbbi kezdéssel/újrakezdéssel.

Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy a II. világháború alatt és után óriási mennyiségű légi fénykép (COWLEY et al. 2010), az 1960-as – 1970-es évektől pedig egyre több úrfelvétel készült (az archívumok adatait és elérhetőségét lásd: CZAJLIK 2022a, 114-117), ami fenntartotta a régészek egy részének érdeklődését a függőleges tengelyű fotók alkalmazása iránt. Noha ezek a felvételek sem repülési magasság, sem évszak, sem napszak szempontjából nem ideálisak az archeológia szempontjából, szorgos aprómunkával rengeteg információ nyerhető ki belőlük.

Magyarország esetében különösen kontrasztos a kép, hiszen egyfelől Európa egyik legjobb adottságú térségéről (BEWLEY et al. 1996) van szó, amely az 1990-es évekig politikai okok miatt nem volt fényképezhető, vagyis O. Braasch buzdító cikkei (pl. BRAASCH 1995, 1997, 1999) ránk különösen is vonatkoztathatók voltak. Másfelől viszont az archív térképészeti célú légi fotókkal jól kutatható vonalas jelenségek megismerésében az adott korban nemzetközileg is releváns, de ma is meghatározó, vagy támpontot jelentő eredmények születtek, - gondolunk itt főleg a pannoniai *limes* (VISY 1988, 2000), illetve a Csörsz-árok (GARAM et al. 1983, 2003) feltérképezésére.

Az 1990-es évektől, jelentős nyugat-európai segítséggel az egész közép-európai térségben megindulhattak a ferde tengelyű légirégészeti kutatások. Ezeknek köszönhetően egyre jobban megismerjük a Közép-Európára jellemző lelőhely-típusokat, azaz a megkezdődhetett a légi fényképek morfológiai osztályozása, gyűlnek a tapasztalatok a jellemző jel-típusokról, a repülések számára kedvező időszakokról és nyugat-európai léptékben is számottevő

gyűjtemények alakultak ki (Bécs, Prága, Nyitra, Poznan, ELTE – Budapest, PLT - Pécs). A hazai kutatás különösen sokat köszönhet R. Gogueynek (1921 - 2015) és O. Braaschnak (1936 - 2021), akiknek meghatározó szerepe volt a budapesti (ELTE), illetve a pécsi (PLT) gyűjtemények létrejöttében és az ott dolgozó kutatók pályafutásának elindításában. Nekik köszönhető, hogy a hazai régészetben először, már 1992-1993-tól GPS-t használtunk a pozíció meghatározására, igaz, hosszú időn keresztül kombinálva a hagyományos panorámaképes, leírással működő módszerekkel. Más utat járt be a Régészeti Intézet kutatója, Miklós Zs., aki Talabos G. repülővezetővel együtt alakította ki a régészeti célú légi fényképezés módszereit. Ők voltak az elsők Magyarországon, akik egész évben rendszeresen repültek, - erre elsősorban az erődítések kutatása miatt volt szükség. Nemcsak a repülési technikával, hanem a különféle kamerákkal, filmekkel is kísérleteztek, így használt Miklós Zs. a hazai kutatók közül először hamis színes infra filmeket (CZAJLIK 2022b).

A 2000-es évek közepén újabb – ezúttal már egész Európában nagyjából egyszerre jelentkező technológiai kihívással álltunk szembe, ami egyrészt a digitális átállást, másrészt a jobb minőségű, a korábbinál gyorsabb fényképezést lehetővé tévő Leica-formátumú kamerák és különösen a nanotechnológiás, jó átfogású zoom-objektívek megjelenését jelentette. Végül a 2020-as évektől elérhetővé vált az okostelefonos navigáció, ami jelentősen segíti a már ismert lelőhelyek intenzív fotótérképezését. A hatékonyság növelése, a precíz tervezés és fotócélpontba érkezés különösen fontos a tematikus kutatásoknál (kataszterezéseknél), így pl. a római villák (SZABÓ 2020), vagy a vaskori halomsírok (CZAJLIK 2021) esetében.

Az utolsó évtized az optikai módszereket használó távérzékeléses kutatásokban a digitalizáción túl is óriási változásokat hozott, elsősorban az új platformok megjelenésével, illetve a régiak lehetőségeinek átalakulásával. A műholdas rendszerek közül először a Landsat TM-et használtuk, főként térképhelyettesítő céllal. Nagyjából ugyanekkor váltak elérhetővé a DISP-felvételek, majd a kereskedelmi műholdas, végül a Google Earth, Bing, stb. rendszerek. Ezek mellett, hogy sok tekintetben kiváltják a térképek használatát, lehetőséget nyújtanak az irodai/képernyős lelőhely-kutatásra is.

A másik fontos új platformot a drónok jelentik, amelyek két olyan módszert is visszahoztak a légirégészetbe, amelyek ferde tengelyű légi fényképezéssel nem oldhatók meg hatékonyan. Az egyik a 19. századi ballonokat idézi, ideértve azok Csehszlovákiában, az 1970-es években használt utódait, továbbá a különféle kite-okat, stb., vagyis az ásatási területek függőleges tengelyű fényképezését. A másik lehetőséget a programozott repülésekkel megoldható térképező funkció jelenti, amikor nagyobb területekről készíthető átfedéssel vertikális felvétel-sorozat, így nemcsak fotótérkép, hanem digitális felszínmodell (RUPNIK 2022), sőt a növények magasságkülönbsége alapján értelmezés is alkotható (SZABÓ 2016, 66-73).

Végül itt kell jelezni, hogy a korábban elsősorban az alkalmatlan időpont miatt nem, vagy alig használható hazai ortofotókkal szemben a MePAR számos esetben reális lehetőséget jelent, - a nagyobb területek átfogó kutatásában. Hasonlóan a légi lézeres szkenneléshez (ALS), mindegyik új platform a távérzékeléses lehetőségeket bővíti, egyik sem alkalmas azonban arra, hogy a másikat kiváltsa. Az optikai megoldások hatékony alkalmazásához, a segítségükkel nyert adatok feldolgozásához pedig minden esetben szükség van azokra a tapasztalatokra, amelyek a régészeti célú légi fényképezés több mint 100 éves történetéből leszűrhetők.

II.A Az optikai távérzékeléses módszerekkel gyűjthető régészeti adatok forrásai, az észlelést meghatározó természeti adottságok és folyamatok, a különféle jelek kialakulása

Az optikai távérzékeléssel gyűjthető régészeti adatok észlelését az állandónak tekinthető, illetve a változékony természeti adottságok és folyamatok kihasználása teszi lehetővé. Az optikai távérzékeléses módszer kezdetben a ballonisták, majd a korai légi felderítők térképészeti célú felvételeit, később a ferde tengelyű, csak a régészetben használt légi fényképezést jelentette. A M. Gojda által „Air Survey” néven összefoglalt technológia esszenciális eleme a távérzékelés,

amelybe az archív felvételek feldolgozása és a ferde tengelyű légi fényképezés mellett számos más repülő eszköz (drón, modern térképészeti célú légi fényképezés, műholdas felvételezés) tartozik bele. Valamennyi platform esetében – hasonlóan a légi fényképezés más felhasználási területeihez – a látható fénytartomány mellett alkalmazható a NIR (Near InfraRed, azaz a közeli infravörös), a termális és a multi/hiperspektrális távérzékelés. A rokon területek között önállóan tekinthető a légi lézeres letapogatás (ALS), továbbá régóta kísérleteznek a geofizikai eljárások távérzékeléses alkalmazásával.

Amíg a földtani/geomorfológiai és a talaj-viszonyok állandó, vagy csak nagyon lassan módosuló, a felszínborítás lassan változó tényezők, addig az időjárás minden eleme (a csapadék mennyisége, a hőmérséklet, a szélviszonyok, stb.) rövidtávon is változékony természeti adottságnak tekinthető. A felsorolt faktorok jelentősége a tapasztalatok alapján nem azonos, a legfontosabbak a földtani/talajtani viszonyok, a felszínborítás és a csapadék-mennyisége.

A földtani-geomorfológiai háttér hatását először a kavicsos (homokos) hordalékkúp-síkságok kedvező kutatási lehetőségei alapján ismerték fel. A Temze-völgy (GOJDA 2020, 67), majd Bajorország (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982, Abb. 20), a Lajta-medence (DONEUS 1995), a Svájci-felföld (LECKEBUSCH 1991), az Elba mente Közép-Csehországban (HEJCMAN – SMRŽ 2010), a Pesti-síkság (GOGUEY et al. 2003, 6. kép) és a Mura-vidék (KERMAN 2002) kutatása ezt támasztják alá. Alsó – Ausztriában és a Dél-Dunántúlon jól kutathatóan bizonyultak a löszös területek, Champagne-ban a mészkőplatók.

Noha a talaj-adottságok nem függetlenek a földtani/geomorfológiai háttértől, részletes kutatásukra kevés példát ismerünk. Csehországban a gabonák növekedési eltérései legjobban homokos talajok esetében látszóttak (GOJDA – HEJCMAN 2012). G. Stunk-Lichtenberg kavicsos/homokos és löszös területeken is azt tapasztalta, hogy a régészeti kitöltésekben a szemcseméret kisebb, ami lényegesen nagyobb szemcsefelszín jelent, azaz magasabb víztartalom megtartását teszi lehetővé (STUNK-LICHTENBERG 1965). Löszös területek régészeti kitöltéseiben H. Stanjek és J. Fassbinder 100-160-szoros szervesanyag-tartalom emelkedést mértek (STANJEK – FASSBINDER 1996), ami ugyancsak háttére lehet a növények erőteljesebb növekedésének. M. Gojda és M. Hejzman kutatásai alapján a pozitív növekedési eltérés különösen jellemző a temetkezések felett, amelynek oka az eltemetett testből származó foszfor lehet (GOJDA – HEJCMAN 2012).

Könnyen belátható, hogy a felszínborítás típusának és általában a felszínborítási viszonyoknak döntő szerepe van a légirégészeti kutathatóságban. A beépített területek kizárják, a szántott zónák erősen támogatják a módszer alkalmazását. A zártkertek, erdők, szőlők/gyümölcsösök pedig különböző mértékben és lelőhely-típustól függően alkalmasak a kutatásra. Mindezekon túl a felszínborítási viszonyok egyfelől a parcella-méretük révén, másfelől a kisparcellás művelésre jellemző mozaikosság miatt befolyásolják a kutathatóságot.

A szántóföldi művelés alatt álló területek légirégészeti kutatásában meghatározó szerepe van a csapadéknak. Hiánya már a vegetációs időszakon kívül növekedési különbségekhez vezethet, hiszen csökken, vagy megszűnik a beszivárgás, a talajnedvesség. R. Evans és R. J. Jones (1977) szerint a gabonafélék növekedési különbségei akkor kezdenek kialakulni, amikor a csapadék hiánya meghaladja az 50 mm-t. Az utóbbi mennyiségét a kora nyári időszakban a párologtatás mértéke meghaladhatja, ami önmagában is hiányhoz vezethet (EVANS – JONES 1977, 63-64).

Azoknak a hatásoknak és jeleknek a kialakulását, amelyek révén a régészeti jelenségek távérzékeléses módszerekkel azonosíthatók, először D. N. Riley publikálta analitikus igényrel (RILEY 1944), később R. Christlein és O. Braasch munkája vált gyakran idézetté (CHRISTLEIN – BRAASCH 1982).

A régészeti jelenségek egyre csökkenő hányadát domborzati eltérésként, növekvő részét viszont felszín alatti struktúraként észleljük. A domborzati eltéréseket általában az árnyékhatás révén, ritkábban az előntéses jelek segítségével tudjuk észlelni. Az árnyékhatás megfigyelését segíti a hóborítás, fokozza az alacsony napszög, továbbá minél kisebb a magassági eltérés, annál ferdebb megvilágításra van szükség. Az árnyékhatás mértéke a régészeti jelenség irányításától

is függ, ferde tengelyű légi fényképezésnél pedig annak is szerepe van, hogy a megvilágításhoz képest milyen irányból készítjük a felvételeket. Főként alacsony ártereken, esetleg belvizes/elárasztott területeken a domborzati különbséget az előtérés teheti légi fényképezéssel jól dokumentálhatóvá.

A felszín alatti régészeti struktúrákat a talaj-jelek (nedvesség-jelek, fagy-jelek) és a különféle növény-jelek teszik megfigyelhetővé. A talaj-jelek a domborzati különbségekhez hasonlóan állandóan észlelhetők, fontos forrását jelentik a vegetációs időszakon kívül azonosítható régészeti jelenségeknek. Részben a környezettől eltérő színük, részben magasabb víztartalmuk teszi lehetővé felismerésüket. Az utóbbiakat külön kategóriaként is kezelhetjük, D.N. Riley a *damp-mark* kifejezést használta rájuk (RILEY 1944, 4). A nedvesség-jelek kialakulása, vagyis az átnedvesedés mértéke falak esetében eleve kisebb, mint az árkoknál. Az átnedvesedő talaj élénkebb színe pedig jól megmagyarázható a reflexiós görbe segítségével, amely megmutatja, hogy az üledékek vizet felvéve sötétebb árnyalatúvá válnak (DONEUS 2013, 154-155, 167). A talaj-jelek (vagy a nedvesség-jelek) másik változatát a fagy-jelek jelentik, amelyek arra vezethetők vissza, hogy a magasabb nedvességtartalmú talaj-részekben a víz nagyobb hőkapacitása miatt lehűléskor lassabban csökken a hőmérséklet, melegedéskor pedig kevésbé gyorsan nő. Ez befolyásolja a vékony hó megmaradását, amely így képes közvetíteni számunkra az anomáliákat.

A ferde tengelyű légirégészeti kutatások legsikeresebb, egyben legnagyobb tapasztalatot igénylő ága a növény-jelek azonosítása. Hasonlóan a talaj-jelekhez, negatív (falak) és pozitív (gödrök, árkok, stb.) növény-jelek egyaránt vannak, észlelésüket az színek mellett a magasságkülönbség segíti. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 2022. június 1-én Magyarország területének 45%-án folytattak szántóföldi művelést. A legnagyobb arányban (több mint 1,1 M hektáron) a legjobb jelzőképességű őszi búza (*Triticum aestivum*) és az árpa (*Hordeum vulgare*) termelt. A gabonák színei az érés során zöld/zöld – zöld/sárga – sárga/sárga irányban változnak, a legnagyobb eltérést mutató zöld/sárga fázis általában rövid ideig tart. Több mint 1,1 M hektár a kukorica (*Zea mays*) vetésterülete, jelzőképességének felismerése az ausztriai és a hazai légirégészeti kutatásoknak köszönhető. Ugyancsak e két országban szerzett tapasztalatok alapján érdemes figyelni a több mint 250 ezer hektáron termelt repcét (*Brassica napus*). Nagy vetésterülete miatt (több mint 650 ezer hektár) fontos lenne a napraforgó-táblák (*Helianthus annuus*) megfigyelése, egyelőre azonban csak külföldről rendelkező pozitív tapasztalatokkal (GOJDA 2020, fig. II.9, bal oldali képek). Jó jelzőképessége ellenére a kis vetésterület miatt sem a borsó (*Pisum sativum*), sem a cukorrépa (*Beta vulgaris*) nem szolgáltat túl sok adatot a hazai kutatásokban. Új lehetőséget jelent a statisztikában nem felismerhető facélia (*Phacelia tanacetifolia*), amelynek lilásszínű tábláiban nagyon finom növekedési különbségekkel mutatkozhatnak meg a régészeti jelenségek. Végül érdemes figyelni a 200 ezer hektár körüli területen termelt, évelő növényként a fentiekhez kissé eltérő stratégiával kutatható lucerna (*Medicago sativa*) földekre is.

II.B A légirégészeti kutatások módszertana

A doktori mű kiemelt célkitűzése volt a részletes módszertan bemutatása. A kisgépes légirégészet metodikája köztudottan csak hosszú évek alatt megszerzett gyakorlati tapasztalatok révén sajátítható el, végezhető hatékonyan. Talán ezzel is összefügg, hogy az egyébként igen gazdag szakirodalom e tekintetben elég szűkös, utoljára J. Dassié foglalta össze részletesen az ismereteket (DASSIÉ 1978). A módszerek az alternatív lehetőségek (műhold, modern ortofotó, drón) ellenére két okból is friss összegzést igényeltek: egyrészt a fent bemutatott, a természetes adottságok által biztosított lehetőségekre a leginkább flexibilis megoldást változtatlanul a ferde tengelyű régészeti célú légi fényképezés jelenti, másrészt a nagy archívumok légi fotóinak feldolgozása nem képzelhető el e felvételek készülési körülményeinek beható ismerete nélkül.

A légitársasági kutatások a technikai háttér megteremtésével, illetve az adatgyűjtéssel, felkészüléssel kezdődnek, ezt követően bemutatjuk a stratégiát, a légi felvételek feldolgozását, végül a rokon módszerek eltérő lehetőségeit.

A technikai háttér esetében a repülő- és a fényképező-eszközök mellett ma már elengedhetetlenek a jó helymeghatározó és navigációs módszerek. A repülőgéppel szemben támasztott követelmények a biztonságos üzemelés, a jó manőverező képesség, a fotó-kilátás és a megfelelő hatósugár. Nem minden sportgép manőverezhető könnyen a célterületre, számos típusból kifejezetten nehéz jó fényképeket készíteni. Mindezeknek a kritériumoknak az 1970-es évek óta egész Európában a Cessna gépcsalád 152-es, vagy 172-es változata felel meg legjobban, ezekkel Budaörsről indulva 50 km-es sugarú körben rövid, 160 km-es sugarú körben hosszabb utakat tehetünk, tankolással, vagy a bázisrepülőter áthelyezésével pedig az egész ország berepülhető.

A fényképező eszközökkel kapcsolatos legfontosabb elvárás a jó rajzolatú, nagy fényerejű objektív, mert ezen múlik leginkább az elkészítendő kép minősége. Amíg az úttörő generáció fix alap-objektíveket használt és inkább a gép magasságát változtatta, addig ma a széles átfogású (pl. Nikkor 120/24-es) nanokristályos technológiával készített objektíveket használjuk, amelyekhez megbízhatóan működő, teljes képmezős, nagy tárolókapacitású (pl. Nikon D750) kamera csatlakozik. Ennek stabilan kell működnie melegben és hidegben egyaránt, nem lassulhatnak a rövid (1/500-as és 1/800-as) záridők, a vezérlésnek és képméntésnek a sportfotózáshoz hasonló követelményeknek kell megfelelnie.

Közhely, hogy előkészítés nélkül nem érdemes régészeti terepi munkát végezni, ez azonban fokozottan igaz a légitársaságra. A rosszul előkészített repülés felesleges pénzköltés, ráadásul elveszi az időt a jobban eltervezett fényképezésektől. Előzetesen meg kell ismerni a terület földtani, geomorfológiai, felszínborítási viszonyait, továbbá lehetőség szerint az aktuális csapadék és beszivárgási adatokat. A lelőhely-adatbázisok, a rokon módszerekkel gyűjtött információk, a publikált légi fotók és a távérzékeléses felvételek átnézése a pontos időpont kiválasztása szempontjából is fontos. A felkészülés részletei, mélysége attól is függenek, hogy általános, vagy tematikus kutatásról, esetleg egy adott régió rendszeres megfigyeléséről, vagy örökségvédelmi feladatellátás keretében, adott esetben szűk határidővel elvégzendő repülésről van-e szó?

A megfelelő légi fényképezési időablak kiválasztása sok paramétertől függ: fény, szél, hőmérséklet, domborzat, felszínborítás állapota, évszak, vízszintes és függőleges látás, stb. Nem mindig lehet egy adott időszakon belül minden régióban az ideális pillanatban repülni, törekedni kell azonban az optimális helyzetek megkeresésére. A különféle kutatási régiókra sokféle, rugalmasan változtatható tervvel kell készülni, mert a megvalósíthatóság mindig az aktuális időjárástól függ.

A repülés történetét vérrel írták, mind a repülésre/fényképezésre alkalmas napok/órák meghatározása, mind a technikai, vagy időjárási problémákra való megfelelő reakció a repülővezető felelőssége, amit semmilyen régészeti szakmai érdek nem írhat felül. Az útvonalát és a célterületeket a légi fotó régész határozza meg, a munka során a pilóta navigál, a fotózással kapcsolatos manőverezés pedig a repüléstechnikai lehetőségeknek és a légi fényképész kéréseinek megfelelően folyik. A régészeti jelenségek, az új lelőhelyek észlelése mind a repülővezetőnek, mind a légi fényképész régésznek feladata. Fontos tehát, hogy a pilóta a régészeti jelenségek felismerésében legalább az alapok tekintetében tájékozott legyen.

Az adatok elsődleges feldolgozásának célja ugyanaz, mint bármilyen régészeti terepi munka esetében: az egymáshoz kapcsolódó információ strukturált, egyértelmű archiválása, válasz arra a kérdés-sorra, hogy melyik felvétel hol készült, milyen körülmények között és nagyjából milyen régészeti jelenséget ábrázol? A digitális kamerákhoz közvetlenül kapcsolt GPS-szel, vagy loggerrel a koordináták a kép-file-ban rögzíthetők, de különféle gyakorlati problémák miatt megbízhatóbb megoldás a nyomvonal (*tracklog*) rögzítése és összefűzése az idő-adatok

alapján a fényképekkel. Az alap-adatokat Excel-táblázatokban kielégítően lehet rögzíteni, de az erdélyi légi fényképezéseinkhez kapcsolódóan Bartus D. Rupnik L. közreműködésével egy online adatbázist is létrehozott (CZAJLIK et al. 2020). Az értelmezés bizonyos értelemben már a fedélzeten elkezdődik azzal, hogy igyekszünk csak a régészetiileg releváns információkat rögzíteni. Ez elsősorban a nem régészeti jelek tudatos kiszűrését jelenti. Nem, vagy csak esetenként rögzítünk geomorfológiai (tehát a régészeti információknál többnyire idősebb), illetve az újkori, vagy modern jeleket. A kora nyári időszakban előfordul, hogy a korábbi repülésekből, vagy más platformok révén már jól ismert régészeti jeleket nem rögzítjük, mert a rendelkezésre álló idő függvényében szelektálni kell.

Mindig prioritás az új, korábban nem észlelt adatok dokumentálása. A régészeti célú légi fényképezés során végzett elő-értelmezés, vagy szűrés mára kritika tárgyává tette a technológiát, szemben a megfigyelő válogatását nem tükröző, vagyis passzív megoldásokkal, így például a térképészeti légi fényképezéssel szemben (VERHOEVEN – SEVARA 2016, VERHOEVEN 2017). Egyfelől azonban tény, hogy a nagy európai régészeti légi fénykép archívumok túlnyomóan ferde tengelyű, a fényképészek által elő-értelmezett/szűrt adatokat tartalmaznak, másfelől a teljességre való törekvés drámaian lecsökkentené a módszer hatékonyságát, vagyis éppen az az előnye szűnne meg, ami miatt az 1950-es évek végétől alkalmazni kezdték (CZAJLIK et al. 2021, 1-3).

A részletes feldolgozásnak két fontos lépése van, az illesztés, illetve az értelmezés. Függetlenül attól, hogy a felvételezés függőleges, vagy ferde tengelyű volt, az értelmezéshez használt légi fényképeket illeszteni/georeferálni kell. Ez minden esetben adatvesztéssel jár, többek között ezért is szükséges minden eredeti fotó megőrzése. A ferde tengelyű felvételek esetében a filmes korszak végéig csak körülményes eljárásokkal lehetett az illesztéseket elkészíteni, ezért általában csak az arra leginkább alkalmas légi fotók esetében történt ez meg. A digitális korszakban mind az ismert helyzetű földi pontok segítségével végzett illesztés, mind a képfeldolgozás és értelmezés hatékonyabbá vált. Az új lehetőségeknek megfelelően a légi fényképezés kissé át is alakult, egy-egy lelőhelyről a korábbinál több, közte az illesztés szempontjait a lehetőségekhez képest figyelembe vevő felvétel készül. A digitális feldolgozás ellenére ma sem kis feladat egy akár csak 4-5 km²-es terület értelmezése, ezért a teljes feldolgozások, különösen a nagyobb mikroregionális léptékű légi fotótérképek ritkák a légirégészeti kutatásokban.

A régészeti célú távérzékeléses kutatásokban (M. Gajda meghatározásával Archaeological Remote Sensing) optikai módszerekkel dolgozó csoportjában négy különböző platformot tudunk használni. A műholdas rendszerek akár 700 km-nél nagyobb pályamagasságban dolgoznak. A DISP (Declassified Intelligence Satellite Photograph) programnak köszönhetően az utóbbi évtizedekben már az 1960-as években készült kém-műholdas adatok is elérhetővé váltak, Rózsa Z. Orosházánál és Székkutasnál (Békés vármegye) erődítéseket azonosított segítségükkel (RÓZSA 2010, 10-11). A Landsat TM jóval gyengébb felbontású hamis színes infra felvételeit az 1990-es években térkép-helyettesítő célokra használtuk (RACZKY et al. 1997). Újabb lehetőséget jelentenek a kereskedelmi műholdak (pl. IKONOS-2, Quickbird) felvételei. A 2009-től ingyenes Google Earth-rendszer segítségével térségünkben nagyon jól kutathatók az erődített települések (vö. SZEVERÉNYI – KULCSÁR 2012, BERTÓK – GÁTI 2014). Jellemzően talaj-jelek révén mutatkoznak meg a vonalas jelenségek (utak, hosszanti sáncok), illetve a parcellázási nyomok (BÖDŐCS 2020). Jóval ritkábban, de növény-jeleket is észlelhetünk a műholdas felvételeken. Ezeket nemcsak régészeti lelőhelyek, hanem jelenségek is megfigyelhetők. További előrelépés várható a Pléiade ikerműholdaktól, amelyek képeinek térbeli felbontása 0,3m (CZAJLIK 2022a, 143).

A korábban 1000-2000 m-es magasságból, ma már jellemzően 5000-6000 m-ről készített térképészeti ortofotók különböző, korábban nehezen kutatható archívumokban (részletesen lásd: CZAJLIK 2022a, 114-123) találhatóak. Közülük a hazai kutatásokban a legnagyobb szerepe a Lechner Tudásközpontnak van, amely anyagának egyre nagyobb hányada áll

rendelkezésre webes felületen keresztül (fentrol.hu). 2021-től érhető el a fenti intézmény másik nagy légi fotós archívuma, a MePAR (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer), amelyben 0,4m-es térbeli felbontású, számos esetben a régészeti kutatás szempontjából kedvező időpontban készült ortofotók vannak. A MePAR keretében végzett ortofotózások előnye, hogy szerencsés esetben egész régiókról kaphatunk olyan légi fényképes információt, ami nemcsak a régészeti lelőhelyek, de bizonyos esetekben a jelenségek azonosítását is lehetővé teszi. Komoly hátrányt jelent viszont, hogy alacsony napszög esetén (általában 35 fok alatt) nem készülhetnek felvételek, vagyis a növény-jelek kizárólag szín-eltéréssel figyelhetők meg ezeken a felvételeken, a jóval gyakoribb és hosszabban észlelhető magasság-eltérés révén nem. A jellemzően alacsony (5-300 m) munkamagasságú drónos platform jóformán követhetetlen fejlődését nevezte S. Campana a „drónok dzsungelének” (CAMPANA 2017, 278). A kismagasságú függőleges kameratengelyű fényképezés szempontjából gyökerét a ballonos módszer jelenti, nem véletlen, hogy az egyik legnépszerűbb alkalmazási területe az ásatási felszínek fényképezése. Fontos kapcsolódó felhasználási lehetőség az ismert régészeti lelőhelyek gyakori drónos megfigyelése, de talán az egyik legnagyobb lehetőséget a programozott repülések révén megvalósítható, nagyobb területeken nagy átfedéssel elvégzett, fotogrammetriai feldolgozásra alkalmas légi fényképezések jelentik. A platform különlegessége abban rejlik, hogy mind az aktív, azaz a drónpilóta által befolyásolt, tallózó légi fényképezésre, mind a *quasi* automatikus passzív felvételezésre használható.

Gyakran megfogalmazott kérdés, hogy vajon hosszabb távon mire lesznek képesek a röviden bemutatott régi/új platformok, milyen fejlődés várható tőlük? Jósolni nehéz, de valamennyi módszer előnyeit-hátrányait felmérve, egyelőre nem tűnik valószínűnek, hogy ne párhuzamosan fejlődjenek tovább. Véleményünk szerint még a jelenleg leghatékonyabb módszer, a ferde tengelyű légi fényképezés is fejleszthető, ami törvényszerűen egyre több friss adatot fog eredményezni. Ezek kiszűrése, illesztése és feldolgozása fogja a jövő igazán nagy módszertani kihívását jelenteni.

III. A doktori mű főbb eredményei

A doktori mű eredményei eltérő karakterű kutatásokból származnak. A kutatástörténet, a módszertan és a jelek kialakulásának okaira vonatkozó újdonságok mellett új összefüggéseket írtunk le a morfológiai elemzések és az eredményesség kérdéskörében.

III.A Új eredmények a kutatástörténetben, a módszertanban és a jelek kialakulásának okaival kapcsolatban

A légirégészet egész Európára vonatkozó mozaikos fejlettségének kimutatása fontos újdonság, ami egyben az egész közép-európai térség kutatását is felértékeli. Ugyancsak az európai kutatásokkal összevetve lényegesek a módszertan részletei, amelyek számos adaptált elem mellett jelentős eltéréseket is tartalmaznak. Csökkentettük a munka-magasságot, bevezettük a zoom-objektívek, a digitális helymeghatározás és a navigáció használatát. A lelőhelyek fényképezése során a jól felismerhető pontok rögzítésével segítjük a beillesztésen alapuló értelmezések elkészítését.

Az állandónak tekinthető természetes adottságokat vizsgálva, a löszös területek különböző mértékű alkalmassága, valamint a kavics hordalékkúp-síkságok egy részénél a geomorfológiai adottságok kedvező hatása állapítható meg, ez megfeleltethető az európai eredményeknek. Részletesebb kutatás keretében geomorfológus és talajtanos szakembereket bevonva mintaterületek (Duna – Tisza-köze, Sió – Sárvíz-völgy, Rába-köz) segítségével vizsgáltuk tovább a kérdést. Tanulmányunkban az ELTE BTK RTI Légirégészeti Archívuma, valamint a megújított hazai talajtani adatbázis alapján, statisztikai módszerekkel (Kolmogorov-Smirnov-

és Random Forest-teszt) a talajtani változók viszonylagos túlsúlyától függő – geomorfológiailag jól indokolható – különbségek markáns hatását mutattuk ki a régészeti célú légi fényképezés eredményességére vonatkozóan. Az elemzés alapján a talaj-típusoknak a légi fotó lelőhelyek azonosíthatóságára csak közvetett hatásuk van, meghatározó jelentőségű viszont a földtani háttér. Ugyanakkor azonos földtani háttér mellett is nagyon markáns különbséget okozhatnak az eltérő geomorfológiai/felszínfejlődési folyamatok (CZAJLIK et al. 2021).

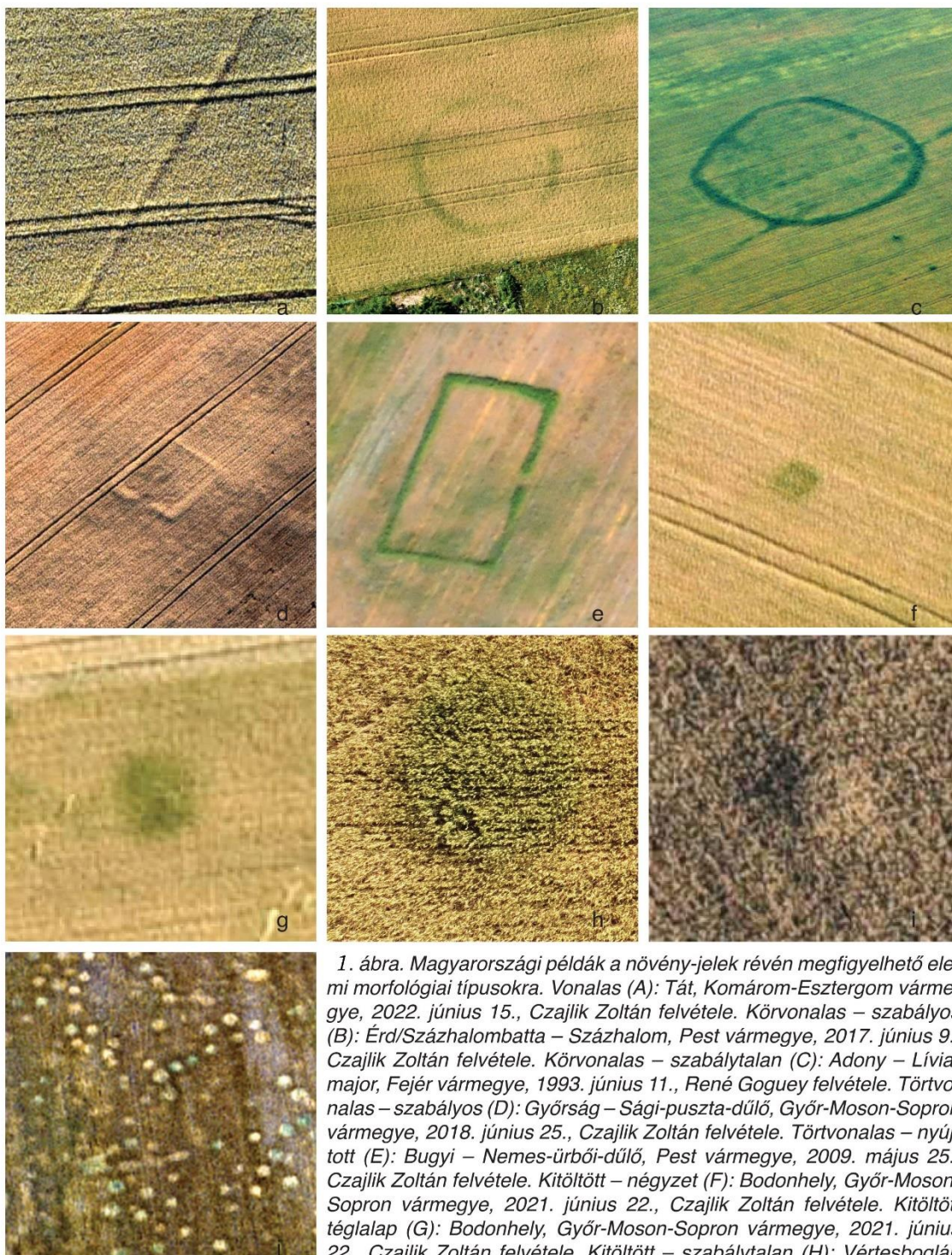
A talajnedvesség-deficit a nemzetközi tapasztalatoknak megfelelően a hazai növény-jelek észlelésében is meghatározó jelentőségű. A meteorológiai adatok használata mellett fontos felismerés a vetésterületre vonatkozó statisztikai adatok elemzése. Különösen a nagy területen termesztett kukorica esetében, amelynek a kutatási lehetőségeit a közép-európai kutatók, közöttük jómagunk ismerték fel. Más specialistáktól nem láttuk eddig az egyre gyakrabban vetett facélia kutathatóságának felismerését.

A fagy-jelek tartósságával kapcsolatban szerzett tapasztalataink eltérnek a nemzetközitől, véleményünk szerint télies időjárás esetén célzott felderítésük a jövő fontos feladata. Ugyancsak lényeges annak felismerése, hogy a különféle légi fényképes platformok nem konkurens szerepűek, egymást csak bizonyos esetekben váltják ki, a helyes stratégia a konkrét feladatnak megfelelő, komplementer jellegű használatuk, az adatok és eredmények folyamatos összehasonlítása.

III.B Új eredmények a jelek morfológiai osztályozásában és régészeti értelmezésében

A légirégészeti kutatások egyik legfontosabb eredménye az egykori emberi tevékenységgel kapcsolatos jelek osztályozása és régészeti értelmezése. Ehhez ki kellett alakítanunk a fotó-olvasás hazai gyakorlatát, azaz azokat a fogalmakat és meghatározásokat, amelyek segítségével az egyes légi fotó lelőhelyeket jellemezzük. A leírásokban a morfológiai klasszifikáció és az archeológiai interpretáció mellett fontos a nem régészeti eredetű, de az értelmezést segítő (pl. feltöltődött patakmeder települési jelenségnél), illetve az eltérő eredetű jelek felsorolása.

Morfológiai rendszerünket korábbi saját kísérletek nyomán, az európai (vö. EDIS et al. 1989, GOJDA – HEJCMAN 2012) példák ismeretében, részben azok adaptációjával alakítottuk ki. Elemi morfológiai típusokra épül (1. ábra): vonalas, körvonalas (szabályos/szabálytalan), törtvonalas (szabályos/nyújtott), kitöltött (négyzet/szabálytalan) és pont (önálló/pontcsoport). Ezek alapján kellett megalkotni a régészeti értelmezéseket úgy, hogy nagyon kevés esetben volt lehetőségünk önálló kontroll-kutatást végezni, illetve korlátozottan áll rendelkezésre olyan, a légi fényképek alapján elvégzett feltárásról publikált dokumentáció, amelyet fel tudunk használni. Új morfológiai típusokat is létre kellett hozni, hiszen Közép-Európában számos olyan régészeti jelenség-csoport van, amelyeknek nincs párhuzama nyugaton. A régészeti értelmezések nagy csoportjait a települések, a temetkezések, a nagyméretű vonalas, a határhasználattal, az erődítésekkel és a rondellákkal kapcsolatos jelenségek alkotják.



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

A települési jelenségek közül a legkönnyebb a kőépületek (római villák/villagazdaságok, templomok, más középkori épületek) elkülönítése. Ezek jellemzően kisebbek és nehezebben kutathatók, mint Nyugat-Európában. Térségünkben ritkábbak az oszlopszerkezetes épületek, elkülönítésük nehéz, több korszakra tartozhatnak. A légi fényképeken a térségünkben felismert típus a borona/gerendaváz (korábban alapárkos) épület. Nagy számban azonosítottuk őket az Északnyugat-Dunántúlon, de lefényképeztük őket Dél- és Kelet-dunántúlon, valamint a Pesti-síkságon is. Közép-Európában a települések zömét a földbe mélyített épületek alapján ismerjük fel. Minthogy Nyugat-Európára kevésbé jellemzők, a külföldi kutatók, főként az 1990-es években, nem figyeltek fel a típusra. Noha a nagyobb gödröktől való elkülönítésük nem mindig egyértelmű, a 2000-es évek óta több mint 700 ilyen lelőhelyet azonosítottunk Magyarországon. A földbe mélyített épületek méretei és arányai korszakról korszakra változhatnak, a topográfiai adatokkal összevetve keltezhetőek lehetnek (CZAJLIK 2022c). A felvételeken észlelhető, a földbe mélyített épületek mellett szabálytalanul elhelyezkedő gödrök/kutak nyoma ugyancsak településre utal. Sőt, a rendezetlenül azonosítható gödrök nyoma épületek hiányában is jelzi az egykori településeket, amelyeket sok esetben csak így tudunk azonosítani. A települések vonalas jelenségek alapján is észlelhetőek, az utóbbiakat azonban a Nyugat-Európában szokásosnál ritkábban tudjuk azonosítani. Bőny (Komárom-Esztergom vármegye) térségében római kori és középkori, Baracsnál (Fejér vármegye) római kori árok-rendszerek által felosztott területen figyeltük meg a települési jelenségeket. Az árok-rendszereket jól felismerhető orientáció jellemzi és az utóbbi számos esetben lehetővé teszi a kőépületek és a földbe mélyített struktúrák együttes értelmezését. Szabó M. elemzése alapján feltűnően sok ebbe a körbe sorolható római kori lelőhely van az Észak-Dunántúlon (SZABÓ 2020). A település-szerkezet az azonos, vagy eltérő irányítású, önálló, vagy csoportosan elhelyezkedő földbe mélyített épületek segítségével is elemezhető. A légi felvételek alapján nagyon pontosan meghatározható a kiterjedésük, kategorizálhatóak (tanyák, majorságok, fálvak). A földbe mélyített épületek alapján rekonstruálható települések rendezettsége a fiatalabb korszakok irányában nő. A városias településeket ritkán találják meg légi fényképezéssel, általában már korábban ismertté váltak, légi fényképes kutatásuk célzott programokkal zajlik. A nagy római települések kutatásában fontos referenciát jelentett számunkra *Carnuntum*, amely a legrégebben, egyben a legrészletesebben kutatott térségünkben (DONEUS et al. 2013). *Brigetióban* 2008-2022 között a geomorfológiai viszonyokhoz igazodó utcarendszert, valamint ebbe illeszkedő kőépületeket, földbe mélyített struktúrákat (pincéket?) és a velük azonos orientációjú parcellázás nyomait sikerült kimutatni (BARTUS et al. 2016, fig. 15). A *Brigetio – Savaria* úthoz igazodó *Mursellát* 2020 óta kutatjuk a levegőből, éles kontúrral jelentkező, a korábbi kutatások alapján egyértelműen értelmezhető jelenségeket figyeltünk meg.

A légi fényképezések során térségünkben észlelhető temetkezések morfológiai szempontból jelentősen eltérnek a nyugat-európai típusoktól, ezért azonosításuk eleinte ritkán sikerült. A módszertan finomításával, elsősorban a munkamagasság csökkentésével ma már nagy számban találjuk meg őket. Ez azért is fontos, mert a hagyományos topográfiai kutatások során nehezen, pontatlanul azonosíthatók (CZAJLIK 2011), sokszor hiányzik az őket jelző felszíni leletanyag és nem egyértelmű a geofizikai kutathatóságuk sem. Légi fényképes észlelésüket a sírgödrök halmozódása segíti, önállóan általában csak az árokkeretes sírokat lehet felderíteni. A kora vaskori halomsírok esetében számos zónában sikerült új lelőhelyeket azonosítani, illetve jóval többet tudunk a már ismertekről is. A távérzékeléses módszereknek köszönhetően teljesen átalakult a halmokkal kapcsolatos topográfiai tudásanyag, a ma ismertek jelentős része új (CZAJLIK 2021). A vaskori halmok és sírmezők esetében az információbővülési folyamatot a komplex, elsősorban geofizikai módszerekkel és légi lézeres szkenneléssel történő térképezés segítették, amelyek az egykori funerális táj rekonstrukciójáig vezettek. Bizonyos mikrorégiókban (Hernád-völgye, Vaskút környéke) a Google Earth alapján is eredményesen kutattunk, ugyanakkor a római kori halmok esetében egyelőre csak Perkáta környékéről rendelkezünk terepi kutatásokkal is megerősített eredményekkel (RUPNIK 2014). A halmok

mellett az árokkeretes sírok esetében is lehetséges a morfológiai alapú keltezés. A kisméretű körárkok a Dunántúlon a bronzkorba, a négyzetes árokkeretek a vaskorba, vagy a római korba, a Dunától keletre felderített négyzetes, vagy körárkos temetkezések túlnyomó többsége a szarmata etnikumhoz sorolható. A halomsírmezők évtizedek óta folytatott, folyamatos légi kutatása segítette a nem halmos temetkezések azonosítását (pl. SZABÓ 2016, 168-169), de a csontvázas sírok megtalálásához szükség volt a munkamagasság csökkentésére is. Ezeket a típusokat O. Braasch dokumentálta először, valószínűleg a korábbi képein megfigyelt gyanús anomáliák ismételt kutatásával. Ugyanő ismerte fel az infra fotózás szerepét a temetők kutatásában (BRAASCH 2010). A kelta temetők nagyon sikeres franciaországi légi fényképezése ellenére két évtizedbe telt, amíg azonosításukat a hazai viszonyokra sikerült adaptálni. A kisméretű sírok észlelése erősen kötődik a kalászosok adott periódusra jellemző megfigyelési lehetőségeihez. A csontvázas temetők értelmezésénél a más morfológiai típusok esetében általában érdektelen, nem régészeti eredetű jelek (háttérzaj) is problémát okozhatnak. Kontúros jelek esetén viszont a sírok közé beékelődött épületek, illetve a sírok csoportjai is megfigyelhetők. A jelenségek kis mérete és jó észlelhetőségük rövid időablaka miatt a ferdetengelyű kispépes légi fényképezés előnyben van a többi platformhoz képest. Temetők a MePAR révén is azonosíthatók, de a sírok kontúrjai elmosódottak, összesítő térképhez hasonló értelmezésük az eddigi tapasztalatok alapján nem lehetséges. A régészeti célú légi felvételek illesztésével az egyes sírok helyzete jól meghatározható, így egy-egy jelenség feltárásával egész temetők váltak elemezhetővé (SZABÓ et al. 2018). A módszer további előnye, hogy a részletes fotóelemzések révén (hasonlóan egyébként a telepekhez) olyan, a nagy sírcsoportoktól távoli objektumok is felderíthetők, amelyeket más módszerekkel aligha lehetne észrevenni. A legnehezebb feladat az égetéses (hamvasztásos) temetkezések azonosítása, a jelenségek kis mérete mellett feltehetően azért is, mert eleve kevesebb van belőlük. Sajnos az e jelenségek közé sorolt, apró, pontszerű, nagyszámban ismétlődő jelek feltárásos ellenőrzésére mindmáig nem ismerünk példát. Ma már több térségben (pl. Tolna és Győr-Moson-Sopron vármegyék) vannak olyan mikrorégiók, ahol temető-sorozatokat sikerült lefényképezni, így a – korábban csak halomsírmezők esetében felismert – funerális táj nyomát feltérképezni. Ugyanazon lelőhely-együttes légi felvételek alapján felismerhető, 3-4 korszakból származó temetői a vissza-visszatérően, vagy a mi világunkban elképzelhetetlenül hosszú ideig azonos módon használt táj-részletekről is hírt adnak.

A vonalas jelenségek, ezen belül a római utak légi fényképes kutatásának módszertani részleteivel eddig keveset foglalkoztak. Ch. Léva ismerte fel, hogy az egyes útszakaszok eltérő megjelenése nemcsak a modern mezőgazdasági tevékenységgel, hanem a kivitelezés során felhasznált nyersanyagok fajtaival is összefügghet (LÉVA 1999). Hosszú vonalas jelenségek esetében a térképészeti célú légi fényképezés előnyösebb, mint a régészeti célú. Ezzel is összefügghet, hogy a hosszú vonalas morfológiai típusba sorolható régi utak már az 1970-es évek óta kutatott részterület a hazai légirégészetben (vö. VISY 1978), ami a rendszerváltást követően is tovább fejlődött (VISY 2000, BÖDŐCS 2008). Annak elkülönítése, hogy egy adott útszakaszt talaj-, vagy növény-jelek alapján észleltünk, alapvető az interpretáció pontossága szempontjából: a talaj-jelek kontúrjai mindig elmosódottabbak, a növény-jelek több részletet (árkok, javítás-nyomok) mutathatnak meg. Nemzetközi összehasonlításban is jól kutatható Magyarországon a burkolt utak állapota, a komolyabb javítások nyoma, az útvonalak evolúciója. Konstruktív különbségek is megfigyelhetők, az útfelszín kavicsozása és a töltésutak nyomai esetenként elválaszthatók egymástól. Ezek a kérdések és az egyes útszakaszok jelenlegi állapota több távérzékeléses forrásból származó adat összevetésével elemezhető igazán jól.

A nyomvonal-variációk dokumentálása, a pontos töréspontok meghatározása, az elágazások helyzetének elemzése a *limes*út és a kiágazó utak evolúciójának jobb megértését szolgálhatja. Ugyancsak új kutatási lehetőséget jelent az első hazai fonatos utak felismerése és a vaskori településhálózatba való bekapcsolása (CZAJLIK et al. 2012). Főként középkori utak esetében

lehet eredményes a felhagyott csonkok alapján kiserkeszthető irányokban végzendő légi kutatás. Így segítette Bodmértől keletre egy útszél a Budai út egy szakaszának észlelését (STIBRÁNYI 2015). Fontos lehet olyan zónák diakronikus vizsgálata is, ahol a közlekedési kapcsolatokat – egy viszonylag szűk sávra korlátozva – évezredek át fent kellett tartani. Ez az adott mikrorégióban több, egymással közel párhuzamos útvonal-variációt eredményezhetett, amelyek akár együttes észlelése is lehetséges a repülőgép fedélzetéről (pl. Százhalombattai-plató). Az utak többségét május végén – június elején dokumentáltuk, azaz a jó észlelésük kissé megelőzi a kalászos gabonák érésében a települések/temetkezések dokumentálása szempontjából legkedvezőbb állapotot. Feltűnő, hogy az útként értelmezett vonalas jelenségek túlnyomó többsége Dunától nyugatra található. Ez összefügg azzal, hogy az egyértelműen azonosítható római utak túlnyomó többsége a Dunántúlon található.

A levegőből észlelhető hosszú vonalas jelenségek másik nagy csoportját a hosszanti sáncok alkotják. Patay P. archív légi fényképek segítségével az 1960-as évek végétől térképezte a Csörsz-árkot, illetve számos további sáncrendszert, amelyek digitális térképét Holl B. készítette el 2003-ban (GARAM et al. 2003). Ennek segítségével tekintettük át az érintett területek 2007-2022 közötti GE-felvételeit. Feltűnő volt, hogy a Csörsz állapota az érintett 15 éven belül is érzékelhetően romlott. Ugyanakkor általában nemcsak a sánc futása, hanem a lehetséges profil is elemezhető, amire a korábbi kutatások során nem figyeltek fel. A Csörsznél jobban követhető a Bácska-Kiskunság-Körösmente sáncrendszer védmű-szakaszai és jól leírhatók az elméleti profilok is. A sánc és az árok távérzékeléses elemzéssel meghatározható helyzete megfelel a korábbi terepbejárás és ásatási eredményeknek. A bácskai római sáncok jó állapota összefügg a térségre máig jellemző kisparcellás művelési móddal. Ez olyan jelenségek észlelését is lehetővé teszi, mint a sáncvonulatnak a sztapári (Vajdaság, Szerbia) határban megfigyelhető szakadásai (kapui?). Egyik sáncrendszer sem egységes, ugyanakkor vannak olyan szakaszok, amelyek – a légirégészeti adatok alapján – hasonló profillal rendelkeznek. A ferde tengelyű légi fényképes kutatások során őskori árokrendszerek nyoma is azonosítottuk (pl. Tolna – Mőzs, Tolna vármegye).

Légirégészeti szempontból ebbe a jelenségkörbe tartoznak a határárkok, illetve a Takács K. által kutatott Árpád-kori csatorna-rendszerek. Amíg az előbbieket esetében már rendelkezünk sikeres azonosítással (pl. Zala vármegyéből), addig az utóbbiakat mindeddig nem tudtuk a légi fényképezések során észlelni.

A határhasználati nyomok jelentős részét sekély árkok alkotják, amelyek a humusz alatti rétegeket, különösen a talajtani „C” szintet legfeljebb érintették, ezzel függhet össze, hogy ezek a jelenségek nem, vagy csak ritkán azonosíthatók talaj-jelek segítségével. Nehezen rendszerezhetők, a közlések száma lassan gyarapszik. Parcellákon belüli archaikus művelési irányt még nem tudunk azonosítani. Az egyik típust a középkori karámok jelentik (vö. LASZLOVSZKY 1982). Eleinte nem tudtuk őket a kelta/szarmata sírkertektől megkülönböztetni, a 2000-es évek közepére azonban ez a probléma megoldódott, hiszen az utóbbiak közepén általában felismerhetők a sírok. Több altípusuk van, négyzetes, téglalap-alakú, illetve nagyobb, egymáshoz kapcsolódó, kissé szabálytalan zárt területek. Nagyrészt a Duna – Tisza-közén azonosíthatók, a Dunántúlon kevésbé, ami megfelelhet az egyes régiók állattartásában feltételezhető különbségeknek. A határ felosztásának nyomai ritkán, de akkor igen nagy területen követhetők. Jellemzően egymással közel párhuzamosan, illetve arra merőlegesen futó, egymásba csatlakozó árkok alkotják, amelyek követhetik a domborzatot, sőt a kisebb patakok medrét, illetve magukba integrálhatnak más régészeti jelenségeket (pl. karámok, telepnyomok).

A határhasználat egységesedése koordinációt, esetleg tervezést igényelt. Legismertebb példája a római *centuriatio* rendszerének kialakítása. Noha már 2010-ben sikerült a földbirtok-határokat jelentő kettős árkokat régészeti célú ferde tengelyű légi fényképezéssel azonosítani, Bődöcs A. távérzékeléses kutatásaiban az archív térképészeti célú légi fényképek feldolgozása mellett a GE-állományok feldolgozásának van döntő szerepe (BÖDŐCS 2011, 2013, 2014,

2023). Könnyebbnek tűnik azon *centuria*-határok azonosítása, amelyeken út haladt és általában jobban és hosszabban követhetők a *decumanus*-iránynak megfelelő árkok nyomai. Hasonló tapasztalatok szűrhetők le a Muravidéken felfedezett földbirtok-rendszerrel kapcsolatban, ahol ugyancsak elsősorban a kora nyári időszakban készített ortofotók tették lehetővé a parcellahatárok feltérképezését (RUTAR 2018). Általános tapasztalat, hogy a hosszanti sáncok, de különösen a római földbirtokrendszer esetében kulcs-szerepe volt a térképi és terepi adatok segítségével megszerkeszthető modellek alkalmazásának. Ezek igazolásában – hasonlóan az LCP-útmodellekhez – komoly szerepe lehet az optikai távérzékeléses platformoknak.

A nagyobb méretükből következően sok esetben jól felismerhető, más morfológiai típusokhoz képest könnyen azonosítható erődítések a kezdetektől kedvelt célpontjai a légirégészeti kutatásnak. Számos más morfológiai típustól eltérően, elsősorban talaj-jelek, illetve domborzati eltérések révén azonosíthatók, a növény-jelek jóval ritkábban – bár akkor élesebb kontúrral – mutatják meg őket. Az 1998-1999 közötti földvár kataszterezési munkálatok (NOVÁKI et al. 2006) alapján az őskoriakat kutattuk, ezek túlnyomó többségéről rendelkezünk légi felvétellel, emellett számos római kori és középkori erődítést is dokumentáltunk a levegőből. A Nováki Gy., Dénes J., Miklós Zs., Terei Gy. és mások korábbi kutatásainak köszönhetően viszonylag alaposan ismert lelőhelytípus (pl. MIKLÓS 2007, NOVÁKI et al. 2007, 2009, 2017; TEREI et al. 2011) a légi fényképezéseknek köszönhetően 1990-2012 között 45 darabbal, azaz 22,5%-kal bővült. Egyre jobb a többi távérzékeléses módszer (archív légi fotó, DISP, GE) eredményessége, ezeket figyelembe véve a növekedés 35,5%-os. Ugyanakkor az új lelőhelyeket egy kivétellel szántóföldi művelés alatt álló területeken sikerült azonosítani, ez az erdős felszínborítású zónák mielőbbi légi lézeres szkennelésének fontosságát jelzi. Az újonnan azonosított őskori erődítések száma egy-egy régióban jól korrelál a terület légi régészeti kutatottságával: a lelőhelyek többségét Fejér, Tolna és Békés vármegyékben, illetve az Alföld és az Északi-középhegység találkozásánál ismertük meg. Az eredmények másik fontos részét képezik a korábban már ismert földvárak légi fényképezése során újonnan felismert erődítési nyomok. Gyakori, hogy a terepi azonosítás, térképezés során csak a legmarkánsabb védműveket rögzítik, amelyekhez a távérzékeléses módszerek alkalmazásával nagyon sok esetben lehet további, terepen már nem, vagy csak bizonytalanul felismerhető sáncokat/árkokat hozzákapcsolni.

A magyarországi őskori erődítések morfológiai osztályozását S. Fichtl franciaországi vaskori sáncokra kialakított rendszerének (FICHTL 2000, 35) adaptációjával készítettük el. A rendszer egyik fő típusa felülről lezárt U-betűre emlékeztet, amelynek leggyakoribb változata a már korábban felismert promontor-altípus, továbbá ide soroltuk a meander- és a szegmentált altípust. A promontor forma a bronzkori erődítésekre jellemző, de a vaskorban, sőt a középkorban is ki tudtuk mutatni használatát. A bronzkorban és a vaskorban egyaránt ismertek a természetes hosszanti akadályokat felhasználó erődítések, a leggyakoribbak azonban a kontúrvonal fő típusba sorolható földvárak. Ennek a tereplépcsőt, illetve a magasságot tartó altípusai mellett térségünkre jellemzők a kör/ovális árok altípusba sorolható erődítések. Ezek feltűnően jól kutathatóknak bizonyultak légi fényképezéssel, csakúgy, mint a távérzékeléses módszereknek köszönhetően nagy számban megismert, kettős árok/sánc altípusba sorolható, kifejezetten a késő bronzkorhoz köthető erősségek.

Amíg az őskori földvárak belső részén kevés jelenséget (esetleg gödrök nyomát) figyelhetjük a légi fényképeken, addig a kőépületek nyomai a római kori erődítéseken beül (pl. Tokod – Várberek, Komárom – Esztergom vármegye; Baracs – Sztányi-puszta, Fejér vármegye; Keszthely – Fenékpuszta, Zala vármegye; Kapospula-Alsóhetény – Süllyedtvár, Tolna vármegye) gyakrabban észlelhetők. Ugyanakkor – hasonlóan az őskori védművekhez – a légi fényképeken a legjellemzőbb védmű-típust a (feltöltődött) árkok (vagyis a *fossák*) jelentik. Noha bizonyos esetekben (pl. *Altinum*/Kölked, Baranya vármegye) felmerülhet egy korábbi, őskori helyszín „újrahasznosítása”, a magyarországi római kori erődítések túlnyomó részére a törtvonalas morfológiai kategóriába sorolható lekerekített négyszög alakú. A nagyrészt már

korábban ismert helyszínű erődökkel ellentétben az őrtornyok, vagy jelzőtornyok közül nagyon sokat köszönhetünk az archív ortofotók tanulmányozásának (VISY 2000), illetve a külföldi s hazai légi régészek tevékenységének (vö. LÓKI et al. 2011, TEREI et al. 2011). Az őrtornyok/jelzőtornyok gyarapodása a jövőben is elsősorban a légi fényképezéstől várható. A felvételek alapján alakjuk, méreteik mellett azt is megfigyelhetjük, hogy falak és/vagy árkok (*fossák*) jellemzők-e egy-egy térség őrtornyainak/jelzőtornyainak kialakítására.

Légi fényképezés hiányában alig-alig rendelkezünk információkkal az időszakos római táborokról. A levegőből törtvonalas, lekerekített (kártyalapra emlékeztető formájú) téglalapként, vagy négyzetként azonosíthatók. Kizárólag növény-jelek alapján *Brigetiótól* délre eddig 34(?) erősséget azonosítottak, amelyek többsége csak ritkán figyelhető meg. Tanulságos ugyanakkor, hogy Szabó M. terepi kutatásai alapján Árpád-kori zárt területek is voltak az erődítések között, sőt a VII-es esetben egy olyan látszólag csekély morfológiai eltérés, mint a lekerekített sarkok hiánya összefügghet azzal, hogy a jelenség újkorinak bizonyult (SZABÓ et al. 2020). A lekerekített sarok, mint morfológiai/kronológiai bélyeg a Pannonia belső területein lévő időszakos táborok azonosítását is segíti. Ezeket rendszerint vízi átkelőknél, így Sárbogárd – Gombóclesőnél (Fejér vármegye) a Sárvíznél, Árpás/Mórichida – Dombiföldnél (Győr-Moson-Sopron vármegye) és Kemeneshögyésznel (Veszprém vármegye) a Rábánál lehetett a légi fényképezések során azonosítani.

Míthogy az őskori erődítésekhez hasonló országos légi régészeti topográfiai program a középkori lelőhelyek vonatkozásában még nem volt, jelentős regionális különbségek vannak a rendelkezésre álló adatok mennyiségében és minőségében egyaránt. Jól kutatottnak Tolna, Fejér és Pest vármegyék tekinthetők, de ezek esetében sem tapasztalhatjuk, hogy a módszernek köszönhetően olyan nagy számban növekedett volna a középkori földvárak mennyisége, mint az őskoriak esetében. Ezzel ellentétes tendencia, hogy újabban, elsősorban Bács-Kiskun vármegyében, de az ország más részein is növekszik a tatárjáráshoz kapcsolódóan létesített körárkok száma, amelyek többségét a távérzékeléses módszerek alkalmazásának köszönhetjük (ROSTA – PÁNYA 2022). Az erősségekre morfológiai szempontból tekintve, mind az őskori (promontor, kontúrvonal), mind a római kori négyszögletes típusoknak vannak középkori megfelelői. Az is megállapítható, hogy bizonyos sémák alkalmazása nem feltétlenül korszakokhoz kötődő. A jobban ismert régiókban (pl. a Sajó-völgy promontor típusú őskori és középkori erődítései) láthatjuk, hogy a geomorfológiai adottságok miatt korszakoktól függetlenül ugyanazt a megoldást részesítették előnyben. Különösen érdekes megfigyelni, hogy a Kárpát-medence alföldi területeinek bronzkorára jellemző körárkos típus a vaskorban megszűnt, majd a tatár veszedelem hatására gyorsan megépíthető erődítésként jelent meg újra.

Az utóbbi típus újkőkori gyökerekkel rendelkezik, átvezetve minket a funkcionális szempontok miatt teljesen külön tárgyalat rondellák kutatásához. Ebben ugyancsak meghatározó szerepe van a légirégészetnek, kezdve mindjárt az egyik első, 1906-os, revelációszerű hatást okozó légi felvétellel, amely Stonehenge-ről készült (CAPPER 1907). Különösen Közép-Európában, Dél-Németországtól Lengyelorszáig, meghatározó szerepű a légi fényképezés az egész jelenségkör megismerésében. A technika határokön átnyúló kutatási programok, más módszerek, így elsősorban a magnetométeres geofizikai felmérések kiterjedt alkalmazásának alapja. A rondellák kutatása már az 1980-as – 1990-es években a régészeti célú légi fényképezés egyik sikeres részterületévé vált, így nem véletlen, hogy az egyik legelső hazai légi fényképes „*pilot project*” is a neolit rondellák feltérképezését célozta (ZALAI-GAÁL 1990). Érdekes, hogy a témakör hazai kutatásában, az alföldi újkőkori telkek esetében a geofizika megelőzte és máig eredményesebb módszernek bizonyult (ANDERS et al. 2010, RACZKY – ANDERS 2012). Ugyanakkor más régiókban, így mindenekelőtt Baranya vármegyében nemzetközi szinten is rendkívül sikeres légi régészeti kutatások voltak (BERTÓK – GÁTI 2014). Újabban Zala vármegyében – főként a Google Earth segítségével – sikerült rondellák nyomát felderíteni (P. BARNA et al. 2015).

Hasonlóan Baranya vármegyéhez – különösen a szisztematikus kutatások tekintetében élenjáró Alsó-Ausztriában, de Szlovákiában és Csehországban is – a lelőhelyek többségét a talaj-jelek révén sikerült azonosítani (KUZMA 1997, MELICHAR - NEUBAUER 2010, KRAVCIV 2019). Méreteik, a körárok ismétlődő jellege (a többszörös koncentrikus körök) alapján általában jól elkülöníthetők a fentebb tárgyalt, védelmi célú körárkoktól, bizonyos esetekben azonban még a kora vaskori halomsírok körárkától való megkülönböztetés is nehézségeket okozhat. Fontos azonosítási bélyeg lehet az is, hogy a rondellák topográfiai elhelyezkedése nem felel meg a védhetőség kritériumainak, ezeket a létesítményeket nem dombvégekre, vagy dombtetőkre építették, az „építészeti programot” nem a védelmi funkció, hanem a ceremoniális helyszín kialakítása határozta meg (P. BARNA – KALLA 2023).

Amellett, hogy az egyes közép-európai régiók, így elsősorban Alsó-Ausztria, Alsó-Szilézia, Délnyugat-Szlovákia, Baranya és Zala vármegyék kutathatósága nem azonos, jelentős eltérés mutatkozik a rondellák méretében is. Ennek jellemzésére a legkülső árkok átmérőjét gyűjtöttük össze. A regionális átlag Alsó-Ausztriában és Alsó-Sziléziában 85 m, Zala vármegyében 167 m, Baranya vármegyében pedig 182 m. Miközben a két utóbbi régióban a legkisebb rondellák mérete is 100 m felett van, aközben Délnyugat-Szlovákiában jóval nagyobb heterogenitás tapasztalható a méretek tekintetében. Földrajzi tekintetben ennek az a következménye, hogy a dél-dunántúli körárkok jóval nagyobbak az északi területek rondelláinál, Délnyugat-Szlovákia létesítményei viszont méretüket és elhelyezkedésüket tekintve is „félúton” találhatóak. A légi régészeti adatok áttekintésének másik fontos tanulsága, hogy a kutathatóságban meghatározó szerepe van korábban említett talaj-jeleknek, ehhez kapcsolódóan a löszös, vagy hasonló adottságú alapkőzeteknek.

Amíg a települések és a temetők többsége, valamint a határhasználati nyomok és az időszakos táborok elsősorban a növény-jelek révén kutathatók, addig a hosszú vonalas jelenségek, az erődítések és a rondellák felderítése jellemzően a talaj-jeleknek, illetve a domborzati eltérések észlelésének köszönhető. 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. A hosszú vonalas jelenségek, az erődítési árkok, a rondellák és a halmok nagyobbak az épületeknél és az egyszerűbb síroknál, tehát könnyebben észlelhetőek. Ezen túlmenően a felsorolt jelenségek másik hasonlóságát a szélesebb, mélyebb, a talajtani „C” szintbe beásott árkuk és/vagy ebből a világosabb rétegből származó anyagból épített konstrukciójuk jelenti. Az esetenként jóval nagyobb kiterjedésű határhasználati nyomok jelentős része mögött keskenyebb/sekélyebb árkokat sejtünk, amelyek a fentiekből következően talaj-jelként nem látszódnak. Más, ugyancsak növény-jelek révén megmutatkozó morfológiai típusok esetében (oszlopos és alapárkos/gerendavázás épületek, sírgödrök, gödrök) a jelenségek kisebb kiterjedése magyarázhatja, hogy talaj-jelként nem azonosíthatók. Segítséget jelenthet viszont ismétlődő jellegük, példaként a csontvázas, vagy égetéses temetők sírgödreire utalunk.

A jelenlegi talajfelszínhez képest pozitív földépitmények (sáncok, teraszozások, halmok) kutatásában nagy szükség van az árnyékhatásra, illetve a hó-jelek, esetenként a nedvesség- és fagy-jelek segítségére. Kevésbé nyilvánvaló, de nagyon fontos szerepe van az árnyékhatásnak a növény-jelek felkutatásában, különösen a kisméretű jelenségek (épületek, sírok) esetében. A színeltérés ugyanis önmagában ritkán elég, a legtöbb települést, temetőt, határhasználati nyomot a késő délutáni / kora esti napszögnél lehet felderíteni, illetve róluk jól értelmezhető felvételeket készíteni.

III.C Eredményesség, tervezhetőség: az indikátorok kialakítása

A légi régészeti kutatások Achilles-sarkát a tervezhetőség és az eredményesség jelentik. Amint korábban is leírtuk, annak hátterében, hogy a régészeti információ különféle jeleken keresztül

láthatóvá válik-e, ha igen mikor és milyen pontossággal értelmezhető, nagyon sok, egymástól részben független, részben függő változó összesített hatása áll. A pontos mechanizmus feltárása, megértése, a háttérben lévő humán okok és természetes folyamatok részletes megismerése a hazai és a nemzetközi kutatásban egyaránt várat magára, ezért a legfontosabb feladatunk a tapasztalatok rögzítése volt.

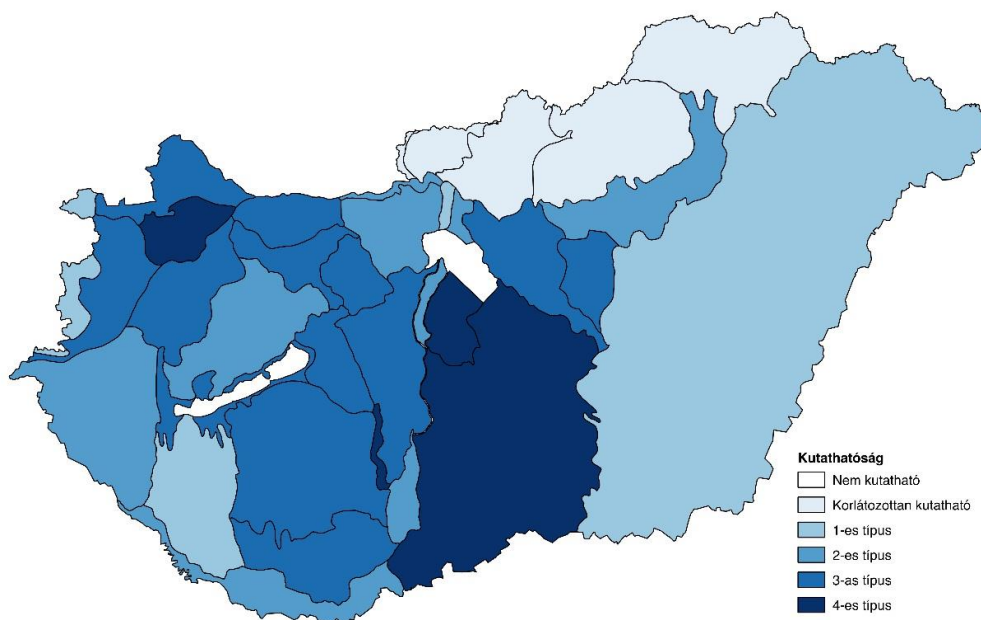
Az eredményességet a korábban részben már említett állandó és változó faktorok egyaránt befolyásolják. A többé-kevésbé állandó tényezők közé tartozik a logisztika, a felszínborítás és a geomorfológiai háttér, a legfontosabb változókat a csapadék/talajnedvesség/hőmérséklet rendszer jelenti. Számos más faktor is van, így növény-jelek esetében a vetésforgó, repülési szempontból az aktuális időjárás, stb., de ezek hatása rugalmasan megtervezett, 3-4 éves projektekkal számottevően csökkenthető. A logisztikai tervezést a kisgépes repülőgépes infrastruktúra, illetve a különféle zárt és szabályozott légterek befolyásolják. Ez a főváros környékén több problémát okoz, mint vidéken, ennek megfelelően a Budapest környékéről induló légi fényképezések esetében kialakult egy 50 km-es sugarú, logisztikai szempontból könnyen elérhető zóna, illetve egy koordinációt és nagyobb területre érvényes, előre ismert alkalmas időjárást igénylő, kb. 160 km-es sugarú zóna. Az ezeken túli területek kutatása általában csak komolyabb logisztikai előkészítéssel végezhető el. Természetesen mindez a Pécsről induló kutatások esetében eltérő, azonban mindkét légi fényképes kutatási műhelyre igaz, hogy a Dunántúlt és Közép-Magyarországot tudták/tudják jól lefedni, a fentiekből adódóan a Tiszántúlt nehezen érték/érik el. Rövidebb időtávon nem, vagy alig változó tényezőnek tekinthető a felszínborítás, évtizedes léptékben azonban jól követhető a változása, ami általában – főként a beépített területek növekedésével – a kutatható terület csökkenését hozza magával. Nagyon korlátozottan kutathatók az erdővel borított területek, a legjobb lehetőségeket a – Magyarország területének kb. 45%-át (a KSH 2022-es adata) kitevő, szántóföldi művelés alatt álló zónák biztosítják. A nyugat- és közép-európai, illetve a hazai tapasztalatok alapján is jelentősen befolyásoló körülmény a geomorfológiai háttér. A nemzetközi összevetésben is kiemelkedő hazai eredményesség egyik legfontosabb oka a kavicsos-homokos, illetőleg a löszös háttérű területek magas aránya, illetve a nehezen kutatható agyagos térszínnek alacsony mértéke lehet. Egyelőre nincs azonban magyarázat arra, hogy miért nincsenek jó eredmények a Sajó-Hernád-hordalékkúp síkságon, vagy éppen a nyírségi homokos területeken, ellentétben a Pesti-síksággal, vagy a Rábaközszel? Ennyire markáns különbségeket löszfelszínnek esetében nem tapasztaltunk, ugyanakkor például szignifikáns eltérés mutatható ki a jól kutatható az Érd/Battai-löszplató és a nehezebben térképezhető Süttői-löszfennsík esetében.

A legtöbb nehézséget a változó faktorok, azaz a csapadék/talajnedvesség/hőmérséklet pontos szerepének, hatásmechanizmusának megértése jelenti. Általános tapasztalat, hogy a csapadékhiány és a magasabb hőmérséklet okozta talajnedvesség-csökkenés, illetve a magasabb párologtatás révén kialakuló növényi stressz segíti a növény-jelek megjelenését. Ennek összefüggéseit azonban megfelelő részletességgel mindeddig nem sikerült megvizsgálni, ahogyan azt sem, hogy milyen hatása van a csapadéknak, illetve a csapadékhiánynak a vegetációs ciklus alatt, illetve azon kívül?

Jelentős eltéréseket tapasztalhatunk a különféle jel-típusok észlelhetőségében is. A hó- és fagyjelek különlegessége, hogy nemcsak a szántóföldi művelés alatt álló területekről biztosítanak információt, ugyanakkor esetükben még jobban ki vagyunk szolgáltatva az időjárásnak, pontosabban a klímaváltozásból következő enyhe, nagyrészt hó-mentes teleknek. A talaj- és nedvesség jelek kutathatóságáról a hó- és fagy-jelekhez hasonlóan nem rendelkezünk országos áttekintéssel. Miklós Zs., Bertók G. és Gáti Cs. kutatásai alapján jó adottságokkal rendelkezik a Dél-Dunántúl, saját tapasztalataink alapján jól térképezhető a Gödöllői-dombság, az Észak-Alföld és az Északi-középhegység találkozási zónája, valamint a Dél-Alföld, amit a műholdas távérzékelési adatok is megerősítenek. Leggyakrabban erődítési árkokat és vonalas jelenségeket figyelhetünk meg, de azonosíthatók halmok, sőt a kőépületek elmosódott nyomai is. A talaj- és nedvesség-jelek jellemző kutatási periódusa késő ősztől kora tavaszig tart, ami a

ferde tengelyű légi fényképezés szempontjából nem mindig előnyös, ugyanakkor ezekből az időszakokból jóval több archív felvételt, illetve műholdas anyagot ismerünk.

Mínthogy a legtöbb és a legrészletesebben megismerhető lelőhelyet a növény-jelek biztosítják számunkra, ezek kutathatóságának részletes ismerete döntő mértékben befolyásolja a régészeti célú légi fényképezések hatékonyságát. A fent tárgyalt állandó és változó tényezők meghatározók az eredményesség szempontjából. A vetésterület nagysága és a kiszámíthatóság szempontjából a legnagyobb jelentősége a gabona-féléknek van. Esetükben jól érzékelhető összefüggés mutatkozik aközött, hogy egy adott zónában az alkalmas időablakban sok, vagy kevés jelenség észlelhető, illetve aközött, hogy bizonyos morfológiai típusok egyáltalán lefényképezhetők-e az adott mikrorégióban? Ebből következően a típusok egy része, illetve azok gyakorisága alkalmas egy-egy zóna kutathatóságának jellemzésére, azaz morfológiai indikátorként használható. Ezeket tapasztalataink alapján területről területre határoztuk meg, érvényességük jó egyezést mutat a geomorfológiai adottságokból következő felosztással. Négy típus elkülönítését javasoltuk; az 1-esnél a növény-jelek közül csak vonalas jelenségeket figyelhetünk meg, vagyis ezek jelentik a morfológiai indikátort, a 2-esnél a vonalas jelenségek mellett ritkán, de azonosíthatók indikátor-szerepű csontvázas temetők, esetleg épületek, a 3-asnál a fentiek mellett kedvező időjárás esetén sok temetkezés, épület, sekély/keskeny árok jelenti a morfológiai indikátort, a 4-es típusnál ugyanezek a típusok jelentik az indikátort, amelyeket azonban kedvezőtlen években is azonosítani lehet. Az indikátorok alapján a repülések során is észlelhető geomorfológiai határok figyelembe vételével a jobban ismert régiókban finomabb, a kevésbé felderített térségekben durvább felosztást tudtunk készíteni, amely egy, Magyarország légitérészeti kutathatóságát jellemző prediktív modellnek is tekinthető. Célunk egyfelől a már jól ismert zónákon túl más, hasonlóan jó adottságú, a jelenleginél intenzívebb kutatásokra érdemes területek kijelölése, másfelől az empirikus tudás minél precízebb rögzítése volt (2. ábra).



2. ábra. Magyarország növény-jelek alapján meghatározható légi régészeti kutathatósága. 1-es típus: gyengén, 2-es típus: közepesen, 3-as típus: időnként jól, 4-es típus: mindig jól kutatható. Az ELTE BTK RTI 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.

III.D Összefoglalás, a legfontosabb elért eredmények

A 2024-ben 100 éves hazai légirégészet a bízató kezdeteket követően csak az 1970-es évek végétől tudott nemzetközi szinten jegyzett eredményeket felmutatni. Az igazi áttörést azonban a nyugat-európai specialisták 1990-es években folytatott repülései hozták meg, bizonyítva, hogy Magyarország jelentős részén kiemelkedően hatékonyan lehet a módszert alkalmazni. Ebbe a munkába kapcsolódtunk be 1993-ban, felépítve az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének Légirégészeti Archívumát, amely 100.000 feletti Leica-formátumú felvételével a közép-európai térség egyik meghatározó gyűjteményévé vált. Magyarországon kívül jelentős tapasztalatokat szereztünk Romániában, kisebb felderítő repüléseink voltak Szerbiában, Szlovéniában és Szlovákiában, az összes repült órák száma eléri a 950-et. Az Archívum anyaga rendezett, az elsődleges feldolgozások folyamatosan megtörténtek, ebben a munkában Marton Ádám, Bödőcs András és Rupnik László vettek/vesznek részt.

A nyugat-európai módszerek adaptálását követően mind a felkészülés, mind a felderítő repülések, mind a feldolgozások során olyan hatékony eljárásokat alakítottunk ki, amelyek lényegesen megnövelték az eredményességet. Jelenleg a jobb években 400 feletti az újonnan azonosított lelőhelyek száma, amely megfelel a magyar-francia együttműködés 8 éve során dokumentált teljes mennyiségnek, miközben az éves repült órák száma nem nőtt az 1990-es évekhez képest.

Más hazai kutatókhoz (Miklós Zs., Bertók G.) hasonlóan igyekeztünk a levegőből észlelhető, az egykori emberi tevékenységgel összefüggésbe hozható jelek típusait bővíteni. A havas téli napok számának csökkenésével fontos a fagy-jelek és általában a nedvesség-jelek megfigyelése. A szántóföldi növénytermesztés statisztikai adatait is figyelembe véve a kalászosok fényképezése mellett nagyobb figyelmet kell fordítani a kukoricában észlelhető jelekre.

A felvételek morfológiai szempontú elemzése során meghatároztuk egyfelől a közép-európai térségre jellemző elemi morfológiai típusokat: vonalas, körvonalas (szabályos/szabálytalan), törtvonalas (szabályos/nyújtott), kitöltött (négyzet/szabálytalan) és pont (önálló/pontcsoport; másfelől a régészeti interpretáció legfontosabb kategóriáit: települések, temetkezések, hosszú vonalas jelenségek, határhasználati nyomok, erődítések és rondellák. A morfológiai osztályozás képet nyújt a légi fotó lelőhelyek részletes régészeti feldolgozásának lehetőségeiről, illetve minden további kutatás (fotó-térképezés, terepi nondestruktív és feltáró munka, gépi tanulás, stb.) alapja. A légi felvételeknek köszönhetően nemcsak legalább 10.000 új lelőhelyet gyűjtöttünk össze, hanem számos morfológiai kategória esetében átalakultak a korábbi topográfiai ismereteink. A célzott kutatások révén bizonyos lelőhely-típusok száma (vaskori halomsírok, utak, őskori erődítések) jelentősen bővült. Számos, más módon nehezen azonosítható lelőhely-fajta (pl. csontvázas és égetéses temetkezések) száma is szignifikánsan emelkedett, továbbá igyekeztünk hozzájárulni olyan, a légirégészetnek köszönhetően megismert lelőhely-típusok összegyűjtéséhez, mint az időszakos táborok, a rondellák és a határhasználati nyomok. Végül javaslatot tettünk egy, a földtani/geomorfológiai felosztást követő, az eddigi felderítési tapasztalatokra építő területi osztályozás bevezetésére, ami növelné a további kutatások eredményességét.

IV. A korábbi publikációk bemutatása a doktori mű által tárgyalt kérdéskörökben

IV.A: Tanulmányok, könyvek, kötetek

1. Zoltán Czajlik - Balázs Holl: Die Luftbildprospektion der urzeitlichen Erdburgen Ungarns. Mandulavirágzási tudományos napok, Régészeti műemlékek kutatása és gondozása a 3. évezred küszöbén (szerk.: Visy Zsolt) Pécs-Szekszárd, 2002. március 4-8., kiadta a Pécsi Tudományegyetem Ókortörténeti és Régészeti Tanszék Régészeti Szemináriuma, Pécs, 2003, 67-82.
2. René Goguey - Zoltán Czajlik : 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. CommArchHung 23 (2003) 5-14.
3. Vicze Magdolna - Czajlik Zoltán - Tímár Lőrinc: The archaeological topography of the Northern part of the Benta-valley. In Százhalombatta Archaeological Expedition (SAX), Report 2, Matrica Museum 2005, 251-254.
4. Czajlik Zoltán: Őskori erődítések kutatása légi régészeti módszerekkel. In: „Gondolják, látják az várnak nagy voltát...” Tanulmányok a 80 éves Nováki Gyula tiszteletére, Castrum Bene Egyesület – Históriaantik Könyvesház, Budapest, 2006, 71-80.
5. Zoltán Czajlik: 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) Archaeometriai Műhely, 2007/3, 1-10.
6. Alexandra Anders – Zoltán Czajlik – Marietta Csányi – Nándor Kalicz – Emese Gyöngyvér – Nagy – Pál Raczky – Judit Tárnoki: Archaeological register of tell settlements in Hungary. Archaeológiai Értesítő 135 (2010) 147-160.
7. Zoltán Czajlik: Aerial archaeology in the research of burial tumuli. CommArchHung 28 (2008) 95-107.
8. Zoltán Czajlik: The role of the efficiency in the aerial archaeological research of Hungary. AARGnews 38 (March 2009) 10-17.
9. Czajlik Zoltán: Légi régészet Magyarországon. In: Szabó Miklós – Anders Alexandra – Raczky Pál (szerk.): Régészeti dimenziók. Tanulmányok az ELTE BTK Régészettudományi Intézetének tudományos műhelyéből. Budapest, 2009, 23-36.
10. Zoltán Czajlik: 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.
11. Zoltán Czajlik – András Bödöcs: The Effectiveness of Aerial Archaeological Research – An Approach from the GIS Perspective. In: Alexandra Anders – Gabriella Kulcsár with Gábor Kalla, Viktória Kiss and Gábor V. Szabó (ed.): Moments in Time. Papers Presented to Pál Raczky on His 60th Birthday. Budapest, 2013, 873-883.
12. Zoltán Czajlik – László Rupnik – Máté Losonczy – Lőrinc Timár: Aerial archaeological survey of a buried landscape: The Tóköz project. In: David C. Cowley (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.
13. Czajlik Zoltán: A légi fényképezés szerepe a temetkezések régészeti topográfiai kutatásában. In: Kővári Klára – Miklós Zsuzsa (szerk.): „FÉL ÉVSZÁZAD TEREPEN” Tanulmánykötet Torma István tiszteletére, 70. születésnapja alkalmából, Budapest, 2011, 131-140.

14. Borhy László – Bartus Dávid – Czajlik Zoltán – Rupnik László – Számadó Emese: Brigetio (Komárom/Szőny): Tábor – város a Duna mellett. Brigetio (Komárom/Szőny) – Fortress/City next to the Danube. In: Visy Zs. (szerk.), Rómaiak a Dunánál. A ripa Pannonica Magyarországon mint világörökségi helyszín. – Romans on the Danube. The ripa Pannonica in Hungary as a World Heritage Site. Pécs 2011, 42-51.
15. Berecki Sándor – Czajlik Zoltán – Soós Zoltán: 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.
16. Czajlik, Zoltán: Fotografia aeriană printre munți și văi - Légi régészet hegyen-völgyön át - Aerial Archaeology through Mountains and Valleys. In: Berecki Sándor – Czajlik Zoltán – Soós Zoltán: 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., 6-13.
17. Zoltán Czajlik – Géza Király – Attila Czövek – Balázs Holl – Gábor Brolly: The Application of Remote Sensing Technology and Geophysical Methods in the Topographic Survey of Early Iron Age Burial Tumuli in Transdanubia. In: Berecki Sándor (ed.): Iron Age Rites and Rituals in the Carpathian Basin. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureș, October 2011, Cluj, 2012, 65-76.
18. Sándor Berecki – Zoltán Czajlik – László Rupnik: Aerial Archaeological Prospection on the Middle Course of the Mureș River and Adjacent Areas. In: Apulum 50 (2013) 87-109.
19. 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, Budapest, Hungary. L'Harmattan, Budapest, 2013 ISBN: 978-963-7343-95-7.
20. 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.
21. László Rupnik – Zoltán Czajlik: Aerial archaeological survey of the legionary camp and military town at Brigetio. 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, 71-78, Pl. 11-12.
22. László Borhy – Zoltán Czajlik – András Bödőcs: Neue Wege der Erforschung des Siedlungs- und Wegenetzes im römischen Pannonien. In: Günther Schörner (Hrsg.): Leben auf dem Lande. 'Il Monte' bei San Gimignano: Ein römischer Fundplatz und sein Kontext. Phoibos Verlag, Wien, 2013, 331-338.
23. Zoltán Czajlik – Sándor Berecki – László Rupnik: Aerial Geoarchaeological Surveys in the Valleys of the Mureș and Arieș Rivers (2009-2013) Dissertationes Archaeologicae Ser. 3. 2(2014) 459-483. ISSN 2064-4574

24. Dávid Bartus – László Borhy – Zoltán Czajlik – Balázs Holl – Sándor Pusztá – László Rupnik: Topographical research in the canabae of Brigetio in 2014. *DissArch Ser. 3. No. 2* (2014) 451-457.
25. Zoltán Czajlik: Luftbildarchäologische Forschungen im Komitat Borsod-Abaúj-Zemplén (Ungarn). In: Ildikó Szathmári (Herausg.): *An der Grenze der Bronze- und Eisenzeit. Festschrift für Tibor Kemenczei zum 75. Geburtstag.* Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 2015, 53-66.
26. Zoltán Czajlik – Károly Tankó – Lőrinc Timár – Balázs Holl: Remains of a Celtic settlement at Ráckeresztúr. In: László Borhy – Kata Dévai – Károly Tankó: *Studia archaeologica Nicolae Szabó LXXV annos nato dedicata.* Budapest 2015, 77-92.
27. András Bödőcs – Zoltán Czajlik – Sándor Berecki: Non-destructive survey of Iron Age cemeteries: testing the topographic support system. In: *Archaeologia Polona 53* (2015) 589-592.
28. Zoltán Czajlik – Balázs Holl: Zur topographische Forschung der Hügelgräberfelder in Ungarn. *DissArch Ser. 3. No. 3* (2015) 59-70.
29. Zoltán Czajlik – Balázs Holl – Gabriella T. Németh – Sándor Pusztá – Magdolna Vicze: New results in the topographic research on the Early Iron Age tumulus cemetery at Érd-Százhalombatta (Kom. Pest/H). *Archäologisches Korrespondenzblatt 46* (2016/1) 57-73.
30. Dávid Bartus – László Borhy – Zoltán Czajlik: Recent research in the *canabae* and legionary fortress of Brigetio (2014-2015). In: Beszédes, J. (Ed.): *Legionary fortress and canabae legionis in Pannonia. International Archaeological Conference. Aquincum Nostrum II.7.* Budapest 2016, 63-72.
31. Dávid Bartus – Zoltán Czajlik – László Rupnik: Implication of non-invasive archaeological methods in Brigetio in 2016. *DissArch Ser. 3. No. 4* (2016) 213-232.
32. Borhy László – Czajlik Zoltán – Rupnik László – Nagy Balázs – Pusztá Sándor – Bödőcs András – Bartus Dávid: Nondestruktív lelőhelykutatói módszerek integrált alkalmazása Brigetioban és környékén 2014-2015-ben. In: Benkő Elek – Bondár Mária – Kolláth Ágnes (szerk.): *Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt – Jelen – Jövő. Archaeological Topography of Hungary – Past, Present and Future.* Budapest 2017, 125-136.
33. Borhy László – Czajlik Zoltán – Rupnik László – Nagy Balázs – Pusztá Sándor – Bödőcs András – Bartus Dávid: Nondestruktív lelőhelykutatói módszerek integrált alkalmazása Brigetioban és környékén 2014-2015-ben. In: Benkő Elek – Bondár Mária – Kolláth Ágnes (szerk.): *Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt – Jelen – Jövő. Archaeological Topography of Hungary – Past, Present and Future.* Budapest 2017, 125-136.
34. Zoltán Czajlik: Aerial archaeological research on Bronze Age fortified settlements in the Benta Valley and Zsámbék Basin. In: Kulcsár, G.–V. Szabó, G. with Kiss, V.–Váczi G. (eds.): *State of the Hungarian Bronze Age Research. Proceedings of the conference held between 17th and 18th of December 2014. Ősrégészeti Tanulmányok/Prehistoric Studies II,* Budapest 2017. ISBN 978-615-5254-09-3, 473- 486.
35. Zoltán Czajlik: Aerial archaeological research of Late Iron Age fortified settlements in Western Hungary (Transdanubia) – *Arqueologia Aérea na investigação dos povoados fortificados da Idade do Ferro Final no oeste da Hungria (Transdanubia).* In: Luís Fontes – Gonçalo Cruz – Mafalda Alves (Orgs): *Cultural Interactions and Changing Landscapes in Europe (2nd century BC/2nd century AD) – Interações Culturais e*

- Paisagens em Mudança na Europa (séc. 2^o a.C. / séc. 2^od.C.) Proceedings of International Symposium – Atas do Simpósio Internacional. Braga, 2018, 93-104.
36. László Rupnik – Zoltán Czajlik – Dávid Bartus: The use of aerial photography in the topographical research of Brigetio: the archive imagery. In: László Borhy – Kata Dévai – Károly Tankó (eds.): Celto – Gallo – Roman. Studies of the MTA-ELTE Research Group for Interdisciplinary Archaeology. Paris, 2018, 83-96.
37. Mónika Winkler – Zoltán Czajlik: 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 Veliča. Nitra – Vrútky, 2018, 323 – 336.
38. Zoltán Czajlik – Gábor Serlegi – András Jáky – Katalin Novinszki-Groma – Sándor Pusztai – Bence Vágvolgyi – András Bödőcs – László Rupnik: Early Iron Age landscapes – Toward a new topographical mapping at Süttő (Kom. Komárom-Esztergom/H). Nürnberg, 2019, In: Christine Bockisch-Bräuer – Bernd Mühldorfer – Martin Schönfelder (Hrsg.): Die frühe Eisenzeit in Mitteleuropa – Early Iron Age in Central Europe. Internationale Tagung von 20.-22. Juli 2017 in Nürnberg. Beiträge zur Vorgeschichte Nordostbayerns, Band 19, Nürnberg 2019, 345-353.
39. Zoltán Czajlik – Michael Doneus: Aerial archaeological photography. In: Zoltán Czajlik – Matija Črešnar – Michael Doneus – Martin Fera – Anja Hellmuth Kramberger – Marko Mele (eds.): Researching Archaeological Landscapes Across Borders. Strategies, Methods and Decisions for the 21th Century. Graz – Budapest 2019, 135-141.
40. Zoltán Czajlik, Eszter Fejér, Katalin Novinszki-Groma, László Rupnik, András Bödőcs, Rebeka Gergác, Balázs Holl, András Jáky, Géza Király, Gabriella T. Németh, Sándor Pusztai and Bence Soós: Before and after: investigations of prehistoric land use in relation to the Early Iron Age settlement and tumulus necropolis on the Érd/Százhalombatta-plateau. In: Matija Črešnar – Marko Mele (eds.): Early Iron Age Landscapes of the Danube Region. Graz – Budapest, 2019, 161-184.
41. Zoltán Czajlik, Eszter Fejér, Katalin Novinszki-Groma, András Jáky, László Rupnik, F. Zsófia Sörös, András Bödőcs, Péter Csippán, Gabriella Darabos, Rebeka Gergác, Dorottya Györkös, Balázs Holl, Géza Király, Dóra Kürthy, Boglárka Maróti, Mónika Merczi, Máté Mervel, Balázs Nagy, Sándor Pusztai, Szilvia B. Szöllösi, Báborka Vass and Szabolcs Czifra: Traces of prehistoric land use on the Süttő plateau. In: Matija Črešnar – Marko Mele (eds.): Early Iron Age Landscapes of the Danube Region. Graz – Budapest, 2019, 185-219.
42. Zoltán Czajlik – Dávid Bartus – László Rupnik: 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.
43. Gábor Váci – László Rupnik – Zoltán Czajlik – Gábor Mesterházy – Bettina Bittner – Kristóf Fülöp – Denisa Lönhardt M. – Nóra Szabó: The results of a non-destructive site exploration and a rescue excavation at the site of Pusztaszabolcs – Dohányos-völgy északi part. *Dissertationes Archaeologicae Ser. 3.* 8 (2020) 165-179.
44. Zoltán Czajlik: Aerial archaeological investigation of Hallstatt tumulus necropolises in Transdanubia and in adjacent areas. An overview. *Śląskie Sprawozdania Archeologiczne* 63 (2021) 5–14. DOI: 10.34616/ssa.2021.63.5.14

45. Zoltán Czajlik – Mátyás Árvai – János Mészáros – Balázs Nagy – László Rupnik – László Pásztor: Cropmarks in aerial archaeology: New lessons from an old story. *Remote Sens.* 2021, 13, 1126. <https://doi.org/10.3390/rs13061126>
46. Zoltán Czajlik: Aerial archaeological time-window in 2020: 12 days in June. Report from Hungary. *AARGnews* 62, April 2021, 27-37.
47. Zoltán Czajlik: Otto Braasch's first aerial archaeology mission in Hungary (1992): A belated thank you. *AARGnews* 63: October 2021, 29-32.
48. Czajlik Zoltán: A terepi kirándulástól a domborzatmodellig. Bevezetés a régészeti topográfiába. Budapest 2022.
49. Zoltán Czajlik: 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>
50. . László Rupnik – Zoltán Czajlik – András Bödőcs: Angaben zu luftbildarchäologischen Forschungen in und um die spätantike Befestigung von Keszthely-Fenekpuszta. In: Orsolya Heinrich-Tamáská (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
51. Czajlik Zoltán: Pest megye erődítéseinak régészeti célú légi fényképezése a kezdetektől 2018-ig. In: Kovács Gyöngyi (szerk.): *Középkori és török kori várak, erődítések Pest megyében.* Budapest 2022, 37-50.
52. Czajlik Zoltán – Fejér Eszter – Gergác Rebeka – Rupnik László: Kora vaskori lelőhelyegyüttes tájrégészeti kutatása az érd-százhalombattai löszplatón. In: Tóth Farkas Márton – Szilas Gábor – Anders Alexandra – Kalla Gábor – Kiss Viktória – Kulcsár Gabriella – Mester Zsolt (szerk.): *ΜΟΜΟΣ XI* Óskoros kutatók összajótetele. 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
53. Czajlik Zoltán – Rupnik László: A repülőgépes felderítéstől a drónos felmérésig. Régészeti célú légi fényképezés különböző platformokon. In: Rajnai Zoltán Tardy János (szerk.): *A jövő nagy kihívása: kiberbiztonság és kiberhadviselés.* Elektronikai hadviselés a 21. század elején. Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar és a Magyar Természettudományi Társulat konferencia-sorozata – 1., Budapest, 2020. február 6. Budapest 2023, 81-96.

IV.B: Előtanulmányok, rövid összefoglalók

54. Czajlik Zoltán: Légirégészeti kutatások Magyarországon 2002-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial archaeological investigations in Hungary in 2002 (A short report on the work done in the GIS Research Laboratory of the Institute of Archaeological Sciences, Eötvös Loránd University). In: *Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2002*, KÖH-MNM, Budapest 2004, 161-169.
55. Czajlik Zoltán: 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). In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2003. Budapest 2004, 111-125.
56. Czajlik Zoltán: Légitrégészeti 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). In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2004. Budapest 2005, 121-142.
57. Czajlik Zoltán – Bödőcs András: Légitrégészeti kutatások Magyarországon 2005-ben (Rövid beszámoló az ELTE Régészettudományi Intézetének Térinformatikai Kutatólaboratóriumában végzett munkáról) - Aerial archaeological investigations in Hungary in 2005 (A short report of the activity of the 3D Research Laboratory of the ELTE Archaeological Institute). In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2005. Budapest 2006, 149-159.
58. Czajlik Zoltán – Tankó Károly – Winkler Móni: Légitrégészeti 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). In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2006. Budapest 2007, 121-135.
59. Czajlik Zoltán: Borsod – Abaúj –Zemplén megye várainak légi fényképezése. In: Nováki Gyula – Sárközy Sebestyén – Feld István: Borsod-Abaúj-Zemplén megye várai. Castrum Bene Egyesület. Budapest 2007, 310-311, 314, 320-323, 325, 327, 330.
60. Czajlik Zoltán – Bödőcs András – Ďurkovič Éva – Rupnik László – Winkler Móni: Légitrégészeti 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). In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2007. Budapest 2008, 121-144.
61. Czajlik Zoltán – Bödőcs András – Rupnik László – Winkler Móni: Légitrégészeti 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.
62. Czajlik Zoltán – Bödőcs András – Rupnik László: Légitrégészeti 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). In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2009. Budapest 2010, 81-111.
63. Czajlik Zoltán – Bödőcs András: Az ELTE Régészettudományi Intézet Légitrégészeti Archívuma (1993-2005) Müller Róbert (szerk.): Régészeti kézikönyv (CD-kiadvány). Budapest 2011, 52-54.

64. Zoltán Czajlik – Sándor Berecki – László Rupnik – Sándor József Sztáncsuj: Preliminary report on the aerial archaeological survey of Transylvania (2009-2010). *Marisia* 31 (2011) 7-17.
65. Czajlik Zoltán – Bödőcs András – Rupnik László: 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). In: *Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary, 2010*. Budapest 2012, 111-131.

IV.C: Recenziók, konferencia-kivonatok, beszámolók

66. Zoltán Czajlik: Archaeological Aerial Prospection in Hungary: a Landscape Vanishes... In: Jörg W.E. Fassbinder, Walter E. Irlinger (Eds.) *Archaeological Prospection*. Third International Conference on Archaeological Prospection, Munich 9.-11. September 1999. *Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege*, Band 108, 24-25.
67. Czajlik Zoltán: A várfotóktól a fotótérképig. Eredmények és lehetőségek a magyarországi légitérészeti kutatásban. Emlékezés Andorka Rudolf akadémikus halálának 10. évfordulója alkalmából, „Az OTKA 21 éves története”, absztrakt „kötetben” 1 oldal + 2 ábra. Budapest 2007.
68. Czajlik Zoltán (rec.) Miklós Zsuzsa: Tolna megye várai. *Varia Archaeologica Hungarica XXII*, Budapest, 2007, *CommArchHung* 28 (2008) 407-408.
69. Alexandra Anders – Zoltán Czajlik – Marietta Csányi – Nándor Kalicz – Emese Gyöngyvér Nagy – Pál Raczky – Judit Tárnoki: Cadastre of tell settlements in Hungary. In: Erzsébet Jerem – Ferenc Redő – Vajk Szeverényi (eds.): *On the Road to Reconstructing the Past. Program and Abstracts*. CAA 2008 Budapest April 2-6, Budapest, 2008, 261. ISBN 978-963-8046-95-6
70. Zoltán Czajlik – Lőrinc Tímár: The role of photomaps in archaeological survey. In: Erzsébet Jerem – Ferenc Redő – Vajk Szeverényi (eds.): *On the Road to Reconstructing the Past. Program and Abstracts*. CAA 2008 Budapest April 2-6, Budapest, 2008, 262. ISBN 978-963-8046-95-6
71. Czajlik Zoltán (rec.): Terei György – Nováki Gyula – Mráv Zsolt – Feld István – Sárközy Sebestyén: Fejér megye várai az őskortól a kuruc korig. Magyarország várainak topográfiaja 3. *Castrum Bene Egyesület – Civertan Bt.*, Budapest, 2011, 251 oldal., 15 (2012) 67-69.
72. Czajlik Zoltán – Bödőcs András – Bartus-Szöllösi Szilvia: Aerial Archaeology, Remote Sensing and the Archaeological Process. Az Aerial Archaeology Research Group (AARG) nemzetközi konferenciája, ELTE BTK Régészettudományi Intézet, Budapest – Matrica Múzeum, Százhalombatta, 2012. szeptember 13-15. *Archeometriai Műhely*, 10, 2013, 93-94.
73. Zoltán Czajlik – Balázs Holl – Géza Király: The application of remote sensing technology and geophysical methods in the topographic survey of the Late Iron Age fortifications in Transdanubia. In: Wolfgang Neubauer – Immo Trinks – Roderick B. Salisbury – Christina Einwögerer (eds.): *Archaeological Prospection. Proceedings of the 10th International Conference - Vienna, May 29th – June 2nd 2013*, 246-247.
74. Czajlik Zoltán – Sz. Wilhelm Gábor – Bödőcs András – Rupnik László: Légi fényképes topográfiai kutatások Bács-Kiskun megye déli részén. In: Benkő Elek – Bondár Mária

- Kolláth Ágnes (szerk.): Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt – Jelen – Jövő. A 2015. május 11-13. között, Budapesten rendezett konferencia előadásainak és posztereinek kivonatai. ISBN 978-615-5254-04-8. Budapest 2015, 24-25.
75. Borhy László – Czajlik Zoltán – Rupnik László – Nagy Balázs – Bartus Dávid: Non-destruktív lelőhely-kutatási módszerek integrált alkalmazása Brigetioban és környékén. In: Benkő Elek – Bondár Mária – Kolláth Ágnes (szerk.): Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt – Jelen – Jövő. A 2015. május 11-13. között, Budapesten rendezett konferencia előadásainak és posztereinek kivonatai. ISBN 978-615-5254-04-8. Budapest 2015, 66.
76. Kulcsár Gabriella – Czajlik Zoltán – Jaeger, Mateusz – Kiss Viktória – Pető Ákos – Serlegi Gábor – Vágvölgyi Bence: Bronzkori táj a Duna völgyében – KEX LANDSCAPE 2017. In: Zatykó Csilla – Szilágyi Magdolna – Szabó Máté (szerk.): Történeti táj – tájrégészet: eredmények és perspektívák a magyarországi tájrégészeti kutatásban. Budapest, 2017. november 6-7. ISBN 978-615-5254-08-6, MTA BTK Régészeti Intézet, Budapest 2017, 59.
77. Zoltán Czajlik: Looking for perished cemeteries and fortifications. An overview of the archaeological prospections on the Iron Age sites at Érd/Százhalombatta (Hungary). In: Petra Stipančić – Bojan Djurić (uredili): Arheologija v letu 2017 dedščina za javnost. Zbornik povzetkov. Strokovno srečanje Slovenskega arhološkega društva. Ljubljana, Narodni muzej Slovenije – Metelkova 7.-8. marec 2018, 13.
78. Czajlik Zoltán – Rupnik László – Berecki Sándor – Bartus Dávid: Légirégészeti kutatások Erdélyben: Eredmények, problémák, perspektívák. In: XII. Erdélyi Magyar Régészeti Konferencia. Marosvásárhely, 2018. november 30 – december 1. (abstract kötet, szerkesztette Sidó Katalin és Soós Zoltán), 9.
79. Czajlik Zoltán - Rupnik László – Pusztai Sándor – Király Géza – Bödőcs András – Fejér Eszter – Jáky András – Novinszki-Groma Katalin – Gergáczy Rebeka: Tájrégészeti kutatások az Érd-Battai löszplaton és környékén. In: Tóth Farkas Márton (szerk.): MOMOS XI. Őskoros Kutatók Összejövele. BTM Aquincumi Múzeum. 2019. április 10-12. Környezet és ember (abstract füzet) ISBN: 978-615-5341-64-9. Budapest, 2019, 22-23.
80. Zoltán Czajlik – László Rupnik – Péter Ódor: Aerial archaeology of Hallstatt necropolises in Hungary. New results by using different platforms. In: Sara Popović (ed.): 40 AARG – Aerial Archaeology Research Group 1983-2023. September 21-23, 2023, Zagreb, Croatia. Abstract book, Zagreb 2023, 10-11.

IV.D: Ismeretterjesztő cikkek

81. Czajlik Zoltán: Régészeti lelőhelyek felfedezése. RUBICON 15 (2004), 3. szám, 20-27.
82. Czajlik Zoltán: A földvárak légi fényképezése. Információvédelem madártávlatból Természet Világa, 135. évf. 10. sz., 2004. október, 447-449., 481. o.
83. Czajlik Zoltán: Régészeti-természetvédelmi örökségünk: A magyarországi földépítmények – pusztuló halomsírművek. Magyar Múzeumok, 2004/4, 28-30., képmelléklet 1.
84. Czajlik Zoltán: Régészeti lelőhelyek kutatása légifényképes módszerekkel. Magyar Múzeumok, 13, 2007/1, 47-48. és hátsó belső borító
85. Czajlik Zoltán: Légi régészet. Trefort kert 2/3. szám (2009) 25-27.
86. Czajlik Zoltán: Kerek templom Páty határában? In: Szabó Andrásné (szerk.): Páty története képekben, Páty, 2009, 20-21.

czajlik.zoltan_222_24

87. Czajlik Zoltán: Tavaszról a télbe – légi fényképezés Erdélyben. A Földgömb, 2012/3, május, 6-7.
88. Czajlik Zoltán: Légi régészet – árvizek idején. A Földgömb, 2012/4, június, 4-5.
89. Czajlik Zoltán: Óriás sáncrendszer a Bánságban. A Földgömb, 2012/5, július-augusztus, 6-7.
90. Czajlik Zoltán: Pillantás a magasból: lakhely a sziklaormon. A Földgömb 2012/7. október, 4.
91. Botár István – Czajlik Zoltán: Pillantás a magasból: a Csiki-medencébe. A Földgömb 2012/9. december, 6-7.
92. Czajlik Zoltán: Pillantás a múltba: A szalacsikai Szőlő-hegy. A Földgömb 2013/1. január-február, 8-9.
93. Czajlik Zoltán: Eltűnő erődítések nyomában. A Földgömb 2013/2. március, 78-87.
94. Czajlik Zoltán: Felső-Moesia és Dacia régész szemmel, a levegőből. A Földgömb, 2014. november, 62-69.
95. Czajlik Zoltán: Megskalpolt halmok nyomában. A Földgömb, 2017. május, 62-67.
96. Czajlik Zoltán: Égi megfigyelés alatt. Jókor, jó helyen, a levegőben. A Földgömb 36 (2018) december, 70-75.
97. Czajlik Zoltán: A Királykőtől Kőhalomig. Ősz, fények, légi régészet. A Földgömb 37,6 (2019) 50-59.
98. Czajlik Zoltán: Halomtörténetek. Nyomozás a korai régészeti légi fényképek után. Határtalan régészet – Archeológiai magazin 5/2. 2020, 31-34.
99. Czajlik Zoltán: Időablak – 2020. A Földgömb 39 (2021) 346. sz. 68-73.
100. Czajlik Zoltán: Légi régészet a 21. század elején. Határtalan régészet. Archeológiai Magazin 7,4 (2022) 5-11.
101. Czajlik Zoltán: Földvárak légi fényképezése: eltűnő erődítések nyomában. Határtalan régészet. Archeológiai Magazin 7,4 (2022) 16-19.
102. Matija Črešnar – Zoltán Czajlik - Branko Mušič: Secrets of Iron Age Landscapes. Iron Age Danube Route Magazine 2 (2022) 48-49.

IV.E: Nagyobb kiállítások régészeti légi fényképekkel

- 2005 - Magyar Képzőművészeti Egyetem, Budapest
- 2006 – Denkmal-expó, Lipcse
- 2007 – Örökség Galéria, Budapest; Dzsámi Kávézó, Esztergom
- 2008 – Denkmal-expó, Lipcse
- 2012 – Maros Megyei Múzeum, Marosvásárhely; Egyesülés Múzeuma, Gyulafehérvár; Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
- 2016 – Thúry György Múzeum, Nagykanizsa
- 2017 – Balatoni Múzeum, Keszthely

Bibliográfia

ANDERS et al. 2010

Anders A. – Czajlik Z. – Csányi M. – Kalicz N. – Nagy E. Gy. – Raczky, P. – Tárnoki J.: Archaeological tell register of tell settlements in Hungary. *Archaeologiai Értesítő* 135 (2010) 147-160.

BALDWIN 1786

Baldwin, T.: *Airopaidia*. Chester 1786.

BARBER 2011

Barber, M.: *A History of Aerial Photography and Archaeology. Mata Hari's glass eye and other stories*. Swindon 2011.

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.

BEAZELEY 1919

G. A. Beazeley: *Air Photography in Archaeology*. *The Geographical Journal* 53/5 (1919) 330-335.

BEAZELEY 1920

G. A. Beazeley: *Surveys in Mesopotamia during the War*. *The Geographical Journal* 55/2 (1920) 109-123.

BERTÓK – GÁTI 2014

Bertók G. – Gáti Cs.: *Régi idők – új módszerek. Roncsolásmentes régészet Baranyában 2005 – 2013*. Budapest – Pécs 2014.

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.

BÖDŐCS 2008

Bödöcs A.: *A római kori úthálózat térinformatikai vizsgálata a mai Magyarország területén*. PhD-disszertáció. Eötvös Loránd Tudományegyetem Régészettudományi Intézet. Kézirat. Budapest 2008.

BÖDŐCS 2011

Bödöcs, A.: *Aerial archaeological substantiation of a Roman cadastre system's predictive model*. *The Newsletter of the Aerial Archaeology Research Group* 42, 13–25. <http://www.univie.ac.at/aarg/php/cms/AARG-News/aarg-news-42>

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 közigazgatás és közlekedés kölcsönhatása az Észak-Dunántúlon a római korban*. *Az ALP-projekt*. *Magyar Régészet* 12,1 (2023) 50-59.

BRAASCH 1995

czajlik.zoltan_222_24

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 2010

Braasch, O.: Asterix und Infrarot – farbige Flugspuren. In: Bofinger, J. – Krausse, D. (herausg.): 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.

BUTTLER et al. 1938

Buttler, W. – Crawford, O. G. S. – Ewald, E.: Luftbild und Vorgeschichte. Berlin 1938.

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

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.

CHRISTLEIN – BRAASCH 1982

Christlein, R. – Braasch, O.: Das unterirdische Bayern. 7000 Jahre Geschichte und Archäologie im Luftbild. Stuttgart 1982.

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.

CRAWFORD 1923

Crawford, O. G. S.: Air Survey and Archaeology. The Geographical Journal 61,5 (1923) 342-360.

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.

CZAJLIK 2011

czajlik.zoltan_222_24

Czajlik Z.: A légi fényképezés szerepe a temetkezések régészeti topográfiai kutatásában. In: Kővári K. – Miklós Zs. (szerk.): „FÉL EVSZÁZAD TEREPEM” Tanulmánykötet Torma István tiszteletére, 70. születésnapja alkalmából, Budapest 2011, 131-140.

CZAJLIK 2012

Czajlik Z.: A Kárpát-medence fémnyersanyag-forgalma a későbronzkorban és a vaskorban. Budapest 2012.

CZAJLIK 2021

Czajlik, Z.: Aerial archaeological investigation of Hallstatt tumulus necropolises in Transdanubia and in adjacent areas. An overview. *Śląskie Sprawozdania Archeologiczne* 63 (2021) 5–14. DOI: 10.34616/ssa.2021.63.5.14

CZAJLIK 2022a

Czajlik Z.: A terepi kirándulástól a domborzatmodellig. Bevezetés a régészeti topográfiába. Budapest 2022.

CZAJLIK 2022b

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 2022c

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 et al. 2012

Zoltán Czajlik – Géza Király – Attila Czövek – Balázs Holl – Gábor Brolly: The Application of Remote Sensing Technology and Geophysical Methods in the Topographic Survey of Early Iron Age Burial Tumuli in Transdanubia. In: Berecki Sándor (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. 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

DASSIÉ 1978

Dassié, J.: *Manuel d'archéologie aérienne*. Paris 1978.

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 2013

Doneus, M.: Die hinterlassene Landschaft – Prospektion und Interpretation in der Landschaftsarchäologie. *Mitteilungen der Prahistorischen Kommission*, Band 78. Wien 2013.

DONEUS et al. 2013

Doneus, M. – Gugl, Ch. – Doneus, N.: Die Canabae von Carnuntum - eine Modellstudie der Erforschung römischer Lagervorstädte. Von der Luftbildprospektion zur siedlungsarchäologischen Synthese. Wien 2013.

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.

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.

FICHTL 2000

Fichtl, St.: *La ville celtique. Les oppida de 150 av. J.-C. à 15 ap. J.-C.* Paris 2000.

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.

GOGUEY et al. 2003

Goguey, R. - Czajlik Z. - Bődöcs 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 2020

Gojda, M.: *Air survey and remote sensing in archaeology.* Warszawa 2020.

GOJDA – HEJCMAN 2012

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.

HANSEN 1932

Hansen, W.: *Die Grundkarte 1 : 5000 und das Luftbild im Dienst der Urgeschichtsforschung. Praehistorische Zeitschrift* 23 (1932) 262-270.

HEJCMAN – SMRŽ 2010

Hejzman, 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* 2010, 138, 348–354, doi:10.1016/j.agee.2010.06.004.

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.

KRAVCIV 2019

Kravciv, S.: *Mladoneolitické rondely na území střední Evropy. Tvorba predikčních map výskytu rondelů. PhD dissertáció, Hradec Králové Egyetem, Hradec Králové 2019.*

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.

LASZLOVSZKY 1982

Laszlovszky J.: *Karámok Árpád-kori falvainkban. Talajfoszfát-analízis alkalmazása az árkok szerepének meghatározásánál. Archeologiai Értesítő* 109 (1982) 281-285.

LECKEBUSCH – NAGY 1991

Leckebusch, J. – Nagy, P.: *Propektionsmethoden in der Archäologie; Stiftung für die Erforschung des Üetlibergs: Zürich, Switzerland, 1991.*

LÉVA 1999

czajlik.zoltan_222_24

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.

LÓKI et al. 2011

Lóki Róbert – Szabó Máté – Visy Zsolt: A PTE kutatócsoportja által felmért lelőhelyek katalógusa. In: Visy Zsolt – Szabó Máté – Priskin Anna – Lóki Róbert (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.

MAROSI – SOMOGYI 1990

MAROSI S. – SOMOGYI S. (szerk.): Magyarország kistájainak katasztere I-II. Budapest 1990.

MELICHAR – NEUBAUER 2010

Melichar, P. – Neubauer, W. (Hrsg.): Mittelneolitische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Wien 2010.

MIKLÓS 2007

Miklós Zs.: Tolna megye várai. Budapest 2007.

NEOGRÁDY 1948-1950

Neogrady S.: A légifénykép és az archeológiai kutatások. Térképészeti Közlöny 7 (1948-1950) 283-332.

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 várai az őskortól a kuruc korig. Magyarország várainak topográfiaja 1. Miskolc 2007.

NOVÁKI et al. 2009

Nováki Gy. – Baráz Cs. – Dénes J. – Feld I. – Sárközy S.: Heves megye várai az őskortól a kuruc korig. Magyarország várainak topográfiaja 2. Budapest – Eger 2009.

NOVÁKI et al. 2017

Nováki Gy. – Feld I. – Guba Sz. – Mordovin M. – Sárközy S.: Nógrád megye várai az őskortól a kuruc korig. Magyarország várainak topográfiaja 4, Budapest 2017.

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.): ΜΩΜΟΣ XI. Őskoros kutatók összejövedele. 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. http://www.ace.hu/am/2015_2/AM-2015-2-PBJ.pdf

PÉCSI – SOMOGYI 1969

Pécsi, M. – Somogyi, S.: Subdivision and classification of the physiographic landscapes and geomorphological regions of Hungary. In: Sárfalvi, B (ed.): Research problems in Hungarian applied geography. Budapest 1969, 7–27.

RACZKY – ANDERS 2012

czajlik.zoltan_222_24

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 et al. 1997

Raczky P. – Kovács T. – Anders A. (szerk.): Utak a múltba. Az M3-as autópálya régészeti leletmentesei – Paths into the Past. Rescue Excavations on the M3 motorway. Budapest 1997.

RILEY 1944

Riley, D.N.: The Technique of Air-Archaeology. *Archaeological Journal*, 101,1 (1944) 1-16. DOI: 10.1080/00665983.1944.10853775

ROSTA – PÁNYA 2022

Rosta Sz. – Pánya I.: Gondolatok a síkvidéki középkori erődítésekéről. 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.: Körzövel 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.

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.

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.

ȘTEFAN 1986

Ștefan, A. S. : *Archéologie aérienne en Roumanie, Photo Interprétation (spec. edition)* 25,1-2 Paris 1986.

STIBRÁNYI 2015

Stibrányi M.: Fejér megye középkori templomos helyei. Doktori disszertáció. Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Régészettudományi Intézet. Budapest 2015.

STRUNK-LICHTENBERG 1965

Strunk-Lichtenberg, G.: Bodenkundliche Untersuchungen an archäologischen Objekten, die durch Luftbild-Aufnahmen entdeckt wurden. *Archaeo-Physika* 15 (1965) 175-202.

SZABÓ 2016

Szabó M.: *Régészet madártávlatból. Fejezetek a Pécsi Légitrégészeti Téka 20 éves történetéből*. Budapest 2016.

SZABÓ 2018

Szabó M.: *Repülés a múltba. A légi régészet története*. Pécs 2018.

SZABÓ 2020

Szabó M.: Római kori villagazdaságok légitrégészeti kutatása Magyarországon. *Archaeológiai Értesítő* 145 (2020) 207-235.

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

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.

TEREI et al. 2011

Terei Gy. – Nováki Gy. – Mráv Zs. – Feld I. – Sárközy S.: *Fejér megye várai az őskortól a kuruc korig*. Budapest 2011.

TOLSZTOV 1950

Tolszto, Sz. P.: *Az ősi Chorezm*. Budapest 1950.

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.

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.

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.