

dc_879_14

MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS

**A FÖLDMINŐSÍTÉS TUDOMÁNYOS ALAPJAI
ÉS SZEREPE A FENNTARTHATÓ
TALAJVAGYON-GAZDÁLKODÁSBAN**

Tóth Gergely

Európai Bizottság
Közös Kutatóközpont
Környezet és Fenntarthatóság Intézet

Ispra
2014

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
1.1 PROBLÉMAFELVETÉS	1
1.2 CÉLOK	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	7
2.1 A FÖLDMINŐSÍTÉS CÉLJA	7
2.2 A FÖLDMINŐSÍTÉSI IRODALOMBAN HASZNÁLT TERMINOLÓGIA ÁTTEKINTÉSE	7
2.3 TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS: A HAZAI FÖLDMINŐSÍTÉS FEJLŐDÉSE	10
2.3.1 A kezdetektől az aranykoronás rendszerig	10
2.3.2 Földminősítés talajtani alapokon.....	12
2.3.3 A szántón kívüli művelési ágak földminősítése	16
2.4. A FÖLDMINŐSÍTÉSI MODELLEK RENDSZEREZÉSE	18
2.4.1. Különböző földminősítési modellek felépítése.....	19
2.5 KÜLFÖLDI FÖLDMINŐSÍTÉSI MÓDSZEREK.....	21
2.6 A FÖLDMINŐSÍTÉS ADATIGÉNYE	25
3. A MAGYARORSZÁGI SZÁNTÓK FÖLDMINŐSÍTÉSE.....	29
3.1 A FÖLDMINŐSÍTÉSI MUNKÁK SZEMPONTJAI	29
3.2 A FÖLDMINŐSÍTÉSI MODELL	32
3.3 A FÖLDMINŐSÍTÉSI VIZSGÁLATOKHOZ FELHASZNÁLT ADATBÁZISOK	37
3.4 A KLIMATIKUS TÉNYEZŐK ÉRVÉNYESÍTÉSE A FÖLDMINŐSÍTÉSBEN.....	40
3.5 A TALAJOK VÍZGAZDÁLKODÁSÁNAK HATÁSA A PRODUKCIÓS POTENCIÁLRA	43
3.6 A TALAJTULAJDONSÁGOK (EGYÜTTES, KOMPLEX) HATÁSA A PRODUKCIÓS POTENCIÁLRA.....	50
3.7 A TALAJOK TÁPANYAG ELLÁTOTTSÁGÁNAK HATÁSA A PRODUKCIÓS POTENCIÁLRA.....	53
3.8 A TERMŐHELY ÉRTÉKELÉS DOMBORZATI TÉNYEZŐJE	56
3.9 AZ ELŐVETEMÉNY HATÁSA A PRODUKCIÓS POTENCIÁLRA	57
4. ÁTTEKINTŐ TÉRKÉP AZ EURÓPAI UNIÓ SZÁNTÓINAK MINŐSÉGÉRŐL.....	59
4.1 FELHASZNÁLT ADATBÁZISOK	59
4.2 EURÓPAI UNIÓ SZÁNTÓINAK FÖLDMINŐSÍTÉSI ELJÁRÁSA.....	61
4.3 EURÓPAI UNIÓ SZÁNTÓINAK FÖLDMINŐSÉG TÉRKÉPE	64
5. KOMPLEX TALAJMINŐSÍTÉS ÉS AZ INTEGRÁLT FÖLDMINŐSÍTÉS RENDSZERE	65
5. 1. A KOMPLEX TALAJMINŐSÍTÉS ÉS A TALAJMINŐSÉG FENNTARTHATÓSÁGÁNAK ÉRTÉKELÉSE	65
5.1.1. A komplex talajminősítés és tényezői	65
5.1.2 A talajdegradáció értékelésének koncepciója	66
5.1.3 A talajminőség fenntarthatóságának értékelése: a tartamos talajkondíció	67
5.2 SZÁNTÓFÖLDJEINK INTEGRÁLT MINŐSÍTÉSE A TALAJERÓZIÓ FIGYELEMBEVÉTELÉVEL.....	68
5.2.1 Az eróziós érzékenység megítélése	68
5.2.2 Az eróziós veszélyeztetettség megítélése	72
5.2.3 A kumulált eróziós hatás értékelése	73
5.2.4 Integrált földminősítés és tartamos talajkondíció értékelés	76
5.3 A RENDSZERSZEMLELÉLETŰ TALAJHASZNÁLAT-TERVEZÉS	81

6. MINTATERÜLETI ALKALMAZÁS.....	85
6.1. A MINTATERÜLET JELLEMZÉSE	85
6.2 A MINTATERÜLET MEZŐGAZDASÁGI TÁBLÁNAK FÖLDMINŐSÍTÉSE	88
6.3 AZ ERÓZIÓS VESZÉLYEZTETETTSÉG ÉRTÉKELÉSE	90
6.4 PRIORITÁSI ZÓNÁK LEHATÁROLÁSA	91
7. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE	95
7.1 HAZAI SZÁNTÓK TALAJAINAK TERMÉKENYSÉGI VIZSGÁLATAI	95
7.2 AZ EURÓPAI UNIÓ TALAJERŐFORRÁSAINAK TERÜLETI ELOSZLÁSA.....	104
7.3 A KÖRNYEZETI SZEMPONTÚ FÖLDMINŐSÍTÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI.....	105
7.3.1 Földhasználat tervezés térinformatikai támogatással.....	106
7.3.2 Földértékelési és birtokpolitikai alkalmazás.....	108
7.3.3 Hazánk földminőségének áttekintő térképe	109
7.4 KÖVETKEZTETÉSEK AZ INTEGRÁLT FÖLDMINŐSÍTÉS ÉS AZ EURÓPAI TALAJVÉDELMI STRATÉGIA ÖSSZEFÜGGÉSÉBEN.....	113
8. ÖSSZEFOGLALÁS	119
9. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	125
10. FELHASZNÁLT IRODALOM.....	127
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	149
MELLÉKLETEK	153

1. Bevezetés

1.1 Problémafelvetés

A termőföldek termelési értékének reális megítélése iránti igény nem új keletű. Ennek ellenére Magyarországon napjainkig nem került bevezetésre olyan módszer, amely pontosan számot tudna adni a mezőgazdasági területek potenciális termőképességéről, illetve a termőképességet befolyásoló környezeti, és ezen belül talajtani tényezők egymáshoz való viszonyáról. Hazánk talajvagyonáról illetve az avval történő gazdálkodásról így sok esetben hiányos, vagy egyoldalú információk alapján hozhatók döntések.

A hazánkban jelenleg is használatban lévő földértékelési módszer (az ún. aranykorona rendszer) a természeti tényezőket eredetileg csak közvetett módon figyelembe vevő és mára gazdaságilag is túlhaladott, a modern társadalmi igényeknek megfelelni nem tudó rendszer (Dömsödi, 2007; Góczán, 1979; Hermann és Dömsödi 2009; Niklasz, 1997; Várallyay 1999). Az aranykorona rendszer közismert módszertani hiányosságai (Király, 1993; Máté, 1999a,b; Máté és Tóth, 2003) és az ebből fakadó becslési hibája (Tóth, 2000), több mint egy évszázada tudományosan is bizonyított tények (Horusitzky, 1898). Az 1970-es évekre ennek az ellentmondásos rendszernek az alternatívájaként került kidolgozásra a talajbonitáción alapuló termőhelyi értékelés metodikája (Fórizsné, Máté és Stefanovits, 1972; MÉM, 1982), ami először pénzszűke miatt felemásan, majd a rendszerváltást követő birtokrendezés miatt egyáltalán nem lett hasznosítva. Így a mezőgazdasági és környezeti politika tervezésének egyik lehetséges eszköze marad a mai állapotok miatt kihasználatlanul, de a termőföld nem tudja kellően betölteni a földjelzalog-hitelezésben, és általában az elvonások és támogatások rendszerében betöltendő szerepét sem. Az e nélkül is tökehiányos agrár-ágazat gazdasági teljesítménye emiatt is korlátozódik.

A világ népességének jövőbeli élelmiszer igényére vonatkozó előrejelzések növekvő felhasználást prognosztizálnak, a művelhető területek kiterjedésének jelentős növekedése nélkül, a nem élelmiszertermelő földhasználati formák (pl. energia növények) térnyerésével és az egyéb termelési feltételek (pl. a rendelkezésre álló víz mennyisége) romlása mellett (Blaikie és Brookfield, 1987; Brown és Halweil, 1998; Fischer, 2008; Sinha, 1984; Szabolcs, 1984; Uitto és Akiko, 1996; Young, 1998). Ez a felismerés növekvő élelmiszerárakat vetít előre, ami felértékelheti a magas hozamokat produkáló, jó termő területeket, és növeli az e termőföldek minőségének pontos meghatározása iránti igényt (Dent, 2008; Fischer, 2008; Hamell, 2008).

A termőföld, mint gazdasági erőforrás és termelőeszköz kiaknázását a talajdegradáció is veszélyezteti. A talajok degradációjának és az ennek következtében jelentkező járulékos környezeti károknak a társadalomra gyakorolt lehetséges hatását felismerve, az Európai Bizottság közleményben fogalmazta meg az Európai Unió (EU) Talajvédelemről szóló tematikus stratégiáját (EB, 2006a, a továbbiakban: „Talajvédelmi stratégia”). A Talajvédelmi stratégia rámutat, hogy a talajoknak az ökoszisztémában betöltött szerepe és a társadalom számára nyújtott szolgáltatásai Európa nagy részén nem teljesülhetnek a kívánatos mértékben. Ennek oka elsősorban az emberi tevékenység okozta negatív hatások, amik főleg a helytelen mezőgazdasági és erdészeti gyakorlat, a turizmus, a városok-, ipari területek- és közlekedési infrastruktúra területi növekedésének következményei.

A talajok társadalom számára nyújtott szolgáltatásai a talajfunkciókon keresztül valósulnak meg. A talajtan és környezettudomány ezt a felismerését közvetítették tudományos publikációk és döntés-előkészítő tanulmányok (Várallyay, 1997, 2002b; Van Camp et al., 2004) révén a tagállamok és az Európai Unió szervei felé, aminek hatására formálódott az európai Talajvédelmi stratégia. A Talajvédelmi stratégiába végül belefoglalt meghatározás szerint a talaj az alábbi funkciókat tölti be:

- biomassza produkció;
- a víz, tápanyagok és egyéb anyagok tárolása, szűrése és transzformálása;
- a biodiverzitás fenntartásának közege;
- az emberi tevékenység színhelye, meghatározója;
- nyersanyag szolgáltató;
- a szénraktározó és szénforrás;
- geológiai és archeológiai örökség hordozója.

A talajokat közvetlenül veszélyeztető degradációs folyamatok sokfélék lehetnek, amelyek közül Európában (és Magyarországon is) az erózió, szikesedés, tömörödés, a szerves anyag csökkenése, földcsuszamlások, szennyeződés és talajfedés számítanak kiemelten a legfontosabbaknak. Ezért, a hazai talajvédelmi stratégiára vonatkozó tudományos ajánlásban (Németh et al., 2005) lefektetett alapelvekhez hasonlóan, az EU Talajvédelmi stratégiája is ezekkel a fizikai és kémiai talajdegradációs folyamatokkal foglalkozik (Várallyay, 2005). Az elsavanyosodás regionális jelentőségét elismerve, ez a fajta degradációs folyamat a jövőben szintén bekerülhet a Talajvédelmi stratégia által legfontosabbnak, és elsősorban leküzdendőnek ítélt talajdegradációs folyamatok közé.

A talajdegradációs folyamatok következményei között olyan negatív tendenciák szerepelnek, mint a talajtermékenység és biodiverzitás csökkenése, a romló vízháztartási viszonyok, a gázok körforgási rendszerének nem kívánatos változásai, vagy a gyengülő képesség a mérgező anyagok lebontására. A talajdegradáció közvetlenül hat a víz és levegő minőségére, az élelmiszerláncra és a klímaváltozáson keresztül pedig a bioszféra egészének működését is veszélyezteti. Mindezek mellett az élelmiszer és takarmánybiztonság aláásásán keresztül is veszélyezteti a társadalom biztonságát.

A talajdegradációs folyamatok erőssége és a talajok degradáltságának mértéke országonként eltérőek lehetnek, a talajromlás ugyanakkor európai szintű probléma. A Talajvédelmi stratégia szakértői becslésekre hivatkozó közlése szerint:

- mintegy 115 millió hektár, azaz Európa teljes földterületének 12%-a van kitéve a vízerózióknak, és 42 millió hektárt érint a szélerózió,
- az európai talajok 45%-a alacsony szerves anyag tartalmú,
- a szennyezett területek száma becslés szerint közel 3,5 millió (a 2007 előtti 25 EU tagállamra vonatkozó becslés).

Ezek a mutatók és a fentebb vázolt folyamatok tovább romolhatnak a klímaváltozás következtében. Mindezek a felismerések késztették az Európai Bizottságot a Talajvédelmi stratégia elkészítésére.

A Talajvédelmi stratégia fő célja a talaj védelme és fenntartható használata a következő vezérelvek alapján:

(1) A további talajromlás megelőzése és a talaj funkcióinak megőrzése:

- amikor a talajhasználat során a talajfunkciók sérülhetnek, intézkedést kell hozni a talajhasználat - és talajművelés módjairól, valamint
- amikor a talaj az emberi tevékenység vagy környezeti folyamatok (negatív) hatásának receptora, úgy a forrásra vonatkozóan kell intézkedni.

(2) A degradált talaj helyreállítása, legalább az aktuális és tervezett használattal konzisztens működőképesség szintjére, a költségvonzatokat is figyelembe véve.

A Talajvédelmi stratégia célkitűzéseinek teljesítésére a talajhasználat optimalizálása vezethet. A talajhasználat optimalizálását szakszerűen csak úgy lehet megoldani, ha egyéb szempontok mellett a talaj minősége is mérlegelés tárgyát képezi. Látható tehát, hogy egy megalapozott és részletes földértékelési rendszerre a hagyományos célok teljesítésén túl az európai Talajvédelmi stratégiában meghatározott célok legjobb teljesítése érdekében is szükség van. Ugyanakkor azt is meg kell vizsgálni, hogy (a növényi hozamképzésen alapuló) hagyományos földminősítési felfogást milyen egyéb szempontok szerint szükséges kiegészíteni, hogy az valóban alkalmas legyen összetett feladatok kezelésére.

A föld minőségének megítélésére hagyományosan a mezőgazdasági termelésben betöltött szerepének meghatározása, tehát talaj termékenységének meghatározása szolgál. A talajtermékenység egyaránt jelenti a növények vízzel és tápanyaggal való tartamos ellátásának - természettudományos értelemben vett - képességét, valamint a termésképzésre való alkalmasság mennyiségi, közgazdasági vonatkozásban is értelmezhető jellemzését. A földminősítés során a talajtermékenység mennyiségi kifejezése a cél. Mivel a termés mennyisége függvénye a természeti feltételeknek, ezért célszerű a talajtermékenység mennyiségi kifejezését is természettudományos megközelítésben vizsgálni.

A speciális földhasználati formák és általában a földhasználat környezeti hatásainak értékelésében a talajok termékenysége mellett egyre növekvő, bizonyos helyzetekben meghatározó jelentőségű lehet az egyéb talajfunkciók ellátásának képessége. A talajminőség természettudományos fogalma ennek megfelelően napjainkban a növénytermesztésre való alkalmasság mellett a környezetben betöltött, és sokoldalú talajfunkciók ellátásán keresztül érvényesülő szerepének kifejezését is magába kell, hogy foglalja (Doran et al., 1997; Granatstein és Bezdicek, 1992; Máté et al., 2002 lásd: Mellékletek 1. ábra; Várallyay, 2002a,b). Ebben az értelemben a talaj ökológiai funkcióira helyeződik a hangsúly. (Ezt a felfogást fejezi ki az EU Talajvédelmi stratégiája is.) A talaj, mint a bioszféra része, fogadja a külső hatásokat. Ezek a hatások a talaj eredeti funkcióira nézve lehetnek kedvezőek vagy kedvezőtlenek. Az ökológiai egyensúlyt befolyásoló kedvező hatások általában a termékenység növelése irányában hatnak, míg a kedvezőtlen hatások nagy része a termékenységre is negatívan hat. Példa a pozitív hatásra a humuszanyagok megfelelő mértékű dúsulása, míg a negatív hatásra a talaj pH túlzott emelkedése, vagy csökkenése. Ebből a szempontból nincs különbség a természeti és az antropogén eredetű hatások között. Megjegyzendő azonban, hogy az egyes antropogén eredetű negatív hatások ugyan a termékenységet nem befolyásolják lényegileg, a talajegészség és a bioszféra egészére nézve - melynek az ember is tagja - azonban veszélyeket rejt (pl. a potenciálisan toxikus anyagok

felhalmozódása). Mindennek az ellenkezőjére is akad példa: az egyoldalú növénytermesztés a növények számára esszenciális elemek elvonásával olyan helyzetet teremt, ami ugyan a talaj ökológiai funkcióit nem feltétlenül veszélyezteti, ám a mezőgazdasági produkciót a megkívánt szinten már nem biztosítja.

Mindezeket figyelembe véve, egy új, az EU Talajvédelmi stratégiájához is illeszkedő, a modern társadalmi igényeknek megfelelni akaró és tudó földminősítési rendszernek a talajtermékenység kifejezésén túl környezeti terhelhetőségi, illetve környezeti érzékenységi mutatókkal való kiegészítés lehetőségét is magába kell foglalnia. Ezen mutatók egy része - amelyek a termékenységgel is összefüggésben állnak - közvetlen integrálható a földminősítő modellbe, míg más része az érvényes környezeti határértékek elve alapján almodellként csatolható hozzá. Ily módon a tájgazdálkodást segítő, talajtérképekre alapozott komplex információs rendszer juthat a döntéshozók kezébe.

Egy talajtérképi alapú, a talajfunkciókat és degradációs veszélyeztetettségeket is kifejező komplex információs rendszer az Európai Unió Talajvédelmi stratégiájának végrehajtásához nyújtott támogatáson túl, a hazai mezőgazdasági-, földügyi és környezetpolitikai tervezés és végrehajtás számára is értékes eszköz lehet.

1.2 Célok

Jelen doktori értekezés hazánk szántóföldjeinek termékenységük szerinti osztályozási rendszerének továbbfejlesztéséhez, új szempontok szerinti bővítéséhez és alkalmazási lehetőségeinek kiterjesztéséhez kíván tudományosan megalapozott módszerrel szolgálni, és bemutatni, ez miként alkalmazható a fenntartható talajvagyon gazdálkodás érdekében.

A földminőség, még ha kizárólag a mezőgazdasági területek termékenységének mutatóját értjük is alatta, akkor is változhat a művelési ágnak, a termesztett kultúrának megfelelően. A jelen **doktori értekezésben ismertetett termőhelyminősítési munkák a szántó művelési ágban, öntözés nélküli kultúrákban mutatott termékenység kifejezését célozzák, s nem feladatuk az egyéb művelési ágak (rét, szőlő, erdő, stb.) és a mezőgazdasági földhasználaton kívüli földhasználati formák szerinti minősítés.** A földminősítési rendszer megalkotása során ugyanakkor törekedni kellett arra, hogy a szántóföldi művelési ágnál alkalmazott minősítés elvi alapjai olyanok legyenek, amelyek alapján biztosított lehet az átjárhatóság az egyéb művelési ágak minősítési rendszerei felé, és ami a megújuló közgazdasági földértékelés számára is megfelelő alapot teremt.

Doktori értekezésem egy korszerű, új földértékelési rendszer ökológiai tényezőit hivatott tisztázni és értékelésüket egységes rendszerbe foglalni. Ennek során számszerűsíteni kellett a tudományos alapon rendszerezett talajféleségek termékenységét a különböző gazdasági növények relációjában, a termékenység változását az agrotechnika színvonalának függvényében, a természeti környezettel harmonizáló földhasználat és a talaj- produktivitás összefüggéseit. Ennek a számszerűsítésnek mért adatokon és igazolt összefüggéseken kellett alapulni, becslés helyett statisztikailag igazolt, ismert pontosságú számértékekkel kellett a termőföld minőségének ökológiai összetevőit jellemezni.

Ahhoz, hogy az új földminősítési rendszer a mezőgazdasági tervezés során sokoldalúan alkalmazható legyen, a következő négy fő kritériumnak kell megfelelnie:

- kvantitatív módon kell jellemeznie a termőhelyek produkciós viszonyait,
- főbb gazdasági növények, illetve növénycsoportok szerinti értékelésre is lehetőséget kell nyújtania,
- a klimatikus hatásokból eredő termékenység változás és termelési kockázat kifejezésének lehetőségét is hordoznia kell,
- a produkciós viszonyokat különböző intenzitási szinteken is minősítenie kell.

Az új földminősítési módszer gyakorlati alkalmazhatósága táblaszintű információk alapján kerül bemutatásra.

A doktori értekezés céljai között szerepel **a talajminőség új, integrált megközelítésű koncepciójának elméleti megalapozása és gyakorlati alkalmazásának bemutatása**. Ez a megközelítés a **talajfunkciók és degradációs veszélyeztetettségek együttes értékelését célozza**.

Az új, integrált talajminőségi koncepció gyakorlati alkalmazhatóságának bemutatásával a doktori értekezés példát kíván adni **az Európai Unió Talajvédelmi stratégiájának** nemzeti információ bázisra épülő, mezőgazdasági tábla szintű végrehajtásához, ezzel hozzájárulva a **fenntartható talajvagyon gazdálkodás tervezés** eszköztárához.

Az európai áttekintést és hazánk talajvagyonának európai kontextusba helyezését egyaránt segítheti egy **kontinentális léptékű földminősítés**. Doktori értekezésemben egy ilyen, az Európai Unió szántóinak produkciós viszonyait ábrázoló földminőség térkép bemutatását és elemzését is célul tűztem.

dc_879_14

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A földminősítés célja

A földminősítés feladata a vizsgált terület meghatározott szempontok szerinti felmérése, és az adott kritériumok szerinti értékelése. A föld minőségének meghatározása, a földminősítés céljának megfelelően különböző módon történhet. Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) meghatározása szerint a "földminősítés az a folyamat, ami során a föld teljesítménye egy vagy több meghatározott használati cél alapján kerül becslésre, és amely folyamat magába foglalja a területről rendelkezésre álló tájforma, talaj, vegetáció, klimatikus és egyéb szempontok szerinti adatok gyűjtését és interpretációját a minősítés céljának legmegfelelőbb földhasználati formák meghatározása és összehasonlítása érdekében" (FAO, 1976). Ez a meghatározás tágra értelmezi a földminősítés feladatát, lehetővé téve az egyedi szempontok figyelembe vételét. Amennyiben a szempontok között az ökológiai, természettudományos földminősítés mellett gazdasági minősítés is szerepel, akkor a minősítés folyamatát földértékelésnek nevezzük. A mezőgazdaság igényeire szabott földminősítés meghatározása szerint a FAO (1983, 1985) a földminősítést úgy írja le, mint „a folyamat, ami során a meghatározott hasznosítású föld termelési potenciálja kiszámítható”.

Magyarországon ez utóbbi meghatározáshoz hasonlóan a földminősítést általában a termékenységi értékelés jelentette és jelenti. A táj kutatás témakörében végzett újabb munkák a táj szerkezet ökológiai - és sokszor esztétikai – valamint funkcionális értékét veszik számításba szintén talajtani determinánsokra is alapozva, illetve azokat figyelembe véve (Lóczy, 1989ab, 2002). A mezőgazdaságban a talaj termékenységének jellemzésére - itthon és külföldön - többféle megközelítés és rendszer létezik, amelyek leírásakor alkotóik saját terminológiájuk alapján gyakran azonos kontextusban különböző kifejezéseket használnak, vagy épp ellenkezőleg, azonos szavakat használnak különböző dolgok jellemzésére.

A doktori értekezésben ezek a szakkifejezések többször, különböző összefüggésben is szóba kerülnek, ezért is célszerű számba venni a talajbonitációval, földminősítéssel és földértékeléssel kapcsolatos hazai és nemzetközi szóhasználatot.

2.2 A földminősítési irodalomban használt terminológia áttekintése

A hazai és nemzetközi irodalom a földminőség (angolul: land quality) és talajminőség (angolul: soil quality) fogalmát gyakran mint állapotindikátort használja (Bouma, 1997; Dumanski et al., 1998; Karlen et al., 1997; Tóth, 2000; Van Camp et al., 2004). Ugyanakkor sem a talajtanos szakemberek között sem a földhasználat tervezői és a föld használói között nincs teljes egyetértés a földminőség, ill. talajminőség jelentését illetően. Mivel a „minőség” általános értelemben is a szubjektív elvárásoknak való megfelelés mértékére utal (lásd: Magyar Értelmező Kéziszótár, ill. a talajminőségre vonatkoztatva: Várallyay, 2003), ezért következőképpen a föld-, ill. talajminőség megítélése is viszonyul a földdel, ill. talajjal szembeni bármely egyedi elváráshoz. A földminőség és talajminőség ebből a szempontból a meghatározott használati formára való alkalmasság mértékét jelenti. A földminőség és talajminőség fogalmak gyakran - és tévesen - egymás szinonimájaként jelennek meg az

irodalomban. Valójában a földminőség a talajminőség kiterjesztése a lokálisan ható klimatikus, domborzati, hidrológiai és más, a talajfunkciók teljesítésére ható külső tényező hatásának figyelembe vételével. A földminőség meghatározásához tehát alapvetően a talajminőség fogalmával kell tisztában lenni.

A talajminőség a hazai gyakorlatban leginkább talajbonítás értelemben szerepel és a termőhelyi érték (= földminőség) valamint a földérték meghatározására szolgál. Gyakorlati szempontból a talajminőség tehát hagyományosan a talajtermékenység mértékének kifejezője. A tudományos szakirodalomban a talajminőség fogalma már árnyaltabban és sokfélen jelenik meg, gyakran a vizsgálat célja szerint értelmezve a fogalmat (pl. a termékenység, a művelhetőség, vagy a biológiai aktivitás megítélésére), de több szerzőnél átfogó értelmezéseket is nyújtva. (Dent és Young, 1981; Fórizsné, Máté és Stefanovits, 1972; Karlen et al., 2001; Letey et al., 2003; Mauchbach és Tugel, 1997; Máté, 1960; Máté és Tóth, 2003; Nortcliff, 2002; Rossiter, 1996; Sojka és Upchurch, 1999; Tóth, 2000; Tóth et al., 2007b; Várallyay, 2002a,b).

A földminősítéshez kapcsolódó, a szakirodalomban leggyakrabban használt kifejezéseket azok jelentésével érdemes részletesen is áttekinteni:

Talajtermékenység

Győri (1984) a talajtermékenység témakörében írott összefoglaló munkájában részletesen magyarázza a fogalmat. Viljamszra (1950) hivatkozva talajtani szempontból a legmegfelelőbb meghatározásnak a következőt tartja: "a talajok termékenysége azt jelenti, hogy a talaj képes ellátni a növényeket azok vegetációs ideje folyamán vízzel és tápanyagokkal." Ugyanitt Boguslawski (1965) után a talajproduktivitás kifejezést használja a termékenység mértékének jellemzésére. A továbbiakban a termékenység, produktivitás, produkciós képesség és produkciós kapacitás kifejezések egymás szinonimájaként kerülnek szóba és mindenütt a talajtermékenység termésben kifejezésre jutó mennyiségi értelmezését takarják.

Talajminőség

A talajminőség egyrészt - hagyományosan - jelenti a szántóföldi használati formára való alkalmasság mértékét, amely jelentése a talajminősítés hazai gyakorlata kapcsán a talajbonítással szinonim és a földminőség és földérték meghatározására is szolgál. Ilyen értelemben a talajminőség a talajtermékenység kifejezője. A talajminőség továbbá a talaj azon képességére is utal, ami alapján képes betölteni ökológiai funkcióit. A nemzetközi szakirodalom hasonló értelmezésben használja a talajminőség (angolul *soil quality*) fogalmát (Dumanski et al., 1998). Főként az észak-amerikai irodalomban elterjedt megközelítés szerint a talaj minőségét a talaj három fő funkciójának - tartamos biológiai produkció, környezeti minőség, növényi és állati (valamint emberi) egészség biztosítása - együttese mutatja (Karlen et al., 1997; Mauchbach és Tugel, 1997). Kifejezetten az EU talajvédelmi stratégiájának a támogatására és az EU talajokkal kapcsolatos jogszabályai közötti összhang megteremtése, valamint a végrehajtásuk elősegítése érdekében Tóth és munkatársai (2007b) olyan talajminőség definíciót fogalmaztak meg, ami alkalmas arra, hogy a fenntarthatóság követelményeinek megfelelő egységes rendszerbe helyezze a talajminősítés, degradációs veszélyeztetettség és talajhasználat megítélését (részletes ismertetése az 5. fejezetben.)

Talajhigiéné (talaj „egészség”)

Szintén ökológiai összefüggésben használatos a „talaj-egészség” (*soil health*) kifejezés. A fenntartható mezőgazdaság és környezetgazdálkodás, a biológiai alapok fenntartása szempontjából fontos kategória. A talajminőség egyik összetevője. Jelentése arra utal, hogy a talaj eredeti (természetes) állapotához képest mennyire képes betölteni szerepét az ökoszisztémában (agrár-ökoszisztémában), illetve milyen mértékű a környezeti érzékenysége. (Doran et al., 1997; Doran és Parkin, 1996.)

Talajbonitáció (termékenységi talajértékelés)

A talajbonitáció elnevezés azt a folyamatot jelöli, ami során a talajok termőképessége a genetikai talajegységek alapján, talajok belső tulajdonságai, illetve egyenmely a termékenységet döntően befolyásoló külső környezeti tényező figyelembevételével, meghatározott kritériumok szerint kerül értékelésre. A talajbonitáció célja az adott talaj egy általános talajtermékenységi viszonyítási rendszerbe (a → talajbonitációs rendszerbe) sorolása.

Talajértékszám

(≈ talajbonitációs index vagy mutató; talajtermékenységi mutató, talajbonitás)

A talajviszonyoknak a földminősítésben és földértékelésben játszott szerepét érzékeltető viszonzyszám (Stefanovits, 1999). A mezőgazdasági művelésű földek genetikai tulajdonságaiból és meghatározott talajjellemzőiből számított (ill. becsült) relatív termékenységet mutatja. Értéke más földek azonos termesztési viszonyok közötti összehasonlítása során nyer értelmet.

Talajbonitációs rendszer

A szántóföldeket talajtulajdonságok alapján termékenységi rangsorba állító rendszer. Alapja a genetikai talajosztályozás. Éghajlati, domborzati és hidrológiai mutatókkal kiegészítve adja az ún. termőhelyi értékelési rendszert, vagyis földminősítést, tehát a földértékelés természettudományos alapját.

Termőhelyi érték / földminőség

Fórizsné, Máté és Stefanovits (1972) a talajbonitáció hazai viszonyok közötti alkalmazására tett javaslatában következőképp definiálja a termőhelyi értéket: "A föld értékének a természeti viszonyokban gyökerező elemét termőhelyi értéknek nevezzük, amely összefoglalja a talaj termékenységet (talajérték), a domborzati, hidrológiai és meteorológiai viszonyokat, mint a föld értékét befolyásoló természeti tényezőket." Ez a meghatározás általánosan elfogadott lett és vele a termőhelyi érték a hagyományos értelemben vett földminőség szinonimájává vált.

Földminősítés

A FAO (1976) meghatározása szerint a „földminősítés az a folyamat, ami során a föld teljesítménye egy vagy több meghatározott használati cél alapján kerül becslésre, és amely folyamat magába foglalja a területről rendelkezésre álló tájforma, talaj, vegetáció, klimatikus

és egyéb szempontok szerinti adatok gyűjtését és interpretációját a minősítés céljának legmegfelelőbb földhasználati formák meghatározása és összehasonlítása érdekében". Van Diepen et al. (1991) definíciója szerint, „az összes módszer, ami magyarázza, illetve becsli a termőföld hasznosíthatóságának (potenciáljának) mértékét”.

Érdemes rámutatni, hogy az angol nyelvű szakirodalomban a földminősítésre használt „*land evaluation*” kifejezés gyakran a földek közgazdasági értékelésére, tehát földértékelés értelemben is előfordul, evvel konfúziót okozva.

Földérték

Közgazdasági kategória, amely változhat a föld használati céljának vagy a gazdasági környezet változásával. A szántóföldek értékét azok termesztési potenciálja, a termelési és értékesítési költségek, valamint a termény ára együttesen határozzák meg. Doktori értekezésemben a földérték talajtermékenységből adódó összetevőjét tárgyalom. Főrizsné, Máté és Stefanovits (1972) szerint „a földérték számszerű kifejezéséhez úgy jutunk el, ha a talajértéket - a talaj termékenységet kifejező számértéket - módosítjuk a domborzati, hidrológiai, meteorológiai tényezők hatását kifejező faktorok segítségével. Az így nyert szám a termőhelyi érték mennyiségi kifejezője, és amelyet tovább módosítunk a földérték közgazdasági elemeit kifejező faktorokkal.”

A földérték fogalma a fentiekén kívül a föld árában megnyilvánuló piaci értéket is jelentheti. Ebben az összefüggésben a föld nem csak, mint mezőgazdasági termelőeszköz, hanem a hasznosítás, vagy hasznosíthatóság egyéb formáinak figyelembe vételével, a kereslet és kínálat törvényszerűségei szerint, az ingatlanértékelés másutt megszokott kritériumait is figyelembe véve, speciális módon kerül megállapításra (Ihring, 1968; Szűcs, 1999, 2003).

Földértékelés

A termőföld gazdasági értékelése a földtőke hozadékának meghatározását jelenti (Szűcs, 2003). A hozadék meghatározásának folyamata során az adott mezőgazdasági terület terméshozamából, fekvéséből és piaci viszonyokból eredő lehetséges vagy valós haszna kerül meghatározásra. (A földértékelés pontos angol nyelvű megfelelője az *economic land evaluation*.) A tisztán hozadéki földértékelést Németországban már a 30-as években, de a II. Világháború után Európában szinte mindenütt fölváltotta a természeti mutatókon alapuló földértékelés (Egri, 1974; MÉM, 1978).

2.3 Történeti áttekintés: a hazai földminősítés fejlődése

2.3.1 A kezdetektől az aranykoronás rendszerig

Az írott történelem kezdeteitől vannak nyomai a mezőgazdasági földek minőségi megkülönböztetésére vonatkozó törekvéseknek. A földek használhatóságára, termékenységére számszerű összefüggéseket azonban csak a 18. – 19. században, a mezőgazdasági termelésnek egy fejlettebb szintjén kerestek, abból a célból, hogy az újratermelést még nem veszélyeztető lehető legmagasabb földadóbevételeket érhessenek el.

Hazánkban először az 1780-as években II. József – több más modernizációs törekvéssel együtt – a földek megadóztatását is be kívánta vezetni, és ennek megalapozására elrendelte a földvagyon felmérését és minősítését. II. József császár 1783-ban hirdette meg a földadóztatásról szóló tervét. A négy fő pontból álló terv kimondja, hogy a földadónak a terület nagyságán, termékenységén és a termény árán kell nyugodnia. A felmérés megindult, de az adómentességüket védő nemesi vármegyék ellenállása annak megvalósítását éppúgy megghiúsította, mint a „kalapos király” több más újítását is. A király a földminősítés megvalósítására tett intézkedéseit halálos ágyán sok más rendeletével együtt visszavonta - mégis ez az elgondolás vezetett aztán az ideiglenes földadókataszter hetven évvel későbbi, 1851-es bevezetéséhez.

A termőföld mennyiségi és minőségi felleltározása akkor vált időszerűvé, amikor a 48-as forradalom eltörölte a nemesi adómentességet, a szabadságharc leverése pedig lehetővé tette a Habsburg birodalom tartományaiban hatályos hozadéki adózás rendeleti úton való kiterjesztését hazánk területére. Az 1850-ben kiadott császári pátens alapján az adót az ideiglenes földkataszter alapján vetették ki, amely községenként hat művelési ág és három, esetleg öt minőségi osztály szerint különböztette meg a földeket. Ez szolgált a földadó kivetésének alapjául 1884-ig. A kiegyezés után igyekeztek törvényi alapokra helyezni a földnyilvántartást, és ez az 1875. évi VII. törvénycikk útján valósult meg. E törvénycikk alapján állandó jellegű kataszteri nyilvántartás váltotta fel a „földadó ideiglent”, melynek célja volt egy új, az időszaki változások átvezetésére is alkalmas földadó-kataszteri nyilvántartás elkészítése a kataszteri tiszta jövedelem alapján. Az 1875. évi VII. törvénycikkre épülnek azok a jogforrások, melyek alapján az elmúlt több mint 100 év alatt kialakították és szabályozták a föld minőségével, értékelésével, nyilvántartásával kapcsolatos kérdéseket. Az érvényes jogszabályokat az 1941. évi „Az állami egyenesadók jogszabály gyűjteménye - Földadó” címen kiadott összefoglaló munka tartalmazza. E kiadvány részletesen ismerteti a földértékelés végrehajtásának szabályait, módszerét, „a kataszteri tiszta jövedelem művelési ága és minőségi osztályok szerint becslés útján állapított meg. Ez a megállapítás akként történt, hogy a föld tiszta jövedelmének vették a közönséges gazdálkodás mellett tartósan nyerhető középterméseknek az értékét, levonva belőle a gazdálkodási rendes költségeket.”

A tiszta jövedelmet hét művelési ág és ezek legfeljebb nyolc minőségi osztálya alapján állapították meg. Az egyes művelési ágak minőségi osztályának meghatározására az osztályt legjobban jellemző földterületeken úgynevezett mintatereket jelöltek ki. Az országot kerületekre és ezen belül lehetőleg egyenlő nagyságú becslőjárásokra osztották. A becslőjárásokat tovább bontották, ha „a tiszta jövedelemre befolyással bíró viszonyok annyira különbözők, hogy az egész becslőjárás több osztályozási vidékre osztandó fel, melynek mindegyikében külön osztályozás alapján, külön tisztajövedelmi fokozat készítenendő.”

A mintatereket művelési áganként és minőségi osztályonként – előbb becslőjárásonként, illetőleg osztályozási vidékenként – határozták meg. Ugyanígy jelölték ki községenként az egyes művelési ágak különböző minőségi osztályainak mintatereit.

A mintaterek kitűzéséről és vizsgálatáról részletes előírások rendelkeztek. A gazdálkodásban, a művelési ágakban bekövetkezett változások, ár-, és belvízmentesítések stb. a századfordulóra szükségessé tették az 1875. évi VII. tc. kiigazítását. Az 1909. évi V. tc. a változások kiigazításáról, a társadalmi-jogi keretek bővítéséről, a változások folyamatos bejelentési kötelezettségéről, továbbá arról intézkedett, hogy a kataszteri tisztajövedelmi fokozatot koronaértékben kell kifejezni. Az 1909. évi V. tc. azt is kimondja, hogy „Az 1875. VII.

tc. rendelkezései szerint megállapított kataszteri tiszta jövedelmi fokozatok mindaddig nem változhatnak, amíg az ország területére új földszabályozás nem hajttatik végre. E rendelkezés folytán valamely község más becslőjárásba, vagy osztályozási vidékre át nem helyezhető.”

A földadó alapját képező tiszta jövedelmet eleinte az akkori pénzegységben „koroná”-ban fejezték ki, később – a pénz értékének romlását követően – „búza-egyenérték”-ben majd 1924-től „aranykoroná”-ban.

Az idők folyamán bizonyos változások a föld minőségében is bekövetkeztek (hidromeliorációs munkálatok, talajjavítás, tápanyag-gazdálkodás), azonban ennél sokszorosan nagyobb változások mentek végbe a tiszta jövedelmet befolyásoló egyéb, döntően közgazdasági tényezőkben (a termékek piaci árváltozásai, munkaerő, vonóerő, a szállítás feltételei stb.). E változások azonban a törvény kötöttségek miatt nem érvényesülhettek. Ezeket az eredeti konstrukció szerint csak az egész minősítési munka újbóli országos elvégzésével lehetett volna figyelembe venni.

A ma is érvényben lévő és mindenki által elévültnek és túlhaladottnak tartott „aranykorona rendszer” hihetetlenül és indokolatlanul tartósnak bizonyult. A valóságban az „aranykorona rendszer” hibájának oka annak szerkezetében rejlik, a felépítésből kifolyólag javíthatatlan. Készítése idején hazánk földjéről talajminősítésre alkalmas tartalmú és léptékű talajtérkép nem állt rendelkezésre, sőt majdnem azt mondhatjuk, hogy semmilyen talajtérkép sem. A tiszta jövedelem megállapítása minden egyes földrészletre egyedi becsléssel történt, és nem derült ki, hogy az azonos tiszta jövedelmet adó talajok miben azonosak, és a különböző értékűek miben különbözőek. A rendszer fogyatékosai hamar kiderültek, és ezeken csak úgy lehetett volna javítani, ha mindig újrakészítik az egészet.

Az aranykorona rendszer fogyatékosainak kiküszöbölésére és új, tudományosan megalapozott rendszer kidolgozására elsősorban a talajtani szakemberek részéről indultak próbálkozások. Tőlük származott az a felismerés, hogy egyedül az értékelés talajtani, talajtérképi alapokra helyezése tenné lehetővé korrekciók elvégzését, a tapasztalatok területi általánosítását és a földrészletenkénti egyedi becslések helyettesítését statisztikailag hitelesített adatokkal.

2.3.2 Földminősítés talajtani alapokon

Az aranykoronás rendszer készítésének időszakában hazánk talajtakarójáról nagyon kevés ismeretanyag állt rendelkezésre. Az éppen csak megindult talajtérképezés nem szolgáltatott még kellő tudományos talajtani alapot átfogó, országos földkataszter elkészítéséhez. Ugyanakkor, az akkori legkiválóbb talajtani szakemberek is úgy vélték, hogy a földminősítés során szükséges lett volna az akkor már rendelkezésre álló talajismereti eredményeket felhasználni. Horusitzky (Horusitzky, 1898) konkrét talajvizsgálatokkal mutatta ki a hozadéki rendszer ellentmondásait.

A múlt század eleji agrogeológiai térképezési munkák gyakorlati haszonnal is jártak, mivel jó segítséget nyújtottak az egyes gazdaságok termelőmunkájának racionális megalapozásához. Ezek a munkák nagyobb területek, vagy országrészek termőföldjének reális összehasonlítására még nem voltak alkalmasak, viszont ráterelték a figyelmet a

talajtérképezésben rejlő sokoldalú lehetőségekre, amiknek az egyik legfontosabbika a földértékelés támogatása.

A genetikai talajtan és annak megfelelő térképezési módszerek dokucsajevi alapelveinek ismeretében itthon Treitz 1918-ban megszerkesztette hazánk átnézetes, klimazonális talajtérképét. Ezekről a munkákról több publikációban is beszámolt (Treitz, 1924, 1927, 1929). Bár e térképek méretaránya csak nagy vonalakban tájékoztatott a különböző jellegzetes talajképződmények elterjedésének földrajzi törvényszerűségeiről, mégis nagy jelentőségű volt a talajtérképezés az országos talajkataszter továbbfejlődésében.

A harmincas években a Kreybig Lajos vezetésével beindult átnézetes talajismereti térképezés keretében az elkülönített talajfoltokra termésadatokat kezdtek gyűjteni azzal a céllal, hogy új minősítés bevezetését alapozzák. A tiszántúli területekre gyűjtött tapasztalatokat a „Tiszántúl” kiadványában foglalta össze Kreybig (1938), a továbbiakban azonban ezt a munkát a térképezés kényszerű felgyorsításával összefüggésben elhanyagolták.

Természetesen ez a kezdeményezés megvalósulás esetén sem vezethetett volna az aranykorona felváltásához már csak a két nagyságrenddel kisebb részletesség miatt sem.

'Sigmond több tanulmányában (1935, 1936) hangoztatta a földértékelés jelentőségét és állást foglalt amellett, hogy annak részletes talajvizsgálatokon kell alapulnia.

Kotzmann (1938) az Országos Mérnök-, és Építész Egylet értekezletén egy talajtani intézet létesítéséről terjesztett elő javaslatot, amelynek egyik feladata a kataszteri földértékelés talajtérképi alapokon történő kialakítása lett volna.

A világháború után Dér (1957) fejtett ki elképzelést a földértékelés korszerűsítéséről, ami szerint az 1:10000 léptékű talajtérképekre alapozva termelési értékszámokat rendelne hozzá a talajtípusokhoz.

Sík (1958) az általa addig ismert helyi talajváltozatokat tekintette egy új földértékelés alapjának. Minden helyi változathoz természetes termékenységi értékeket rendelt, majd azokból 10 csoportot, minőségi osztályt képzett. A becslésnél mérlegelte a fekvést, az eróziót, a talajvíz-viszonyokat, és a talajjavítás igényét, vagy tényét. Nem kapunk azonban semmilyen útmutatást, a természetes termékenységet jellemző számérték képzésének a módjára, és a megítélés alapja végül is csak a szerző kétségtelenül tiszteletreméltó nagy tapasztalata iránti bizalmunk.

Mind Dér, mind Sík javaslata az egyes, fontosnak ítélt talajvizsgálati adatokból vezette le a javasolt talajminőségi számokat anélkül, hogy igazolta volna a talajparaméterek és a talajtermékenység közötti feltételezett összefüggést.

Fekete (1965) másokhoz hasonlóan szintén az 1:10.000 talajtérképekre támaszkodva gondolta megalkotni az új értékelési módszert. Mérlegelte az egyes talajvizsgálati paramétereket és azok alapján alakított ki pont-értékeket, mint a termékenység mérőszámát, de számításba veendőnek tartott olyan tényezőket, mint az útviszonyok, a piac távolsága stb. Megkísérelte felhasználni a Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképek adatait, de a Sík Károly helyi változatokra épített természetes termékenység számait is.

Máté (1960, 1961) a nagyléptékű talajtérképeken elkülönített talajegységek termékenységének jellemzésére a tíz legfontosabb gazdasági növény sokéves

termékátlagából, azok statisztikai elemzésével képezett viszonyszámokkal, illetve azok súlyozásával kialakított termékenységi mértékszámokkal jellemezné a talajokat, mintegy számszerűsítve a nagynevű növénytermesztőinknek (Cserhádi, Kosutány, Grábner és mások) a sikerrel termeszthető gazdasági növények megnevezésével alkotott talajcsoportosítását. Dolgozatában számszerűen kimutatta az eltérő talajtakaróval jellemezhető talajtájak értékszámait.

Máténak ez a próbálkozása az első, amely nem becslés útján, hanem hivatalos statisztikai termésadatokra támaszkodva rendelt termékenységi számokat a tudományos talajosztályozás egységeihez. Ez a közelítés számszerűsította először a talajegységeknek a főbb termesztett növények szempontjából mutatott termékenységet. Kapott számai csak durva közelítésben fejezték ki a talajminőséget, mivel csak magasabb taxonómiai fokozatokra terjedt ki, a feldolgozott termésadatok pedig valójában talaj-komplexekre vonatkoztak, mégis mint látni fogjuk, a legújabb közelítés kiindulási alapjául szolgáltak.

Géczy (1960, 1968) az általa javasolt és kidolgozott rendszerben (hasonlóan Mátéhoz) a térképen elkülönített talaj-egységeknek a különböző gazdasági növényekkel szemben mutatott termékenységből indult ki. Ahogyan Cserhádi, Kosutány, Grábner és mások megkülönböztettek búza, lucerna, cukorrépa talajokat, vagy rozs, vörös here stb. kombinációkat (az értékesebb kultúrákat jól termő talajokat értékesebbnek ítélve), Géczy első lépésben három-három növénnyel, majd további közelítésben a növények bonyolult kombinációjú halmazával jellemezhető talajokat különített el. Módszere nem válthatta le az aranykorona rendszert több okból sem.

- a kiindulásul használt Kreybig-féle térképek léptéke (1:25.000) jóval kevésbé részletes, mint a kataszterek léptéke (1:2.880);
- mert az általa használt talajmegnevezéseket nem definiálta pontosan;
- mert a különböző gazdasági növények relációjában mutatott termékenységet termésadatok szakszerű feldolgozása nélkül, egyéni becslésre építette.

A növénytermesztési termőhelyi besorolás fent vázolt rendszerein kívül hazánkban egyéb módszerek is ismeretesek. A szántóföldek talajait az azonos, vagy közel álló jellemzők alapján csoportosítva dolgoztak ki főképp a trágyázási irányelvek érvényesítésében használt termőhelyi osztályozást (Antal et al., 1979; Debreczeni, 1979). A különféle szántóföldi termőhelyeken várható terméshozamok növények szerinti megoszlásáról Antal számol be (Antal, 1997). Az említett munkák – bár nem földértékelési céllal születtek, és ilyen irányú felhasználásra elnagyoltságuk miatt sem alkalmasak – fontos ismereteket közvetítenek a mezőgazdasági termelés termőhelyi feltételeiről.

A hetvenes évek végére a régi földértékelési módszer felváltása, és a kor igényeinek megfelelő rendszer bevezetése nagyon időszerűvé vált. Az „új gazdasági irányítás” bevezetésére irányuló törekvések, a piaci viszonyok elemeinek érvényesítése a gazdaságirányítás, és azon belül is a mezőgazdasági gazdaságpolitika eszköztárába, sürgette egy új földértékelés kidolgozását. Mind a pénzügyi-, mint a földművelésügyi kormányzat elvárásának megfelelően, az Agrárgazdasági Kutatóintézet, személyesen Kállay Kornél kezdeményezte egy munkacsoport kialakulását (Máté szóbeli közlése), amelynek eredményeként Fórizsné – Máté – Stefanovits szerzői kollektíva 1972-ben publikált egy

gyakorlati bevezetésre alkalmas talajbonitációs rendszert az ún. százpontos rendszert, amely a talajminőséget egytől százig terjedő skálán, pontértékekkel jellemezte.

A százpontos rendszerben a termékenységet kifejező viszonyszámot nem egyes konkrét földrészetekre állapították meg, hanem a nagyléptékű talajtérképezés során elkülönülő talajosztályozási egységekre. Lényege, hogy a genetikai talajosztályozás egy-egy egységének lehetséges becsült termékenysége értékszámokon keresztül jut kifejezésre. A legtermékenyebb talajváltozatok termékenységehez a 100 értékszámot, a leggyengébb termékenyséűekhez az 1 értékszámot rendelve széles számsorral jellemzi a talajok relatív termékenységét. Szakértői becsléssel határozták meg a genetikai altípusok talaj pontértékének felső és alsó határát, míg a változati tulajdonságok levont pontok alapján módosították a pontértéket. Az altípus pontértékének felső határát a legtermékenyebb változat adja, vagyis minden ettől eltérő változat ennél kevésbé termékeny és így kisebb a pontszáma. A típusok és altípusok lehetséges pontszámai bizonyos átfedéssel követik egymást, ami a genetikai osztályozás természetéből következik. A talajértékszámából domborzati és meteorológiai faktorok segítségével számították a termőhelyi értékszámot, ami lényegében a föld termékenységének mértékét, vagyis a produkciós potenciált mutatja (MÉM, 1982).

A Fórizsné, Máté és Stefanovits (1972) féle rendszerben az 1:10.000 talajtérkép birtokában, az éghajlati körzetnek megfelelően, a domborzati és a hidrológiai helyzetet jellemző térképi segédletek segítségével a talajminősítés akár íróasztal mellett is elvégezhető, azokból a táblázatokból, amelyeket a módszer szerzői elkészítettek. A javaslat készítésének időszakában az említett talajtérképek az ország mezőgazdasági területének mintegy 55%-ára álltak rendelkezésre.

A javasolt rendszerben az egyes talajok termékenységi számát, a módszert kezdeményező Kállay Kornél és a kidolgozó kollektíva, becsléssel állapították meg, és rendszerük kidolgozását követően mezőgazdasági kutatási-, és felsőoktatási intézmények szakemberei, termelésben tevékenykedő tapasztalt és nagytekintélyű gyakorlati gazdák több-tucatnyi írásos észrevételét mérlegelve tökéletesítették (Máté szóbeli közlése). Ezáltal az összes korábbi becslésekhez képest kevesebb lehetőség nyílt szubjektív megítélésből származó bizonytalanságokra. Így teremtődött meg a talajtulajdonságok figyelembe vételén alapuló ún. százpontos földminősítés bevezetésének lehetősége (MÉM, 1982).

Ez a rendszer már megfelelő természettudományos alapot adhatott arra, hogy bizonyos közgazdasági elemekkel kiegészítve az aranykorona rendszert is felválthassa. Bevezetése mégis csak felemás módon valósult meg. Az országos használatra elrendelt földértékelési rendszer (1980 évi 16. sz. törvényerejű rendelet) ugyanis közgazdasági mutatókat nem tartalmazott, és a termőhelyi értékszámot kényszerűségből - a talajtérképezés még nem valósult meg az összes mezőgazdasági területen - az aranykorona rendszer mintateres értékelésével kombinálta úgy, hogy a talajtaniilag feltérképezett területek adták a viszonyítási alapot a szántóföldek termékenységének becsléséhez. Az ún. mintateres termőhelyi értékelés során így az aranykorona rendszer visszásságai továbböröklődtek, amely ellentmondást csak az összes termőterület részletes feltérképezésével lehetett volna feloldani. Az erre irányuló törekvések az 1986. évi 27. számú törvényerejű rendeletben (Magyar Közlöny, 1986), amely elrendeli a talajtérképezés folytatását, kifejezésre is jutottak. A rendszerváltás során azonban az aranykorona rendszer a reprivatizáció kapcsán újra használatba került, miközben a talajtérképezés folytatása lekerült a napirendről. Az aranykorona rendszer használata a reprivatizáció során teljesen érthető, hiszen a

tulajdonviszonyok rendezését csak azzal a mérőszámmal lehetett bonyolítani, ami a földek közösségi tulajdonba vétele során volt használatban. A XIX. századi, kezdetleges aranykorona rendszer fenntartása a XXI. században azonban olyan anakronizmus, aminek feloldása egyre sürgetőbbé válik.

Napjainkban a mezőgazdaságnak a piacgazdaság körülményei közötti és környezeti szempontokat is érvényesítő fejlesztése nélkülözhetlenné teszi egy, az aranykorona rendszer fogyatékoságaitól mentes, az ismereteink, a tudomány mai állapotát tükröző, az agrárpolitika, a szakirányítás, a korszerű földhasználat és a környezetvédelem követelményeit egyaránt kielégítő megoldás bevezetését.

A százpontos rendszer kidolgozása óta, a számítástechnika robbanásszerű fejlődésének is köszönhetően, olyan új felhasználási lehetőségek nyíltak meg, amik már sokkal árnyaltabb, sokoldalúbb földértékelési rendszereket is áttekinthetővé, kezelhetővé tesznek. Ennek megfelelően megnőtt az igény egy olyan természettudományos alapú földértékelési rendszer iránt, ami a talaj termékenységét és egyéb tulajdonságait - pl. környezeti terhelhetőségét - egy integrált modell segítségével tudja jellemezni.

Az 1990-es években indultak újra a hazai földminősítési kutatások a keszthelyi Georgikonban, Máté Ferenc professzor vezetésével. A két évtizeden átívelő munka, amely több egyetem és kutatóintézet összefogása révén az ún. D-e-Meter rendszer (Gaál et al., 2003, 2007; Tóth et al., 2003) kifejlesztéséhez vezetett, egységes keretbe foglalja a talajaink termékenységét tükröző, mért termésadatokon, azok korszerű statisztikai elemzésén nyugvó talajminőségi mérőszámokat gazdasági növényenként csakúgy, mint különféle célú súlyozott összesítésüket. Olyan szerkezetben összegzi a talajok produktivitásáról meglévő tudást, amely biztosítja a talajminőségi számok értékállóságát csakúgy, mint az időszakonkénti karbantartásuk lehetőségét, és a környezet egyéb rendszereivel való összefüggések számszerűsíthető feltárását.

A vonatkozó adatoknak a korszerű adathordozókon való megjelenítésével hozzáférhetővé tehetők a legszélesebb információhálózat csatornáin a földhasználótól a szakigazgatásig, a banki, a biztosítási, érdekeltektől, a piaci folyamatok szereplőitig, biztosítva az elvonások és támogatások adatokkal való alátámasztását. Segíti a földhasználót a vetésszerkezetének optimalizálásában, a jövedelmezőséget biztosító termésszint kitűzésében, az alkalmazandó agrotechnika megválasztásában. A D-e-Meter rendszer bevezetése olyan eszköz lehet a magyar mezőgazdaság kezében, amely hatásosan fokozhatja a versenyképességünket az Európai Unió tagjai és leendő tagjai viszonylatában.

2.3.3 A szántón kívüli művelési ágak földminősítése

A szántóföldek termékenységének értékelése mellett Magyarországon az erdészeti termőhelyi értékelés szintén jelentős fejlődésen ment keresztül az aranykorona rendszer megalkotása óta. Az erdőterületekre érvényes aranykoronás osztályozás technikája az erdő művelési ágban is hasonló volt a szántó művelési ágban alkalmazotthoz, mára azonban a természettudományos értékelés általánosan elfogadottá vált. A használatban lévő értékelés (ÁESZ, 2001) sok elemében a szántóföldeknél alkalmazott termőhelyi értékeléssel mutat rokonságot. Ennek lényege, hogy erdőgazdálkodási egység szinten, az ún. erdőrészlet szinten minden erdő művelési ágú területen, a terület átlagát képező termőhelytípus

változatra meghatározta a lehetséges célállományokat és becsülte azok várható növekedési ütemét. A termékenységi besorolás a természettudományos talajosztályozás egységeire épül, pontosítását pedig a hidrológiai viszonyok, a fizikai féleség és termőréteg vastagságának figyelembe vételével éri el. A termőhelyi alkalmasság megítélésében a talajtani tényezők mellett a klimatikus jellemzőknek is jelentős szerep jut, az értékelés pedig a Majer-féle vízgazdálkodási fok figyelembe vételével lesz teljes (Járó, 1964; Majer, 1981; Pántos, 1972).

Ma az ország erdőterületeire az Országos Erdészeti Adattárban – erdőrésztlet szinten – rendelkezésre állnak azok a termőhelyi adatok, amelyek mind a természetes erdők termőhelyeire, mind pedig a mesterségesen létrehozott ún. ültetvényeszerű vagy kultúrerdők termőhelyeire vonatkoznak. Ez képezi ma is a fafaj választás alapját, azonban szükségszerű ennek a rendszernek a modernizálása, amit az erdők megváltozott, és a társadalmi igényekhez jobban igazodó funkciója is indokol.

Újabb törekvések a természeti viszonyok és az ültetvények igényei részletesebb tudományos felmérése alapján próbálnak az adott termőhelyekre érvényes, gyakorlati célokra is alkalmazható értékelési eljárást kidolgozni. Az ún. cseri talajok (az erdőszeti talajklasszifikáció alluviális eredetű talajcsoportja – Járó, 1963) ilyen irányú vizsgálatáról Bidló és munkatársai (2000) valamint László (1997) munkái számolnak be. A talajtípusok és növénytársulások kapcsolatát Szodfridt (1991) rendszerezi. Bidló és munkatársai (2003) áttekintést adnak a hazai erdőszeti termőhely besorolás problémáiról és javaslatot tesznek az országosan egységes termőhelyértékelési rendszer alrendszerének kialakítására a helyi ökológiai adottságok figyelembe vételével. A közelmúltban egy általános érvényű, megújított erdőszeti termőhely minősítésre konkrét javaslat is született (Patocskai et al., 2006) és az mintaterületen kipróbálásra is került (Patocskai et al., 2008).

A rét/legelő művelési ág, tehát a gyepterületek földminősítési eljárásának megújítása a szántó és erdőterületek minősítéséhez képest kevésbé előrehaladott. Dér és munkatársai (2003) a gyepterületek minősítési lehetőségeit tárgyaló áttekintésükben megállapítják, hogy „jelenleg nem rendelkezünk olyan, a gyepekre is alkalmazható földminősítési és földhasználat nyilvántartási módszerrel, amely megfelelne e fontos ágazat elvárásainak”. A gyepterületek minősítésére a termőképességből adódó hasznosítási lehetőség szerinti csoportosítás áll rendelkezésünkre (Horn és Stefler, 1990), amely az intenzív, fél-intenzív és extenzív kategóriákba sorolja a gyepterületeket. A kategóriákhoz, azok termőképessége alapján, hasznosító állattenyésztési ágazatot (pl. tejelő tehenészet, tenyészűsző nevelés, húsmarhatartás) rendel.

A gyepterületek földminősítésének megújítása iránti legújabb törekvések már figyelembe veszik a szántó és erdő termőhelyek értékelésénél alkalmazott módszereket és törekednek arra, hogy közös pontokat találjon az ott felhasznált alapadatokkal (Dér et al., 2007). Ezek a próbálkozások a gyepterületek tonna szárazanyagban kifejezett, területegységre (ha) vonatkoztatott termőképességét az ezt befolyásoló környezeti (pl. talaj vízgazdálkodás, lejtőkategória) és művelési (pl. gyeptelepítés ideje, művelés intenzitása) tényezőket veszik figyelembe, mérőszámul pedig a hektáronkénti nagyállat eltartó képességet javasolják (Dér et al., 2007).

Amint azt a fenti áttekintés is mutatja, a főbb művelési ágak földminősítési munkái az elmúlt évtizedben új lendületet vettek és mindenütt a természeti, döntően a talajtani feltételek jelentik a kiindulási alapot (Rajkai et al., 2006). A szántó-, erdő- és gyepterületek minősítése

mellett ezt a felfogást érdemes érvényesíteni a még a jövő feladataként álló szőlő- gyümölcs- és kertészeti területek, valamint a nádas művelési ág termőhely minősítésében is. Mivel a különböző művelési ágak értékelési rendszereinek összehangolására a jövőben feltétlenül szükség lesz, ezért a talajtani információs bázis harmonizálását is el kell végezni, beleértve a talajosztályozás és térképi alapok egységesítésének, ill. átjárhatóságának megteremtését.

2.4. A földminősítési modellek rendszerezése

A talajtani kutatások kezdete óta az egyik központi kérdés a talajok termékenységének (annak lehetséges mértékének) illetve a termékenység tényezőinek megismerése volt. Különböző iskolák más és más megközelítésben, más módszerekkel modellezték és modellezik a föld produkciós potenciálját, az értékelés céljának megfelelően.

Kvantitatív és kvalitatív földminősítési rendszerek

A földminősítési módszerek a föld termékenységének kifejezése szempontjából lehetnek **kvalitatív**, **kvantitatív** vagy a kétféle megközelítést ötvöző módszerek (Bouma és Van Lanen, 1987). A kvantitatív, kvalitatív valamint a vegyes földminősítési rendszerek szerkezetüket nézve lehetnek statikusak vagy dinamikusak (Van Lanen et al., 1992a,c).

A leíró jellegű, kvalitatív rendszerek általában gyors, de általános válaszokkal szolgálnak a termékenységi potenciált illetően. A termesztési feltételek egyszerű jellemzésére alkalmasak, ám a részletes megismeréshez kvantitatív ismérvek bevonása is szükséges (Van Lanen és Bouma, 1989). A kvalitatív rendszerek a meghatározott földhasználati célok szerinti vizsgálat során legtöbbször a gátló tényezők figyelembe vételével csoportosítják a földterületeket (Dumanski és Onofrei, 1989; Lin, 1984; Sanchez et al., 1982). A csoportosítás alapjai az ún. alkalmassági osztályok (*suitability classes*), amik a javasolható földhasználati módzatok elkülönítésére szolgálnak. A figyelembe vett gátló tényezők lehetnek talajtani, domborzati, hidrológiai vagy klimatikus tényezők is, és az adott esetben való számításba vételük a szakemberek döntésétől függ. Hasonló rendszerekkel találkozunk Davidson (1992), Diamond (1984) , Klingebiel és Montgomery (1966), Song (1994), Sys (1980) és mások munkáiban.

Driessen (1989) abban látja a kvalitatív és kvantitatív módszerek közötti fő különbséget, hogy az utóbbi esetben diszkrét változók fejezik ki a minőségi kritériumokat, amelyeknek értékei az egész földhasználati rendszer pillanatnyi igényeitől függnék. A kvantitatív osztályozás kizárólagos tulajdonsága továbbá, hogy a felhasználó olyan, precíz, numerikus információhoz jut általa, amely gazdasági összefüggésben is értelmezhető (Sys, et al., 1991). A kétféle földminősítési rendszerre alább részletesen kifejtett példákkal szolgálok. A modern földminősítési, földértékelési módszereket a FAO (1976) rendszere foglalja keretbe, ennek mikéntjéről szintén részletes ismertetés olvasható lejjebb.

2.4.1. Különböző földminősítési modellek felépítése

Burrough (1989a) szerint a földminősítési modellek három nagy csoportba oszthatók: (I) empirikus modellek, (II) determinisztikus modellek és (III) sztochasztikus modellek. Az empirikus modellek esetében a talajjellemzők és a termékenység közötti kapcsolat ismert, „csak” a termékenység mértékét meghatározó pontos mechanizmus ismeretlen. A determinisztikus modellek ismert fizikai törvények alapján magyaráznak bizonyos folyamatokat. A sztochasztikus modellek a részfolyamatokat egy tágabb, sztochasztikus elmélet jegyében vizsgálják.

Empirikus modellek

Az empirikus modellek sokfélék lehetnek, amik közül a regressziós vizsgálat alapján és határértékek segítségével meghatározott struktúrájúak a legelterjedtebbek.

A regressziós modellek kísérleti megfigyelések adatait dolgozzák fel egy vagy többváltozós regresszió analízis segítségével (Godev és Klevtsov, 1971; Takezawa, 1999; Trashliev et al., 1971), az így kapott értékek lesznek a modell szabályozó paraméterei. Például:

$$L_{qi} = aX + bY + \dots$$

Ahol a , b , a szabályozó paraméterek és X , Y ,... a bemeneti értékek, feltételezve, hogy ez utóbbiak függetlenek egymástól.

A határérték modellek a diagnosztikai tulajdonságok szélső értékeit használják a kimenő (*output*) értékek meghatározásához. A bemeneti (*input*) adatok legtöbbször - de nem kizárólag - már osztályozottak, például a fizikai talajféleség vagy talajképző kőzet szerint. A kimeneti érték általában egyszerű bináris kód (pl. 0- nem megfelelő, 1-megfelelő), vagy nominális skálán mozog (pl. Johnson et al., 1994).

Egyszerű bool-algebra gyakran használatos, ahol a modell alapját a következő egyenlőtlenségek jelentik:

$$\text{Ha } X \geq P1 \text{ és } Y < P2 \text{ akkor az eredmény} = Z$$

Ahol X és Y a bemeneti adatok, $P1$ és $P2$ a szabályozó paraméterek és Z az eredmény (*output*). A gyakorlatban a szabályozó paraméterek kísérleti úton állapíthatók meg. A határértéken alapuló modellek egyik hátránya, hogy használatukkor az almodelleket sorba állítva megnő a hibás osztályozás esélye (Marsman és De Gruijter, 1984). Ezen veszély minimalizálására fuzzy matematikai módszer alkalmazása javasolható. Mivel a számítógépek kapacitásának növekedésével a fuzzy rendszerek gyakorlati használata már a közeljövőben realitássá válhat, ezért érdemes ezek elméleti hátterét röviden vizsgálni.

Fuzzy matematikai módszerek a földértékelésben

A fuzzy matematikai analízisen, illetve fuzzy rendszereken alapuló talajtérfépezés és földminősítés lehetőségeit vizsgáló elméleti munkák univerzálisan alkalmazható módszertani leírást adnak ezekről a technikákról (Burrough, 1989b; Chang és Burrough, 1987; Tang et al., 1991; Tang és Van Ranst, 1992). Lényegük, hogy olyan esetekben, amikor bizonyos jellemzők nem osztályozhatók élesen elválasztható

csoportokba, akkor ezek a jellemzők a csoportok közötti átmeneti elemként kerülnek meghatározásra. Más szóval, egy folyamatos skálán különböző szempontok szerint elválasztott kategóriák nem középső értékeire eső elemek részben a szomszédos kategória tulajdonságaival mutatnak egyezést. Az egyezés mértékével módosul az elem kategória-jellemzője. A talajjellemzők legtöbbje (a termékenység mértékét is ide értve) ilyen folyamatos skálán mozog. A fuzzy modellek alkalmazása a jövőben Magyarországon is mindenképpen szerephez juthat.

Megjegyzendő, hogy a módszer már a talajtérképezést megalapozó talajosztályozás során is szerepet kaphat, ami aztán pontosabb termékenységi osztályozást tesz lehetővé. McBartney és munkatársai (1992) Hollandiában dolgoztak ki talajtérképezési módszert "folyamatos-talajosztály" leírásra. Hasonló munka folyik az orosz talajklasszifikáció egységei közötti átmenetek tudományos definiálására a moszkvai Dokucsajev Intézetben is (Pisztnyacsevszki szóbeli közlése). A folyamatos osztályozás és térinformatikai rendszerek együttes alkalmazási lehetőségeiről Irvin és munkatársai (1997) számolnak be. Hazai szakembereink közül Barsi foglalkozott a felszínborítás térinformatikai alapon végzett neuro-fuzzy módszerű klasszifikációjával (Barsi 1998).

Determinisztikus modellek

A determinisztikus modellek (vagy determinisztikus folyamat modellek) a jól ismert fizikai és kémiai törvények alapján modellezik a folyamatok legfontosabb részelemeit. Ezekben a modellekben az elemek tulajdonságai a köztük lévő kapcsolat (kölsönhatásnak) struktúrája és dinamikája, valamint ok-okozati összefüggései szabályozottak, egymásból adódnak, s egyértelmű összefüggés-rendszerrel leírhatók. A talajminőséget meghatározó értékek a folyamatot leíró differenciálszámítás eredményeiből nyerhetők. Például a talajvíz elszívargásának modellje (a Darcy-féle sebesség) a talajpermeabilitás (hidraulikus vezetőképesség) a talajosztóp piezometrikus szintje és a talajosztóp L irányú kiterjedésének függvénye. A modell részegységekre osztott nagy területekre használatos, ahol az egyik részegység kimenő paramétere lesz a következő egység bemenő paramétere.

Sztochasztikus modellek

Az esetek nagy többségében nem célszerű az egyes események eredményeinek egymástól független vizsgálata, hanem célszerű a folyamatok több részelemét - azok kombinált hatását - együttesen értelmezni. Amennyiben ez az „átlagos” viselkedés egy jól meghatározott sztochasztikus folyamattal leírható, akkor a modell output paramétereként olyan eredményt kapunk, ami egy lehetséges értékkel jellemzi az egész folyamatot. Másképpen fogalmazva, ha a nagyszámú hatótényezőnek csak egy részét tudjuk (vagy akarjuk) figyelembe venni, akkor a jelenséget sztochasztikus modellel írjuk le. A sztochasztikus modell figyelembe veszi a statisztikai valószínűséget, ami a kimeneti érték megbízhatóságát mutatja. Mivel teljes mértékben determinisztikus modellekre alapozva nem mindig kapható pontos eredmény a folyamatok egészének leírásához, ezért a földértékelés során gyakran a determinisztikus és sztochasztikus megközelítések együttes használata

jelenti a megoldást. Hasonló megközelítéssel találkozhatunk Bouma és Van Lanen (1987), Vlad és munkatársai (1997) és mások munkáiban.

2.5 Külföldi földminősítési módszerek

Az Osztrák-Magyar Monarchiáéhoz hasonló hozadéki rendszerek jelentették más országokban - így Franciaországban, Olaszországban, Németországban, Dániában - is az első földértékelési rendszereket, melyek a termékenység mértékének becslését szolgálták (Fekete, 1965). Más országokban, pl. Bulgáriában a földek forgalmi értéke képezte a földértékelés alapját. Ezen rendszereket az utóbbi évtizedekben folyamatosan váltja föl az éghajlati, domborzati és talajtani tényezőket is figyelembe vevő földminősítés. A továbbiakban az ötvenes-hatvanas évektől kifejlődő természettudományos alapú földminősítési rendszereket vizsgálom.

A legutóbbi évtizedek talajminősítési törekvéseinek történeti előzményei külföldön is azok a tizenkilencedik századi akciók voltak, amelyek a termőföld kiterjedését és minőségi mutatóit valamilyen egységes rendszerben kívánták felleltározni egyetlen céllal, az állami adók racionális kivetése, az adóbevételek fokozása érdekében. Mellesleg megjegyzendő, hogy ezek a munkálatok nevezetes szerepet játszottak a modern talajtani tudomány kifejlődésében, hiszen a zonalitás felismerése a talajföldrajzi törvényszerűségek, és azok értelmezéséhez vezettek. A talajképző tényezőkről kidolgozott teória Dokucsajev ilyen talajminősítési feladatainak mellékterméke. (De a hazai földértékelési munkálatok a múlt század utolsó harmadában serkentőleg hatottak a magyar agrogeológia fejlődésére is, és az első kritikai megjegyzések is éppen az agrogeológusok részéről hangzottak el, már a századforduló idején.)

A földminősítési rendszerek kifejlesztése során a különböző országokban más és más megközelítést alkalmaztak és alkalmaznak a minősítés céljának, az adott térség természeti viszonyainak, a rendelkezésre álló információknak megfelelően. Ezeket a megközelítéseket alapvetően két csoportba lehet osztani. Meglehet, a kétféle módszer gyakran azonos technikákat alkalmaz az értékelés során, szerkezetükben és felhasználási lehetőségeikben is alapvetően különböznek.

Az egyik féle megközelítés a - feljebb tárgyalt - **kvalitatív osztályozás** elméletére támaszkodva a gátló tényezők hasonlósága alapján csoportosítja a talajokat. Ezek a tényezők lehetnek a növények vízhez és tápanyaghoz jutását gátlók, illetve a föld művelését nehezítők. A legfontosabb növénytermesztést gátló tényezők a kedvezőtlen éghajlat, sekély termőréteg, rossz vízgazdálkodás, túlnedvesedés, magas sótartalom, erózió, meredek lejtőszög stb. Ilyen rendszer a kezdeti nyugati földértékelési rendszerek legtöbbje (Da La Rosa és Magaldi, 1982; cit.: Machin és Navas, 1995; Haans et al., 1984; Klingebiel és Montgomery, 1966; Magaldi és Ronchetti, 1984; Sanchez et al., 1982; Sys, 1985 stb.), valamint a fejlődő országok növénytermesztési potenciálját felmérő újabb rendszerek túlnyomó része (Fischer és Antoine, 1994; Fu és Gulinck, 1994; Makhdoum, 1993; Shao, 1984, stb.).

A **kvantitatív alapú** földminősítés, amely a földminősítési rendszerek második nagy csoportját képezi, nem egyszerűen a növénytermesztésre való alkalmasság szerint osztályozza a talajokat, hanem a termékenységet - talajegységenként viszonylagos mértékkel - méri is. Ilyen a - magyar 100 pontos földértékelési rendszerhez hasonló elvű - legtöbb kelet-

európai talajbonitációs rendszer (Dzatko, 1995; Karmanov és Friyev, 1985; Sisov et al., 1991; Vlad, 1996 stb.), az első paraméteres földminősítési rendszerek között számon tartott Storie index (Koreleski, 1988; Storie, 1978 cit.: Davidson, 1992 és Sys, 1985), a szintén USA-ban kidolgozott produktivitási osztályozási index (Productivity rating index) (USDA 1951) és egyéb rendszerek (Larson, 1987; Mori et al., 1991 cit.: Tar 1999; Robert 1989). A rendelkezésre álló adatok, térképek mennyiségének és megbízhatóságának növekedésével a kvantitatív módszerek gyakorlati bevezetése egyre több helyen válik elérhetővé. Ennek megfelelően több országban is folytak és folynak munkák a helyi viszonyoknak megfelelő kvantitatív jellegű földértékelés tudományos megalapozására (Kumar et al., 1984a,b; Lal, 1989 cit.: Davidson 1992; Sys, 1978, 1980; Wu, 1993.)

A két - **kvalitatív és kvantitatív - rendszert ötvöző** termékenységi talajklasszifikációk (pl.: Hu et al., 1999; Riquier et al., 1970; Sys és Frankart, 1971 cit.: Sys et al., 1991; Van Lanen et al., 1992b,) előnyösek lehetnek a komplex földhasználati feladatok támogatásánál. Amíg ugyanis a leíró (kvalitatív) rendszerek a földhasználatra való alkalmasságot, a termékenység mértékét osztályozó (kvantitatív) rendszerek a termés mennyiség becslését tűzik célul, addig a két rendszer kombinációjával olyan eszköz juthat a használó kezébe, amely az adott termésszint elérésében szerepet játszó (illetve a nagyobb termésszint elérését gátló) tényezőket is számba veszi (Tóth, 1996). Megjegyzendő, hogy a numerikus rendszerek legtöbbszörében adott a lehetőség a kvalitatív ismérvek kifejezésére is, valamint a kvalitatív rendszerek továbbfejleszthetők vegyes rendszerekké.

A földértékelési, földminősítési módszerek számára mutat egyfajta irányvonalat a FAO (1976) „Framework for Land Evaluation” (kb.: Földminősítési Keretters vagy Földértékelési Irányelvek) című dokumentuma. A dokumentum általános szabályokat fogalmaz meg a földértékelési munkák során elvégzendő lépésekről, illetve a különböző célú és léptékű földminősítési rendszerek szerkezetével kapcsolatban. Megjelenése óta a legkülönbözőbb földminősítési rendszerek megalkotói mindig ügyelnek a FAO irányelveivel való kompatibilitásra, bár mára a modern kutatási eredmények és a gyakorlati megvalósítás lehetőségei is sok tekintetben már túlhaladták a keretters által elképzelt formákat.

A továbbiakban két példán - Klingebiel és Montgomery (1966) valamint Sisov és munkatársai (1991) rendszerein - keresztül kívánom bemutatni, hogy a gyakorlatban miként épül fel egy kvalitatív és egy kvantitatív földminősítési rendszer. Klingebiel és Montgomery klasszifikációja a kvalitatív osztályozások között az egyik első volt, aminek metodológiája alapján a mai napig újabb, hasonló, rendszereket fejlesztenek különböző országokban. Sisov és munkatársai által – Karmanov és Friyev (1985) rendszerének alapján- kidolgozott talajbonitáció az orosz (és kelet európai) hagyományokat követve, a talajegységek termékenységét egy, a genetikai talajtípustól és egyéb tényezőktől függő viszonyszámmal jellemzi. A kvalitatív és kvantitatív rendszerekre felhozott példák bemutatása után, harmadikként a FAO általános földértékelési irányelveit ismertetem, amely a gyakorlatban is számos esetben szolgált komplex tanulmányok alapjául (Hennebert et al., 1996; Kassam et al., 1991).

A talaj termékenység osztályozása Klingebiel és Montgomery szerint***(Klingebiel és Montgomery, 1966)***

Az elsősorban művelhetőségi szempontokat figyelembe vevő a talajtermékenységet limitáló tényezők előfordulása alapján kategorizáló rendszer a "Földek Termőképességük Szerinti Osztályozása" (*Land Capability Classification*).

Az osztályozás alapja a "termőképességi egység" (*capability unit*), amiben a talajok csoportosításának kritériuma az azonos művelési, meliorációs és trágyázási gyakorlat mellett elért hasonló terméseredmény. A hosszú távú becsült termésátlagok ugyanazon egységen belül nem térhetnek el 25%-nál nagyobb mértékben egymástól.

Az értékelés második szintje az alosztály (*capability subclass*), ahol a termőképességi egységekben szereplő talajok limitáltság eredete szerint vannak csoportosítva. A négy fő számításba vett limitáló tényező az (1) erózió, (2) glejesedés, (3) gyökérszóra limitáltság, (4) klímaviszonyok.

A harmadik, legtagabb kategória nyolc termékenységi osztályba sorolja a talajokat (*capability class*). A limitáltság szintje fokozatosan nő az elsőtől a nyolcadik osztályig, így a feltételeknek megfelelően romlanak a növénytermesztési lehetőségek. Az osztályozási rendszer ezeket a feltételeket nem hozza összefüggésbe a potenciális termésmennyiséggel, a kulcskérdés a művelés alá vonhatóság. Ennek megfelelően nem beszélhetünk általánosan alkalmazható talajértékelésről, a hangsúly itt a földek megfelelő használatán van. A rendelkezésre álló agrotechnika alkalmazásával csökkenthető vagy megszüntethető limitáltság a földhasználati, talajértékelési besorolásnál feltételelesen számításba vett tényező.

A növények szempontjából is történő osztályozás szerint az 1-4. osztályok a honosított növények termesztési igényeinek is megfelelő talajokat jelölik. Az 5-7. osztályok talajain csak az adaptált őshonos növényfajták termesztése javasolt, míg a legalacsonyabb, a 8. osztály talajain mezőgazdasági termelés haszonnal nem folytatható.

A fenti osztályozás egyik előnye a termőföldek növénytermesztésre való alkalmasságának felmérése mellett a meliorációs feladatok és lehetőségek szerinti rendszerezés, amiből a rendelkezésre álló agrotechnika/technológia ismeretében a földterületek végső felhasználásáról is dönteni lehet.

Sisov és munkatársai talajbonitációs rendszere (Sisov et al., 1991)

A különböző talajbonitációs rendszerek célja számszerűen kifejezni a különböző talajok egymáshoz viszonyított, relatív növénytermesztési potenciálját, gyakran adott növénykultúrák szerint. Ezen rendszerek alapja a genetikus talajféleség szerinti talajklasszifikáció, így a meglévő genetikus talajterképekre támaszkodva lehetővé válik a különböző termékenyséű földek területi elkülönítése. A relatív termékenységi potenciál kifejezésével kapott viszonyszám segíthet a művelési ág megválasztásában és a földadó mértékének pontos megállapításában is.

Karmanov és Friyev (1985) az ún. Talaj Ökológiai Index-et (TÖI) használja a talajértékszám kifejezésére. Ezt vette át munkatársaival Sisov, és ezt a viszonyszámot korigálja a növények igényeinek megfelelően, különböző talajtípusok és klímaviszonyok esetében más és más mértékben, a termőhelyi érték kiszámításához. A TÖI kiszámítása az alábbi egyenlet szerint történik:

$$TÖI = 12,5(2 - \delta) \times H \times E \times \frac{\sum t^O > 10^O (NI - k)}{KK + 100} \times \ddot{O}A$$

Ahol δ - a térfögattömég, H - a "hasznos térfogat" (egy, a talajtípusonként a különböző mechanikai összetétel jelentőségét is magába foglaló viszonyszám), E - egyéb jellemzők (limitáltság szerint), $\sum t^O > 10^O$ - kumulatív évi középhőmérséklet a 10°C -ot meghaladó napi középhőmérsékletű napokat figyelembe véve, NI - nedvességi index, k - korrekciós koefficiens a nedvességi indexhez, KK - kontinentalitási koefficiens (szélességi foknak megfelelően), $\ddot{O}A$ - összesített agrokémiai jellemzők (NPK ellátottság), 12,5 - standard érték, aminek segítségével az ökológiai viszonyok a TÖI 100 egységére lesznek vonatkoztathatók.

A TÖI-ben szereplő adatok a bonitációs rendszer ismertetőjének mellékletében vannak rendszerezve. A korrekciós számok - genetikai talajtípusok és klímaviszonyok alapján - a főbb termesztett növények igényei szerint szerkesztett táblázatokból kereshetők ki.

A FAO földértékelési irányelvei (FAO, 1976)

A „földértékelési irányelvek” komplex megközelítésben értékeli a föld potenciálját, amely értékelés során a táj egésze az értékelés tárgya, és a termőföld a táj (land) szerves részeként kerül értékelésre. A rendszer megalkotásának kezdeti szakaszában az egyik legnagyobb gondot a földnek - illetve a tájnak - mint az értékelés tárgyának pontos meghatározása jelentette (Davidson, 1992). A végül elfogadott definíció szerint „a táj olyan fizikai tulajdonságokkal leírható terület, amely az emberi hasznosítás szempontjából fontos, vagy fontossá válhat”. Az értékelés nem szorítkozik pusztán a természeti elemek felmérésére, hanem a felmérés során olyan tényezőket is mérlegel, amik a fizikai értékelés céljával kapcsolatban állnak. Ezek egyaránt lehetnek gazdasági, társadalmi és környezeti hatások. A FAO földértékelési rendszere bemutatása során a következő hat alapelvet szükséges kiemelni:

- 1, A „talajalkalmasság” (*land suitability*) a földhasználat céljával összefüggésben vizsgálendő. Ez az alapvetés azt a felismerést rögzíti, hogy a különböző földhasználati formák környezettel szemben támasztott igényei különbözőek lehetnek. Egyes növény, vagy növénycsoport számára ugyanaz a tábla nagyon megfelelő termesztési feltételeket kínálhat, míg mások számára kevésbé.
- 2, Az értékelésnek figyelembe kell venni a különböző típusú földeken szükséges beruházási (input) és nyereségi (output) tényezőket. Ez a termelési költségek és a (azonos használatú) különböző földterületekről származó gazdasági haszon összevetésével érhető el.

- 3, A multidiszciplinaritás igénye. A minőségi értékelés érdekében a speciális igényeknek megfelelően szükség van a különböző szakterületeken dolgozó szakemberek (úgy, mint, ökológus, pedológus, agrármérnök, közgazdász stb.) együttműködésére.
- 4, Az értékelésnek a vizsgált terület egyéni sajátosságainak messzemenő figyelembevételével kell folynia. Az természetes, hogy a földhasználati javaslatnak reálisnak kell lenni, ennek érdekében helyi társadalmi-gazdasági tényezők is figyelembe veendők a komplex tanulmány készítésekor.
- 5, A megfelelő földhasználat egyben fenntartható földhasználatot is jelent. A javasolt földhasználati forma nem okozhat környezeti degradációt.
- 6, A különböző földhasználati formák egyszerű közgazdasági alapon kerülnek összehasonlításra. Ez azt jelenti, hogy a legmegfelelőbb használati formát a megtermelt érték és a termelési költségek összehasonlításával kell megítélni. Természetesen az előző pontokban felvázolt követelmények figyelembevételével.

A hat követelmény bizonyos átfedéssel határozza meg a földértékelés legfontosabb feladatait. Alapvetően a legmegfelelőbb földhasználati forma meghatározása a cél, majd ezt követően a megjelölt földhasználat optimalizálásának módjára tevődik a hangsúly. Az optimalizálás ebben az esetben a térképezési egységeken belüli természeti feltételek az adott gazdasági-társadalmi közegben való legjobb kihasználását hivatott felmérni. Ez a folyamat összehasonlító vizsgálatokat jelent.

A természeti feltételek társadalmi-gazdasági kívánalmak szerinti értékelésére a „Földértékelési Irányelvek” kétféle módszert javasol. Az egyik alternatíva egy kétlépcsős folyamat, ahol először a természeti tényezők értékelése történik, egy, a följebb vázolt Klingebiel és Montgomery (1961) rendszeréhez hasonló, kvalitatív módszerrel. Ezt - opcionálisan - követi a gazdasági és társadalmi elemzés, valamint ezek alapján egy kvantitatív osztályozás. A másik alternatívát a párhuzamos értékelés jelenti. Itt a természeti tényezők kvalitatív és/vagy kvantitatív osztályozásával párhuzamosan folyik a gazdasági és társadalmi tényezők szerinti értékelés. A két értékelési folyamat egymással párhuzamosan, és egymással kölcsönhatásban megy végbe.

Az 1976-ban megfogalmazott keretek alapján a FAO 1983-ban kiadott irányelvei (FAO, 1983) már konkrét értékeket is meghatároznak a termékenységet befolyásoló különböző tényezők hatását leíró tanulmányban, míg a legújabb munkák a XXI. századi, új lehetőségek és kihívások szempontjából vázolják föl egy új keretrendszer kidolgozásához szükséges lépéseket (FAO, 2007).

2.6 A földminősítés adatigénye

A 2.4-2.5 fejezetekben bemutatásra került korszerű módszerek gyakran eltérő megközelítésben határozzák meg a földminőséget, egy tekintetben azonban feltétlenül hasonlítanak egymásra: minden esetben talajtani információk alapulnak. A talajtani adatokon túl általában földhasználati, klimatikus, domborzati, hidrológiai, növénytermesztési és talajművelési információkra is szükség van a földminőség meghatározásához. A

következőkben a rendelkezésre álló adatok és a földminősítés alkalmazhatóságának összefüggéseit a minden esetben szükséges talajtani adatok jellemzésével mutatom be¹. Ezt a megközelítést választom azért is, mert a doktori értekezésem fő célkitűzését jelentő hazai szántóterületek földminősítéséhez is a talajtani adatok megléte jelenti a kulcsot.

Az adott földminősítési célhoz választott módszer alkalmasságán túl a felhasznált talajtani adatok **időbeli, tematikus és térbeli részletessége, ill. megbízhatósága** határoolja be az eredmények pontosságát és egyben alkalmazhatóságát.

Az **időbeli megbízhatóság** talajjellemző-függő, és azon múlik, hogy a földminősítéshez szükséges adott talajjellemző adata az alkalmazást megelőző mely időszak felvételezéséből származik². Az időben stabilnak tekinthető (pl. fizikai féleség) és nagyobb változékonyságot mutató (pl. pH, felvehető tápelem tartalom) talajtulajdonságokról meglévő információ a felvételezés idejétől számított érvényessége eltérő. A talajtérképek általában az időben stabilnak tekinthető talajtulajdonságokról szolgáltatnak adatot, míg az időszakos talajvizsgálatok eredményei a változékonnyabb jellemzőkről számolnak be. A földminősítés támaszkodhat csupán talajtérképi adatokra, de kiegészülhet az időszakosan vizsgált változókkal is.

A **tematikus részletesség** magába foglalja a rendelkezésre álló adatok körét és az adatok formáját. A talajtani adatok köre például szorítkozhat csupán az adott terület talajának szervesanyag tartalmára és fizikai féleségére, de bővíthet bármely mérhető, vagy származtatott talajtulajdonság kvalitatív vagy számszerű jellemzőjével. A részletesség másrészt következhet a talajjellemző leírására használt mutató formájából és mértékegységéből is, például abból, hogy a szervesanyag tartalomra vonatkozó információ kategorizált (alacsony, közepes, magas) vagy pontosan (pl. tömegszázalékban esetleg ezrelékben) kifejezett-e.

A felhasználás szempontjából a tematikus részletesség mellett a **térbeli részletesség** határozza meg leginkább a földminősítés érvényességét (Rossiter, 1994). A különböző felhasználók a térben eltérő részletességgel és pontossággal lehatárolható információkat igényelnek. Mivel a talajtérképi ellátottság határozza meg leginkább a földminősítési lehetőségeket, ezért érdemes áttekinteni a talajtani felvételezések sűrűségére, a felvételezések alapján készült térképek méretarányára és alkalmazhatóságára vonatkozó hazai és nemzetközi előírásokat és gyakorlatot, különös tekintettel a táblaszintű alkalmazásokat is lehetővé tevő, nagy részletességű információkra (lásd 3.1 fejezet, b pontja).

Hazánkban a nagyméretarányú térképezés módszereit általánossá tevő útmutató (Baranyai 1988) rögzíti, hogy a gyakorlati igényeknek a „*nagyméretarányú, 1:10.000 léptékű talajtérkép felel meg*”. A nagyméretarányú talajtérképezés során, többek között a Kreybig-féle

¹ A földminősítéshez alkalmazható klimatikus információk áttekintését lásd INSAM (2009). A hazai viszonyokról Bacsó (1959, 1973), Justyák (1998) és Szász (1988) ismerteti. A domborzat hatásának figyelembe vételéhez szükség van a minősíteni kívánt földrészlet felszínformájának, kitettség és meredekségi viszonyainak ismeretére. A domborzati adatokról és alkalmazhatóságukról Wilson és Gallant (2000) valamint Hengl és Reuter (2009) kötete számol be részletesen. A földminősítéshez felhasználható növénytermesztési és agrotechnológiai adatokat Tóth (2000), valamint Gaál és munkatársai (2003) tekintik át.

² A nem talajtani adatok felvételezésének gyakorisága is fontos lehet a földminősítés során. Az idősoros adatok hasznosak pl. növényi hozamok, vagy a klimatikus variabilitás elemzéséhez.

1:25.000 méretarányú átnézeti talajismereti térképek tanulmányozását, valamint az 1:100.000 méretarányú agrotopográfiai térképek hasznosítását is javasolva.

A nagyméretarányú, vagyis a legalább 1:10.000 léptékű térképek iránti gyakorlati igényeket nyolc pontban ki is fejtí a hazai talajtérképezési útmutató. A nagyméretarányú térképek készülnek kifejezetten a (1) termőhelyi értékszámok megállapításához; (2) racionális földhasználat kialakításához, termőtájak kialakításához; (3) természeti viszonyok stresszhelyzeteihez alkalmazkodó lehetőségek megállapításához; (4) a talaj termékenység megőrzését és fokozását célzó intézkedések meghozatalához (melioráció, talajvédelem, vízrendezés, öntözés, részletes vizsgálatok meghatározása stb.); (5) talajtani szakvélemények elkészítése; (6) degradációs folyamatok előrejelzéséhez, megelőzéséhez, kiküszöböléséhez, mérsékléséhez; (7) más irányú földhasználat területigényének kielégítése során a jó minőségű termőterület védelméhez; (8) környezet és természetvédelmi feladatok meghatározásához.

A nagyléptékű új térképek készítésének és a térképfelújítások légifotókkal támogatott költségtakarékos módját, Szilágyi és Juhász (1988) módszertani munkája részletezi, szintén 1:10.000 léptéktől tekintve nagyléptékűnek a talajtérképeket.

2.6.1. táblázat. A talajtérképezés célja, a mintavételi sűrűség és talajtérképek méretarányának összefüggései*

A talajtérkép léptéke	Az alkalmazás célja és szintje	Egy mintavétellel jellemzett terület (ha)	A közölt térképek méretaránya
precíziós	speciális, végrehajtási szint	< 1	> 1:1000
nagyléptékű	speciális, végrehajtási szint	1 – 50	1:1000 – 1:10.000
átnézetes/kistérségi	általános és speciális, tervezési szint	50 – 1000	1:10.000 – 1:100.000
regionális	általános, tervezési szint	1000 – 5000	1:100.000 – 1:250.000
kisléptékű	általános, tájékoztató	> 5000	< 1:250.000

* Baranyai (1988), Dent és Young (1981) Legros (1996), Curlík és Surina (1998), Garkusa (1958), Hengl és Husnjak (2006), Rasio és Vianello (1995) Szabolcs (1966) valamint Western (1978) felhasználásával.

A nemzetközi szakirodalomban Western (1978) alapvető munkájában összeveti a különböző országokban a talajtérképezéskor vett mintasűrűséget a nyomtatásban megjelenő térképek léptékével. Összegzéséből kiderül, hogy az Európában végzett térképezések mintasűrűsége az 1:10.000 méretarányú térképezés során 0,2-8 minta/ha. Korábban a Szovjetunióban ábrázolták nagyméretarányú térképeken az ennél hiányosabb mintasűrűséggel nyert talajinformációkat, ugyanakkor Hollandiában még az 1:25.000 méretarányú ábrázolású térképekhez is megközelítőleg egyhektáronként mintázzák a talajokat. Ebből a szempontból, nemzetközi összevetésben, az 1:10.000 méretarányú térképeink szelvényessűrűsége is növelhető volna, míg a Kreybig térképezés során feltárt szelvények sűrűsége csupán hozzávetőleg 1:100.000 léptékű térképi ábrázolást engedhetne,

még az ún. nem reprezentatív szelvényeket figyelembe véve is (Kreybig, 1937; Tóth és Máté, 2006). Ezt támasztja alá Dent és Young (1981) nemzetközi referenciaként kezelt munkája, Legros (1996) főképp francia nyelvterületeken használatos térképezési útmutatója, illetve más nemzeti talajtérképezési útmutatók és módszertani közlemények is (Curlik és Surina, 1998; Garkusa, 1958; Hengl és Husnjak, 2006; Rasio és Vianello, 1995).

A 2.6.1 táblázat a különböző országok illetve szerzők talajtérképezésre és a térképek alkalmazására vonatkozó ajánlásai alapján készített összehasonlítást mutatja.

Összefoglalóan megerősíthető, hogy a földminősítés adatigényét (és módszereit) a felhasználói célok határozzák meg. A doktori értekezés témáját adó - magyarországi szántókra parcella szinten is érvényes illetve az Európai Unió szántóinak minőségét kisléptékű térképeken ábrázoló – földminősítési munkák közvetlen céljait és ezekből eredő szempontjait doktori értekezésem következő fejezetei ismertetik.

3. A magyarországi szántók földminősítése

Az alábbiakban a hazai földminősítés megújításának szempontjait, lehetőségeit és a földminősítési vizsgálatok lépéseit mutatom be, a D-e-Meter rendszer (Gaál et al., 2003a,b; Tóth, 2001; Tóth et al., 2005, 2007c) kidolgozásánál alkalmazott eljárást követve.

3.1 A földminősítési munkák szempontjai

A hazai szántók földminősítése során az alábbi szempontokat tartottuk a legfontosabbaknak:

- a) a minősítésnek a művelésben álló, vagy művelésbe vonható hazai talajfélések - evvel együtt a szántó termőhelyek - összességére érvényes eljáráson kell nyugodnia,
 - b) a földminőségről mezőgazdasági parcella szinten is megbízható információt kell nyújtani, tehát az új rendszernek nagy térbeli részletességet figyelembe vevő összevetésben is alkalmazhatónak kell lenni,
 - c) az új földminősítés gazdasági növények szerint is tegyen különbséget a termőhelyek növénytermesztési potenciálja között, és az általános földminőségi mutató a növényenkénti produkciós potenciálon alapuljon,
 - d) az eljárásnak ki kell terjednie a klimatikus változatosság (évjáratok hatásának) kifejezésére,
 - e) a produkciós potenciál minősítését különböző trágya-input szintek szerint is el kell végezni, valamint
 - f) az új rendszert statisztikai vizsgálatok alapján kell kidolgozni.
- /a)** Egy átfogó földminősítési rendszernek ki kell terjednie a hazai talaj-, klimatikus- és domborzati változatosság összességére. Mivel a földminősítés gyakorlati célokat szolgál, ezért a földminőség tudományos modellezése során is azokat az információkat lehetett figyelembe venni, amik tudományosan megalapozottak és a gyakorlatban is rendelkezésre állnak, illetve könnyen előállíthatók. A földminősítéshez nélkülözhetetlen információt nyújtó, a hazai talajváltozatosság egészét megjelenítő talajtérképeink a természettudományos, genetikai talajosztályozás egységeinek térbeli elhelyezkedését jelenítik meg. Taxonómiai részletesség tekintetében a talaj főtípustól a változatig és változati tulajdonságokig (helyi változatig) az időben stabilnak tekinthető talajjellemzők szerepelnek a térképeken. A genetikai talajosztályozási információkat is tartalmazó térképek abból a szempontokból is ideális kiindulási pontnak tűntek a földminősítés alapját adó komplex talajbonitációs modell kidolgozásához, hogy a talajgenetikai folyamatokról rendelkezésre álló ismeretanyag mintegy „kiszámíthatóvá” teszi a talajok viselkedését a különböző emberi és környezeti behatásokkal szemben. A degradációs (és meliorációs) változások ugyanis mindig valamely talajjellemző, illetve talajjellemző-együttes megváltozását jelentik. Ugyanannak a talajjellemzőnek (vagy talajjellemző együttesnek)

hasonló jellegű megváltozása azonban minőségileg mást jelenthet a különböző talajok esetében, nem kis mértékben a talajgenetikai determináltságból adódóan. Amennyiben a termőképesség és környezeti kockázat összefüggéseit egy rendszeren belül kívánjuk elemezhetővé tenni, azt a genetikai féleségre alapozott térképi információk segítségével világosabb formában tehetjük meg, mint esetleg más viszonyrendszer alapján. A térképi információk jelenthetik tehát a háttérét a különböző talaj-funkciókat kifejező értékelési skáláknak, ez lehet közöttük az összekötő kapocs. Felmerül ugyanakkor a kérdés, hogy a genetikai talajféleség valóban pontosan meghatározza-e a szántóföldek termékenységet, és a talajok egyéb funkciós képességeit? Önmagában természetesen pontosan semmiképpen sem. Pontosabb értékeléshez a rendelkezésre álló talajjellemzők termékenységre - és más talajfunkciókra - gyakorolt hatását is figyelembe kell venni. Ez többféle rendszerezéssel is történhet, megítélésem szerint azonban a genetikai talajtípusokat is figyelembe vevő megközelítés minden esetben csak gazdagítja a modell jelentéstartalmát, és semmi esetre sem kirekesztő az egyéb alkalmazott megközelítésekkel szemben.

/b) A felvételezési adatsűrűség és az ezen alapuló térképi ábrázolás léptéke meghatározza a felhasználási lehetőségeket. A földminőségi információk felhasználása több lépték (és több szempont) esetén egyaránt érdekes lehet, ám a táblaszintű információk adják a legpontosabb és legváltozatosabb felhasználási lehetőséget. Éppen ezért olyan földminősítési rendszer kidolgozása volt a cél, ami a produkciós viszonyok összehasonlítását az egyes talajfoltok produkciós viszonyainak minősítéséből levezetve, a mezőgazdasági parcellák léptékén is lehetővé teszi. A földhasználati üzem- és tábla méretek jelenlegi helyzete, és még inkább a jövőre általánosan prognosztizálható néhányszor tíz hektáros üzemméretek léptéke is ezt indokolja. Az 1:10.000 léptékű talajtérképek, és a rajtuk lehatárolt talajfoltok megfelelő részletességűek a mezőgazdasági parcellák produkciós viszonyainak elkülönítéséhez (Baranyai, 1988; Tóth és Máté, 2006). *(Bármilyen szemléleti alapon is állnánk tehát a taxonómiai egységek fentebb tárgyalt információ-tartalmát illetően, nem kerülhetjük meg a parcella-szintű földminősítési célra egyedül létező, kellő részletességű, 1:10.000 léptékű genetikai üzemi talajtérképek használatát, azok szakmai tartalmára való támaszkodást. Ezekben a térképeken pedig genetikai talajtípusok, altípusok vannak feltüntetve, és a kartogramok az alacsonyabb taxonómiai fokozatok elkülönítéséhez alapul szolgáló talajvizsgálati adatokat is közlik.)* Ezért elsősorban az 1:10.000 léptékű talajtérképek kartogramjain szereplő információk földminősítési célú alkalmasságát, érvényességét kellett megvizsgálni, illetve kartogramokon feltüntetett talajtulajdonságok termésképzésre gyakorolt hatását volt szükséges számszerűsíteni a térképeken elkülönített talajfoltok vonatkozásában. Evvel a megközelítéssel a térképezési eljárások jövőbeli fejlődésével, a térbeli részletesség növekedésével tovább pontosodhat a földminősítés.

/c) A növények talajigényének köztudott különbözősége megfordítva is igaz: hasonló talajon a különböző gazdasági növények eltérő módon díszlenek. A földminősítés nyelvére fordítva megállapítható, hogy a talajok relatív produkciós potenciálja növényenként eltérő lehet. Ebből kifolyólag a földminőséget általánosan közvetlenül megítélni nem lehet, egy általános földminőségi viszonyszám is csak a növények szerinti speciális

viszonyszámokból képzett mutató lehet (Máté, 1960; Várallyay, 1999; Tóth és Máté, 1999). A mezőgazdasági gyakorlat és a termelést befolyásoló támogatási-elvonási rendszerek változatossága szintén kikényszeríti a mezőgazdasági parcellák növény-specifikus produkciós potenciáljának számszerű kifejezését. A talajok relatív termékenységének főbb szántóföldi növényeink szerinti - vagyis a talajhasználatban az egyik legkisebb különbség alapján vett – értékelése tehát az új földminősítési eljárás fontos elemét képezi. A növények szerinti mutató azonban nem helyettesíthet egy általános jellegű földminősítési viszonzszámot. Éppen ezért azt javaslom, hogy egy általános érvényű viszonzszámot különböző haszonnövényekre kapott viszonzszámokból alakítsunk minden talajfoltra, oly módon, hogy az egyedi viszonzszámokat az adott növény országos vetésszerkezetben elfoglalt arányával súlyozzuk és az így kapott parciális viszonzszámok összege adhatja az **általános földminőségi mutató** számértékét.

- /d)** A talajok termékenységét azok belső tulajdonságain (és a velük összefüggésben álló domborzati és hidrológiai meghatározottságukon) kívül két tényező befolyásolja a legnagyobb mértékben: a klíma és a talajművelés intenzitása és minősége, beleértve a trágyázást is. A klíma hatása nem csak, mint a növénytermesztési feltételeket hosszútávon meghatározó tényező érdekes, hanem a klimatikus tényezők változatossága is figyelembe veendő. A szélsőséges klimatikus események gyakoriságának prognosztizált növekedésével a mezőgazdasági területeken érvényesülő klimatikus változatosság jelentősége egyre nő. Éppen ezért szükséges kifejezni az eltérő klimatikus hatások mellett érvényesülő földminőséget, más szóval, a földminőségi viszonzszámokat különböző klímahatásokkal számolva is érdemes kiszámolni. Szász (2002) a növénytermesztés évről-évre dinamikájának klimatikus összetevőjét hármassal beosztás szerint határozta meg: (I) a maximális produkció eléréséhez szükséges optimális évről-évre, (II) az átlagos produkciót előidéző, hosszú távú idősorok átlagából is levezethető ún. várható évről-évre, és (III) a jelentős terméseszköket okozó szuboptimális évről-évre kialakításáért felelős klíma-tényezők szerint. Földminősítési eljárásunkban követtük a Szász (2002) által kidolgozott klíma-hatás értékelési rendszert.
- /e)** A növénytermesztés eredményessége nagy részben az alkalmazott agrotechnika és a technológiai eljárások függvénye. A megfelelő agrotechnika alkalmazásával növelhető a termésmennyiség és csökkenthető a termelési kockázat, például a kedvezőtlen klimatikus hatások okozta hátrány kockázata. A talajok agrotechnikai beavatkozásra adott válaszát a talaj válasz-jellemzők determinálják. A produkciós potenciál érvényre jutását valamennyi agrotechnikai beavatkozás (trágyázás, talajművelés, növényvédelem stb.) befolyásolja. Az okszerű agrotechnikai beavatkozások alkalmazása a gazdálkodók felelőssége, ezért megítélésünk szerint a földminősítés a kor színvonalát jelentő művelési-növénytermesztési rendszerek (átlaga) szerint történhet. Ez a megközelítés a földminősítés gyakorlati alkalmazásba kerülésével ösztönzően hathat az agrotechnikai fejlesztésekre is. (A degradációra érzékeny területen egyedi rendszerek definiálhatók és a földminősítés ezek alapján folytatható le.) Az agrotechnológia input-intenzitásának trágyázási tényezőjét azonban érdemes külön a földminősítési eljárásba vonni, hiszen az intenzív és extenzív művelés tapasztalható szétválása ezt indokolja. Az intenzív és extenzív művelés közötti különbségtétel alapja éppen az alkalmazott trágya-hatóanyag

mennyisége lehet. Emiatt úgy gondoltuk, hogy a földminőséget két, a trágya bevitel mennyisége által definiált input-intenzitási szinten érdemes kiszámolni. Az intenzív művelés ebben a megközelítésben azt a trágyabevitelt jelenti, ami az átlagos évjárat mellett az adott talajon tervezhető termés eléréséhez elegendő. (A termés optima – környezetileg nem érzékeny területeken – ökonómiai kérdés, ezért evvel itt nem foglalkozom.) Extenzív művelésűnek tekintjük azt az eljárást, amit a környezetkímélő gazdálkodásra vonatkozó hatályos rendeletek meghatároznak, beleértve a trágyamennyiségre vonatkozó kitételeket. Összefoglalva tehát a földminősítés során az extenzív és az intenzív trágyázás hatását a következők szerint integrálom a földminősítési eljárásba. (I) Az extenzív viszonyok közötti földminőség tápanyag-gazdálkodási szempontból az érvényes szabályozás³ által rögzített lehetséges tápanyagbevitel mellett mutatja a produkciós képességet. (II) Az intenzív viszonyok közötti földminőség az adott talajtulajdonságok és tápanyag ellátottság mellett, a kor színvonalának megfelelő növénytermesztési gyakorlatot figyelembe véve, a tervezhető terméshozamok elérését lehetővé tevő trágyamennyiségek alkalmazását alapul véve került meghatározásra.

- f) Egy tudományosan megalapozott földminősítő rendszernek a produkciós potenciál statisztikai vizsgálatokon nyugvó számszerű értékelésén kell alapulnia. A korábbi hazai földminősítési eljárások (aranykoronás földminősítés, 100 pontos földminősítés) becsléses eljárások voltak, amik szükségszerűen hordozták magukban az osztályozási hibákat. Ez jellemző a külföldi földminősítési eljárásokra is, és legfőbb oka az adathiány, legtöbbször talajinformációs és növénytermesztési oldalon egyaránt. Mivel a földminőség egyetlen objektív mértéke az idősoros terméshozam, ezért az új földminősítő rendszer kidolgozása során a terméshozamok szerepelnek függő változóként, független változóként pedig a termést befolyásoló környezeti (talaj, klíma, domborzati) és gazdálkodási (trágyázás, növényi sorrend) jellemzők. A rendszert úgy kell felépíteni, hogy annak a parametrizálási eljárása a hozzáférhető adatok számának növekedésével újra elvégezhető legyen, így a termelés feltételiben esetlegesen bekövetkező változások alapján a földminősítési rendszer bármikor könnyen felülvizsgálható, pontosítható lehessen. Ezt az elvet követtük, amikor vizsgálatainkat nagy országos adatbázisokon végeztük, és mintaterületi tesztelésnek vetettük alá.

3.2 A földminősítési modell

A földminőség, még ha specifikáltan a mezőgazdasági területek termékenységének mutatóját értjük is alatta, akkor is változhat a művelési ágnak, a termesztett kultúrának megfelelően. A doktori értekezés alapját adó termőhelyminősítési munkáinkkal a szántó művelési ágban mutatott termékenység kifejezését céloztam. Az egyéb művelési ágak (rét, szőlő, erdő, stb.) szerinti minősítéssel kapcsolódó kutatások keretei között foglalkoztunk. A szántóföldi földminősítési rendszer megalkotása során ugyanakkor törekedni kellett arra, hogy a szántóföldi művelési ágnál alkalmazott minősítés elvi alapjai olyanok legyenek, amelyek alapján biztosított lehet az átjárhatóság az egyéb művelési ágak minősítési rendszerei felé.

³ Az agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételének szabályairól szóló 150/2004. (X.12.) FVM rendelet több program esetében 90kg/ha/év mennyiségben maximalizálja a kijuttatható nitrogén műtrágyát.

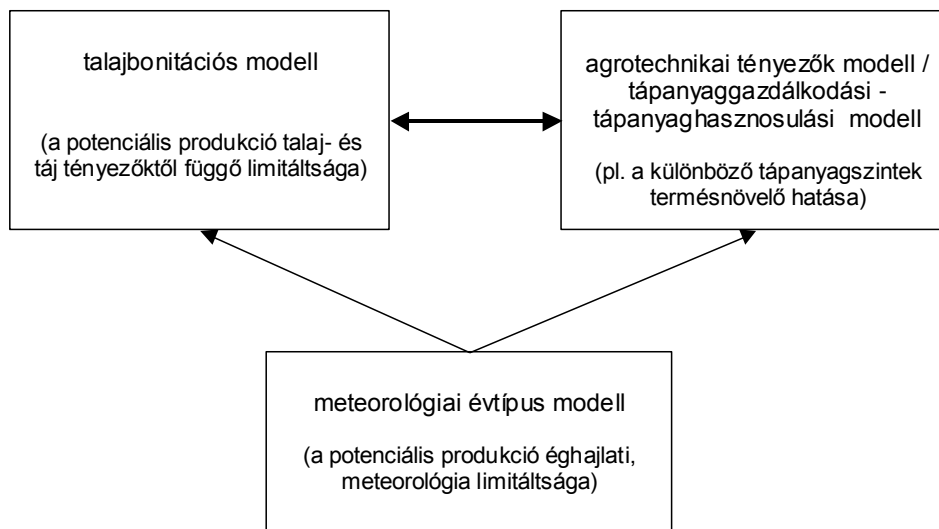
A földminősítési eljárás során első lépésben a talajok bonitálását kellett elvégezni, majd a talajok produkciós potenciáljának az értékeléséből kiindulva, a termőhelyi (klíma, domborzat) és művelési (trágyázás) tényezőket figyelembe véve lehetett a földminőséget meghatározni.

Ennek során számszerűsíteni kellett a tudományos alapon rendszerezett talajféleségek termékenységét a különböző gazdasági növények relációjában, a termékenység változását az agrotechnika színvonalának függvényében.

A földminősítő (termőhelyminősítő) munkák tervezése során abból indultunk ki, hogy a termelési potenciált befolyásoló tényezők egymással szoros kölcsönhatásban érvényesülnek, de a klimatikus-, domborzati-, hidrológiai-, talajtani- és agrotechnikai tényezők változatosságából adódóan, a termésképzésben betöltött súlyuk térben és időben eltérő lehet (Máté, 1960; Győri, 1984; Tóth és Kismányoky, 2001; Tóth és Máté, 1999; Várallyay et al., 1985). Olyan modellben gondolkodtunk, ahol a növénytermesztést, a talajok víz- és tápanyaggazdálkodását befolyásoló hatások egységes rendszerben jellemezhetők, ugyanakkor az egyes természeti és gazdálkodási elemek befolyásának mértéke külön-külön is értelmezhető. Így került kialakításra az 3.2.1. ábrán bemutatott egyszerűsített modell, ami a későbbiekben bővült, részletezésre, illetve pontosításra került.

Az 3.2.1. ábrán feltüntetett meteorológiai évtípus modell kidolgozásánál Szász (2002) kutatási eredményeit vettük figyelembe. A földminőség meteorológiai determinánsait a magyarországi agrometeorológiai körzetekre kidolgozott viszonyszámok határozták meg. Ezek a viszonyszámok a meteorológiai körzetek és főbb gazdasági növények szerint jellemzik az eltérő évek klimatikus szempontból várható hozamkülönbségeit, és ezekkel faktorozhatók a meteorológiai körzetekben fekvő táblákon mért terméseredmények.

A produkciós potenciál elemeinek egymásrahatása, a részmodellek összefüggései

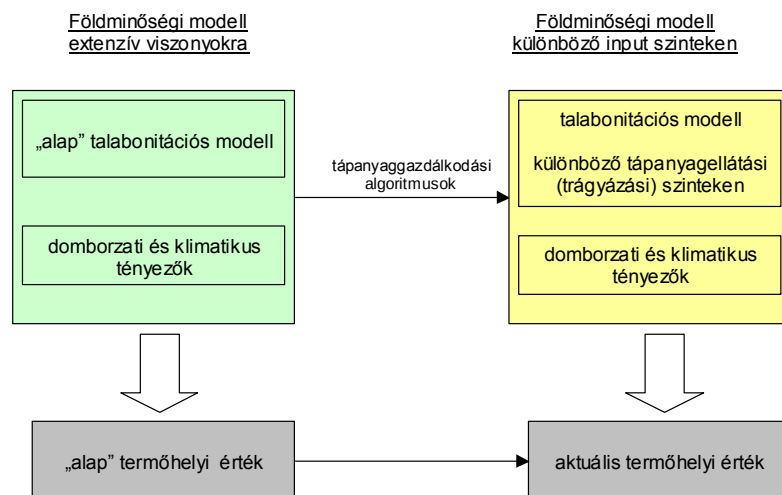


3.2.1. ábra. A produkciós potenciál értékelési modell elemeinek összefüggései

Ugyancsak a klimatikus évtípus modell segít a talajok vízgazdálkodási helyzetének felmérésében, amikor definiálja és parametrizálja a talajok vízmérlegében szerepet kapó meteorológiai tényezőket. A meteorológiai évtípus modell ilyen módon kapcsolódik a talajbonitációs modellhez, amely a produkciós viszonyokat a mérhető talajtulajdonságok (illetve a hozzá kapcsolódó hidrológiai és domborzati tulajdonságok) alapján számszerűsíti. Minthogy azonban a produkciós képesség csak részben a talajtulajdonságok és a meteorológiai viszonyok függvénye, másrészt viszont – hasonló fontossággal – az agrotechnikai tényezők és a tápanyaggazdálkodás eredménye is, ezért szükséges az agrotechnikai – tápanyaggazdálkodási tényezők hatását is számba venni, illetve kifejezni.

Kutatásaink során reálisan nem vállalkozhattunk az emberi beavatkozások és agrotechnika valamennyi tényezőjének hatását pontosan kifejezni, annak egyik legnagyobb hatású és környezeti szempontból is az egyik legfontosabb elemét, a trágyázást viszont feltétlenül integrálni lehetett a termőhelyminősítési rendszerbe. Ennek módját abban találtuk, hogy a pontosan körülhatárolt minimális tápanyagbevitel mellett különböző évtípusokban számolt termékenységi viszonyokból kiindulva, megvizsgáltuk a nagyobb adagú trágyázás érvényesülését leginkább segítő tényezőket, valamint a tápanyaghasznosulás hatásmechanizmusát (Debreczeniné, Németh és Tóth, 2003).

Az így feltárt összefüggések alapján parametrizáltuk újra a talajtulajdonságok, a tápanyagszintek és trágyadózisok termékenységre gyakorolt hatását (3.2.2. ábra).



3.2.2. ábra. A különböző trágyadózisok mellett mutatott produkciós potenciál kifejezésének lehetőségei

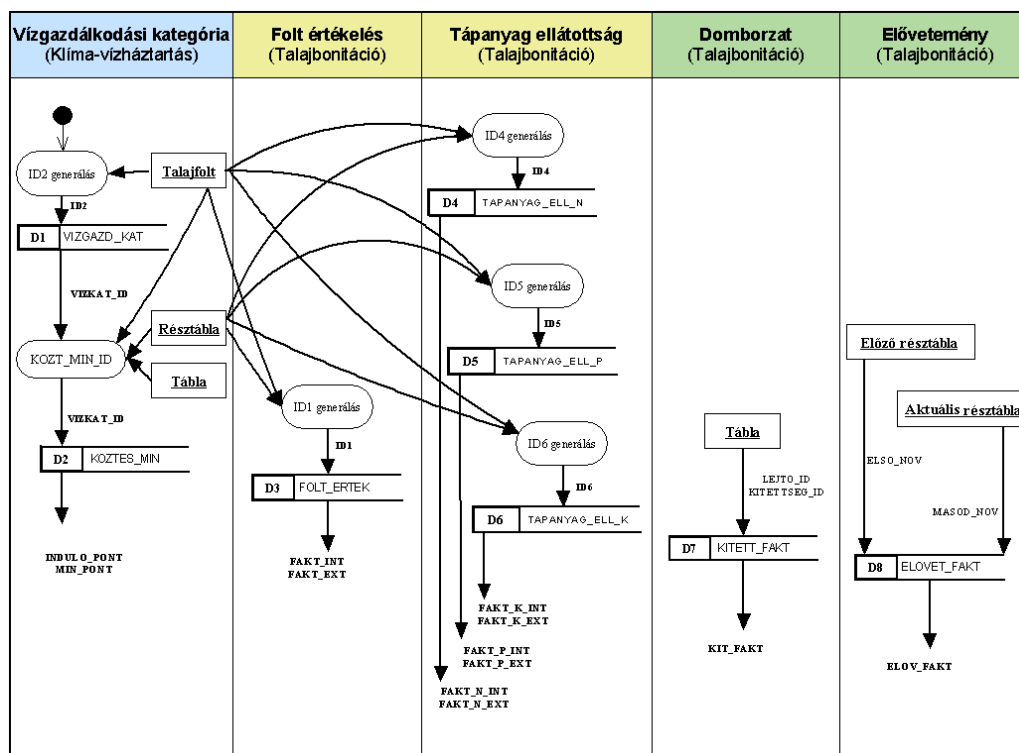
A megfogalmazott elvek és rész eljárások integrálásával építettük föl a szántók földminősítésére javasolt általános modellt. A modell alkalmazásával [I.] a különböző gazdasági növények, [II.] a három alapvetően eltérő évjárat (optimális, várható, szuboptimális), és [III.] a művelés intenzitását kifejező kétféle trágya input szerint, külön eljárásban számolhatók a termőhelyek földminősítési viszonszámai. Ilyen szempontból tehát

annyiszor hat parametrizálási eljárást kell elvégezni, ahány gazdasági növény szempontjából kívánjuk értékelni a területet (3 évtípus x 2 intenzitási szint x n gazdasági növény).

A modell, aminek a gyakorlati működését a 3.2.3. ábra szemlélteti, az alábbi lépések szerint ad a termőhelyekre érvényes viszonzyszámokat:

1. Első lépésben a vízgazdálkodás szerepét fejezi ki (növényenként, évtípusonként, intenzitási szintenként) a földminőség szempontjából.
2. Második lépésben a talajtulajdonságok termésképzésben betöltött szerepét adja meg, számszerűen, a nagyléptékű térképeken feltüntetett, tehát a gyakorlatban is hozzáférhető talajjellemzők kombinációira.
3. Harmadik lépésben a tápanyag ellátottság hatását kifejező faktorszámok módosítják a földminőségi viszonzyszámot.
4. Ezt követően a földminőséget módosító két tényező, a domborzat és az elővetemény értékelése következik.

Az egyes tényezők hatásának parametrizálási eljárását és földminősítési rendszerbe integrálásának lépéseit a 4.1.4 - 4.1.8 fejezetek részleteiben mutatják be.



3.2.3. ábra. A földminősítés eljárásának informatikai megközelítése, az almodellek bemutatásával Gaál et al. (2006) alapján

A 3.2.3. ábra informatikai eljárásban mutatja meg a modell működését. Az ábrán feltüntetett "IDx generálás" azokra a műveletekre utal, amikor a térben megjelenő, a különböző (vígazdálkodási, tápanyagfeltáródási) szempontból azonos hatású –

talajtani, növénytermesztési, klimatikus jellemzőket tartalmazó – tulajdonságkombinációk egyedi azonosítót kapnak:

- ID1 A talajok tápanyag-szolgáltató képességének értékeléséhez
- ID2 Vízgazdálkodási kategória megállapításához
- ID3 N-ellátottság hatásának értékeléséhez
- ID4 P-ellátottság hatásának értékeléséhez
- ID5 K-ellátottság hatásának értékeléséhez

Az ábra további jelölései:

KOZT_MIN_ID Köztes földminőség meghatározásához. Az azonos hatású tulajdonság-kombinációk azonos vízgazdálkodási kategóriákat vagy tápanyagdinamikai kategóriákat jelölnek. A talajfolt, résztábla (parcella), tábla a földminősítési eljárásba vont területi egységek.

További jelölések a 3.2.3. ábrán:

D1 VIZGAZD_KAT – a talajok vízgazdálkodási tulajdonságok alapján csoportosított kategóriái.

D2 KOZTES_MIN – a vízgazdálkodási kategóriák, adott klimatikus viszonyok és művelési intenzitás mellett, meghatározott növényre számolt dimenzió nélküli termékenységi viszonszáma.

D3 FOLT_ERTEK – az adott talajfoltra jellemző talajtulajdonságok produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonszám.

D4 TAPANYAG_ELL_N – a talajok különböző nitrogén ellátottsági szintjének produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonszám.

D5 TAPANYAG_ELL_P – a talajok különböző foszfor ellátottsági szintjének produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonszám.

D6 TAPANYAG_ELL_K – a talajok különböző kálium ellátottsági szintjének produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonszám.

D7 KITETT_FAKT – a domborzat (kitettség) produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonszám.

D8 ELOVET_FAKT – az elővetemény produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonszám.

Az egyes talajtulajdonságok ismételt figyelembe vételét a minősítési eljárás egymást követő lépései során – a kettős, vagy többszöri értékelést – egyes szerzők hibaforrásnak tartják, mások azon az állásponton vannak, hogy ez nem csökkenti a megcélzott indikátor kifejezésének pontosságát. Ugyanígy a független változóként kezelt egyes tényezők között fennálló korrelációt sem feltétlenül kell problémának tekinteni, hiszen az egyes tényezők valójában gyakran a leírni kívánt rendszer más tényező bevonásával nem-kompenzálható különbségeire mutatnak rá. Mivel a modell tesztelése során ugyanazon jellemző különböző szempontú minősítése (pl. vízgazdálkodásban és tápanyagfeltáródásban játszott szerepe szerint) közelebb vitt a rendszer egészének pontosabb leírásához, ezért én is az utóbbi álláspontot fogadtam el. Ebből a szempontból a modell sztochasztikus megközelítésű. Természetesen az eljárást tekintve parametrikus modell, így összességében vegyes modellről beszélhetünk.

Az itt bemutatott modellel arra törekedtem, hogy a földminőség tényezőit a termésképzésben betöltött szerepüknek megfelelő mértékben vegyem figyelembe, úgy, hogy

a modell szerkezete lehetőséget adjon a tartamos talajkondíció értékeléséhez fűződő eljárások integrálására is (lásd: 4. fejezet).

3.3 A földminősítési vizsgálatokhoz felhasznált adatbázisok

A földminősítési rendszer kidolgozása talajtani-, földtani-, klíma- valamint idősoros növénytermesztési-, talajvizsgálati- és trágyázási adatok feldolgozásával történt.

Az adatok feldolgozása és kiértékelése ESRI ArcGIS térinformatikai szoftver, MS Excel táblázatkezelő és SPSS számítógépes statisztikai programcsomag (SPSS 1998) segítségével történt. Ahhoz, hogy a statisztikai elemzések eredményei összehasonlíthatók legyenek, meg kellett teremteni a különböző adatbázisok egységes kezelésének feltételeit. Ennek a munkának során kerültek kialakításra a harmonizált adatbázisok, amelyek egyrészt a hozzáférhető országos növénytermesztési adatokat, másrészt a mintateretek által nyújtott információkat rendszerezik.

Az alkalmazott agrotechnikát a vizsgált időszakra jellemzően hasonló adottságúnak tekintettük. Öntözés a vizsgált területeken nem volt.

Az elemző munkához az alábbi adatbázisokat használtuk.

1) A 80-as években az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) keretei között begyűjtött országos tematikus adatok.

A parcella részletességű, meteorológiai körzetek szerinti rendezésre is lehetőséget nyújtó országos adatbázis 5 év (1985-1989), évenként mintegy 4 millió hektár szántóföld, átlagosan 80000 művelt táblájának talajtani-, trágyázási-, tápanyagvizsgálati- és termés hozam adatait tartalmazza. Az adatbázis idősoros adatai három nagy csoportba oszthatók:

- Tábla törzsadatok:
 - táblák helye (megye, gazdaság, földrajzi koordináták),
 - táblaméret,
 - művelési ág,
 - meteorológiai körzet,
 - jellemző meredekség,
 - jellemző kitettség,
 - aranykorona érték.
- Talajvizsgálati adatok:
 - talaj altípusa,
 - pH (KCl-es oldatban),
 - kötöttség az Arany-féle kötöttségi számmal jellemezve,
 - szervesanyag tartalom, humusz %-al jellemezve (Tyurin-féle módszer alapján),
 - összes sótartalom,
 - CaCO_3 tartalom,

- NO_3NO_2 tartalom,
- P_2O tartalom,
- K tartalom,
- Mg, Zn, Cu, Mn tartalom,
- A táblák földrajzi helye (megye) és talajtípusa alapján becsültük a talajképző kőzet fajtáját (Máté 2002), evvel az információval bővítettük az adatbázist.

▪ Növénytermesztési, agrotechnikai adatok:

Az adott évben a táblákhoz tartozó parcellák (szakaszok) mérete, és a parcellákra vonatkozó:

- növény (fajta),
- vetés időpontja (év, hó, nap),
- betakarítás időpontja (év, hó, nap),
- hozamok (100kg/ha),
- szerves trágyázás (ideje, mennyisége),
- műtrágyázás (N, P, K, mész) kg/ha,
- meliorációs beavatkozás, fajtája, ideje.

Az adatok a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság (NÉBIH; a kutatások ideje alatt: Budapest Fővárosi Növény- és Talajvédelmi Szolgálat) kezelésében vannak. Az NÉBIH jogelődje, a Budapest Fővárosi Növény- és Talajvédelmi Szolgálat bocsátotta rendelkezésünkre az 1980-as évek technikai szintjét jellemző MS-DOS alapú formátumban, nagy alakú mágneslemezekben tárolt adatokat. Az adatokat többszörös konverziós eljárást követően MS Excel táblázatokba rendeztem és korszerű adathordozókra mentettem, .xls és .mdb formátumokban. Az így tárolt adatokat importáltam statisztikai feldolgozásra az SPSS szoftvercsomagot használva, majd tároltuk a továbbiakban .sav formátumban is.

Az 3.3.1. táblázat mutatja be az AIIR adatbázisban szereplő talajféleségek főbb területi jellemzőit. A kiemelt 15 talajféleség borítja a mezőgazdasági területek kétharmadát.

Az AIIR adatbázis áttekintése, rendezése során, föltártuk az adatgyűjtésből és adatrögzítésből adódó hibákat, ezeket kiszűrtük, majd az adatbázist kiegészítettük az egyes talajtulajdonságokra vonatkozó, a nagyléptékű talajterképezésnél használt talajkódokkal. Az adatbázis előkészítésének, a statisztikai vizsgálatokra kész állapotba hozásának lépései a következők voltak:

- a) A hazai talajtani szakirodalmi ismereteket feldolgozva, valamint az egyes talajféleségek hazai szakértőinek bevonásával föltártuk, melyek azok az AIIR adatbázisban fellelhető (hibás) talajtulajdonság-kombinációk, amelyek a hazai talajtani ismeretek szerint a természetben nem fordulhatnak elő. Egy olyan szűrőrendszert alakítottunk ki mellyel kizártuk a további elemzésekből azoknak a mezőgazdasági tábláknak az adatait, melyek hibás talajtulajdonság-kombinációkat tartalmaztak (pl. nehéz agyag fizikai féleségű vagy erősen savanyú mészlepedékes csernozjom talaj).

b) Feltártuk, hogy melyek azok az AIIR adatbázisban nem fellelhető talajtulajdonság-kombinációk, amelyek a hazai talajtani ismeretek szerint a természetben előfordulhatnak.

c) Az adatbázist kiegészítettük a nagyléptékű talajtérképezési módszertani útmutató (Baranyai, 1989) alapján a talajvizsgálati adatokból képzett térképi talajkódokkal. Tettük ezt abból az okból, mert a talajtérképekről is ilyen kategória-adatok állnak rendelkezésünkre, és a földminősítés során is ezek felhasználására van mód.

d) Megvizsgáltuk, hogy mely talajtulajdonság-kombinációkra rendelkezünk az egyes termesztett növények esetében elégséges adattal ahhoz, hogy megbízhatóan becsülhessünk az adott csoportra a termésadatok alapján talajbonitációs faktorokat.

3.3.1. táblázat. Legelterjedtebb szántóföldi művelés alatt álló hazai talajaink előfordulási gyakorisága az AIIR adatbázis alapján*

Talaj (rendszerinti altípus)	Talajkód	Táblák száma	Terület (ha)	Terület (%)
agyagbemosódásos barna erdőtalaj (nem podzolos)	112	11062	385048	10,06
Ramann-féle barna erdőtalaj (típusos)	131	6567	270239	7,06
rozsdabarna erdőtalaj	132	2988	114872	3
típusos mészlepedékes csernozjom	191	3792	228240	5,96
alföldi mészlepedékes csernozjom	192	2042	120123	3,14
karbonátos réti csernozjom	201	5540	330200	8,63
nem-karbonátos réti csernozjom	202	2021	108149	2,83
karbonátos réti talaj	301	3952	184853	4,83
nem-karbonátos réti talaj	302	3460	151394	3,96
karbonátos öntés réti talaj	311	3129	142535	3,73
nem-karbonátos öntés réti talaj	312	4658	179101	4,68
karbonátos humuszos öntéstalaj	391	1210	51720	1,35
nem-karbonátos humuszos öntéstalaj	392	1584	50789	1,33
karbonátos humuszos homoktalaj	51	3714	138044	3,61
nem-karbonátos humuszos homoktalaj	52	2458	75656	1,98
kiemelt talajok összesen		58177	2530963	66,2
egyéb talajok		28517	1295467	33,8
mindösszesen		86695	3.826.430	100

*Ahol: a Talajkód: a kiemelt altípusok hazai talajklasszifikációs rendszerünkben használt kódszáma (Baranyai, 1988); Táblák száma: azoknak a mezőgazdasági tábláknak a számát, amely adott talajféleségű volt, és amelyen a vizsgált időszakban szántóföldi művelés folyt; Terület (ha): a hasonló talajféleségű táblák összterülete; Terület (%): a talajféleség területének az adatbázisban regisztrált teljes szántóterületéhez viszonyított aránya.

2) A Szász (1999, 2002) a növénytermesztés agrometeorológiai tényezőit számszerűsítő adatbázisa és térképei.

Szász (2002) a földminőség meteorológiai determinánsait a magyarországi agrometeorológiai körzetekre kidolgozott ún. fajspecifikus paraméterekkel jellemezte. Az idősoros meteorológiai és növénytermesztési információk feldolgozásával nyert adatbázis meteorológiai alkörzetenként tartalmazza a főbb gazdasági növények eltérő klimatikus évtípusaiban várható bruttó növényprodukciókat. Az adatbázis főbb jellemzői:

- 33 agroökológiai (agrometeorológiai) körzet, 75 alkörzettel,
- 4 gazdasági növény (búza, kukorica, napraforgó, cukorrépa),
- maximális és átlagos bruttó növényprodukció.

Az agrometeorológiai körzetek várható növényprodukciós adatbázis mellett a főbb gazdasági növényekre kidolgozott klimatikus agrárpotenciál térképeket (lásd: Mellékletek 2. és 3. ábrák) is felhasználtuk.

3) Mintaterületi adatbázis.

A földminősítési rendszer gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek kidolgozására és az eljárás tesztelésére mintaterületi esettanulmányt folytattunk. A fölépített mintaterületi adatbázis egy, a Zalai-dombságban, az Alsó-Zala-völgyben elhelyezkedő főként szántóföldi gazdálkodást folytató gazdaság (a Zalamenti Egyesület Mgtsz.) információit tartalmazza. Az adatbázis úgy lett kiépítve, hogy azon a kidolgozott földminősítési eljárást valós körülmények között lehessen tesztelni. Ennek érdekében a mintaterületről az alábbi adatok kerültek az adatbázisba:

- 1:10.000-es méretarányú genetikus üzemi talajtérképek digitalizált vektoros térinformatikai állománya,
- A mintaterület nagy részletességű (5m) digitális domborzat modellje,
- A gazdaságok mezőgazdasági tábláinak térképe, digitalizált, vektoros térinformatikai állományban,
- A mezőgazdasági táblák talajvizsgálatai (tápanyagvizsgálatai) jellemzői,
- Növénytermesztési és trágyázási adatok.

Az adatok összesen 797 ha területen, döntően Kehidakustány külterületén elterülő, 16 blokkban művelt 59 mezőgazdasági parcella információit tartalmazzák. A mintaterület részletes jellemzését az 5.1 fejezet tartalmazza.

3.4 A klimatikus tényezők érvényesítése a földminősítésben

A talaj mellett az éghajlat az a legfontosabb környezeti alrendszer, amely megszabja a mezőgazdasági termelés, ezen belül a növénytermesztés lehetőségeit és határait. Hazánk éghajlati variabilitása a kis területi kiterjedés ellenére a talajtakaró változatosságához hasonlóan viszonylag nagy. Ezt a variabilitást egy olyan régiórendszer segítségével lehet a

földminősítés során figyelembe venni, melynek az elsődleges paramétere az éghajlat. Magyarország főbb éghajlati körzeteinek lehatárolása többféle részletességben is rendelkezésre áll (Bacsó, 1973; Péczely, 1981), és készültek kifejezetten a növénytermesztési alkalmassági szempontú körzetesítések is (Varga-Haszonits, 1977; Szász, 1999).

Szász (2002) az ország különböző agrometeorológiai körzeteire dolgozott ki növényenként klimatikus korrekciós tényezőket, amelyek a talajtulajdonságokat figyelembe véve integrálhatók a földminősítési rendszerbe. A klimatikus tényezőt alapvetően ezen korrekciós tényezők integrálásával érvényesítettem a földminősítés során. Szász (2002) eljárásának az alapja a klíma-potenciál számítás, amely körzetenként a csapadék és hőmérséklet tényezőkkel korrigált, energetikailag lehetséges produkció mértékének kifejezését eredményezi (Szász, 1999).

Az évjáráthatást tekintve arra a megállapításra jutottunk, hogy a víz és tápanyagrezsimet szabályozó háromfázisú talajrendszer bonyolultsága miatt érdemes már a minősítési vizsgálatok első fázisában elkülönítetten kezelni a különböző meteorológiai viszonyok (évjáratok) produktívítási vizsgálatait. Ennek megfelelően a földminőségi skálák felállítását is a talajegységek különböző évjáratban mutatott hozamai alapján kezdtük, a klímahatás talaj-vízgazdálkodásra kifejtett hatásának értékelésével.

A földminőség klimatikus komponensének elméleti hátterét az a megfontolás adja, hogy az éghajlat felfogható – egyebek mellett – olyan természeti erőforrásként, amely képes a növényi szervezetek fenntartására és azok produkció-képződésére történő serkentésére. Az éghajlatnak tehát létezik egy olyan komplex hatása, amely arányos a képződött növényi termék-tömeg nagyságával. Ez azt jelenti, hogy ez a biológiailag aktív hatás számszerűsíthető. E folyamat első lépése annak megállapítása, hogy melyek azok az elsődleges hatások, amelyek együttesen a képződött növényi anyag mennyiségét determinisztikus módon határozzák meg. A fotoszintézis, illetve az asszimiláció a következő anyagok és hatások következményeként zajlik le: fotoszintetikusan aktív szoláris energia, globális szoláris energia, szén-dioxid, víz, valamint a növényi pigment-rendszer kölcsönhatásaként indul meg a fotoszintézis és az asszimiláció a hőmérséklettől függő intenzitással, feltételezve a növényi folyamatok homogenitását. Ennek az alaptörvényszerűségnek a birtokában leírható annak a legegyszerűbb összefüggésnek az algoritmus, mely szerint adott időtartam alatt képződhető növényi szénhidrát-tömeg becsülhető. Az éghajlatnak ez a komplex bioaktív hatása tekinthető a klíma-potenciálnak, amely számos részpotenciálból épül fel.

A klíma-potenciál elsődleges részpotenciálja az energetikailag lehetséges produkció értékével fejezhető ki. Az energetikailag lehetséges produkció valójában egy elméleti érték, amely ténylegesen nem realizálódik, ugyanis valamennyi említett tényező optimális értéke legfeljebb átmenetileg áll egymással egyensúlyban, valójában az említettek valamelyike mindenkor a korlátozó faktor szerepét tölti be. Gátló tényező a hőmérséklet és a vízellátást kifejező csapadék. Mindkét elem szerepe nem lineáris függvényvel írható le, mivel mindkettőnek létezik limitáló és stimuláló értéktartománya és egy változó értékű optima. Mivel egyik függvény értéke sem lehet 1,0-nál nagyobb, ezért ezek azoknak a súlyfüggvényeknek tekinthetők, amelyek együttesen fejezik ki az energetikailag lehetséges produkciónak a realizálható arányát.

Végül, de nem utolsó sorban kell megemlíteni az asszimiláló szervezetnek, a növénynek a szerepét. A növény a klimatikus produkciós potenciállal szemben fajspecifikus szervezet, amely azt jelenti, hogy a különböző növényfajok azonos klimatikus viszonyok között különböző tömeget produkálnak.

A fentiekben Szász (2002) alapján összefoglalt módszer szerint kidolgozást nyert hazánk 33 agroökológiai körzetének és azok alkörzeteire az átlagos növény-specifikus klímapotenciál érték, valamint a kedvező és kedvezőtlen évjárat jellemzésére szolgáló indexek (A klimatikus potenciál körzetenkénti kifejezését a búza példájával a Melléklet 1. táblázata mutatja be). Ezeket használtuk fel a földminősítési munkák során.

A növények eltérő termést szolgáltatnak a különböző talajokon és a különböző évjáratokban. Alapvető kérdés, hogy egy növényfaj milyen arányban függ a két legfontosabb agroökológiai alrendszer komplex, eredő hatásától. E kérdésben szakirodalmi adatok (Kismányoky, 2005) és a valós és idősoros termésadatok elemzése alapján úgy foglaltunk állást, hogy a talaj-klíma hatásarányt átlagosan (valamennyi talajféleséget és évjárat-variációt figyelembe véve) 0,7:0,3 értékben vélhetjük reálisnak.

A 33 agroökológiai körzetre és azok alkörzeteire az átlagos növény-specifikus klímapotenciál érték, valamint a kedvező és kedvezőtlen évjárat jellemzésére szolgáló indexek és az AIIR adatbázis valós termesztési adatainak segítségével végeztük a további talajbonitációs vizsgálatokat.

A klimatikus tényező minősítő rendszerbe integrálása elsősorban a minősítés helyén hosszútávon várható („átlagos”) meteorológiai hatások figyelembe vételével történhet. A minősítés céljainak kiszélesedésével, az aszályos, vagy csapadékos évjáratokban, tehát az optimális és szuboptimális évtípusokban jellemző produkciós potenciál kifejezésre is lehetőség adódik.

A földminőség meteorológiai determinánsait tehát Szász (2002) kutatásai nyomán meghatározott viszonyszámok alapján vettük figyelembe. Ezek a viszonyszámok a meteorológiai körzetek és főbb gazdasági növények szerint jellemzik az eltérő évek klimatikus szempontból várható hozamkülönbségeit. Az országos (AIIR) adatbázisban szereplő táblák évenkénti terméseredményei alapján korrekciókkal képeztünk a várható („átlagos”) terméseredményeket. Az optimális és szuboptimális évjáratok hozamadatait is fölhasználtuk a talajbonitációs vizsgálatoknál. Abból kiindulva, hogy a rendelkezésre álló ötéves adatsor nagy változatosságú klímahatást tükröz, az első lépésben ennek a klímahatásnak a kiszűrését tűztük ki célul. Megfontolásunk szerint a számszerűsített klímahatás tényezőjével korrigált terméseredmények adhatnak reális összehasonlítási alapot a talajok produkciós potenciáljának értékeléséhez. Az adatbázis termésadataiban megjelenő klímahatásnak a kiszűrését az alábbi lépésekkel oldottuk meg:

- i. A Szász és munkatársai (2002) által közölt átlagos növény bruttó produkciókból, meteorológiai körzetenként kiszámoltuk a nettó produkciókat. (Ehhez növényenként a megfelelő viszonyszámot, pl. búza esetében 1:1,18 arányt alkalmaztunk.)
- ii. Az AIIR adatbázis alapján kiszámoltuk az egyes évek meteorológiai körzetekre jellemző átlagos hozamait.

- iii. A meteorológiai körzetek átlagos hozamait (ii.) elosztottuk az arra a körzetre jellemző várható hozammal (i).
- iv. Az így kapott viszonyszámmal szoroztuk az adott körzet (valamennyi körzet) minden táblájának aktuális terméseredményét.
- v. Ezt elvégeztük mind az öt évre, növényenként.

A meteorológiai hatásokat a fentiek szerint tehát növényenként és klímakörzetenként vettük figyelembe, aminek eredményeként megkaptuk az öt év meteorológiai hatásoktól nagyrészt függetlenített várható hozamokat, táblánként. Evvel nőtt az átlagos évtípusra vonatkoztatható talajbonitációs vizsgálatokhoz használható mintaszám, valamint a bonitációs tényezők értékelésének megbízhatósága is. Az optimális év és a szuboptimális év meghatározásakor úgy jártunk el, hogy az adatbázisból növényenként kiválasztottuk azoknak az éveknek az adatait, amik az adott növények szempontjából kiemelkedően jó, vagy rossz terméseket eredményeztek, és a további vizsgálatokat ezen évek adataival végeztük. Ezt a megoldást igazolta, hogy az adatbázis időszora hosszú időtávlati összevetésben is tartalmazott kiugróan jó, illetve rossz éveket is. (Melléklet 4. ábra). Búza szempontjából ezek az 1988 (optimális) és 1986 (szuboptimális) évek, kukorica esetében az 1985 (optimális) és 1988 (szuboptimális) évek voltak. Megjegyzendő, hogy a növények termés-optimumának évekbeli különbözősége szintén bizonyította a növényenkénti értékelés fontosságát.

Azon kívül, hogy a talajbonitációs munkákhoz első lépésben szükség volt a klimatikus hatások bemutatott módszerrel történő kiszűrésére, a klíma hatását a földminősítési szempontú parametrizálással is ki kellett fejezni. Ennek hátterét a klimatikus agrárpotenciál főbb zónáinak földrajzi elkülönülése adta (Melléklet 2. és 3. ábra), magyarázatát pedig az, hogy a hasonló talajok termékenysége (amit a klimatikus hatások semlegesítése után számolhatunk) az ország különböző részein eltérőek, a helyi klíma-hatásokból következően. Az értékelési adatbázis adatainak főbb gazdasági növényeink klímaigénye szempontjából elhatárolt klímaföldrajzi tájak szerinti rendszerezésekor Szász (1999) felosztását követtük. A földminősítési vizsgálatokat tehát a növénytermesztési lehetőségek klimatikus tényezőit elhatároló, klimatikus agrárpotenciál térképeken elkülönített zónák szerint folytattuk. Ennek segítségével a hasonló talajféleségek produkciós potenciálját klímazónánként fejeztük ki.

A klimatikus hatások számszerűsítésének módját a fentiek alapján úgy foglalhatjuk össze, hogy azok a földminősítési rendszerben indirekt módon kerültek érvényesítésre, mégpedig a különböző agrometeorológiai körzetekre jellemző, de az adott terület talaj-, domborzati- és hidrológiai viszonyaitól függő hozamreakciókon keresztül, a szélsőséges és várható klimatikus hatásoknak megfelelően. A földminőség meteorológiai determinánsait a magyarországi klimatikus agrárpotenciált tükröző nagytájak szerint vettük figyelembe. Ezek a viszonyszámok a meteorológiai körzetek és főbb gazdasági növények szerint jellemzik a klimatikus szempontból várható hozamkülönbségeket.

3.5 A talajok vízgazdálkodásának hatása a produkciós potenciálra

A talaj termékenységében kiemelkedő szerepe van a talaj vízgazdálkodásának. A talajban a víz, mint oldószer, mint reagens, és mint szállító közeg játszik szerepet. A talajok

termékenységet gátló tényezők többsége a talajok vízháztartásához kötődik (Szabolcs és Várallyay, 1978.). Az is számszerűen bizonyított ismeret (Várallyay, 1981; Makó et al., 2007a,b; Tóth, 2000), hogy az eltérő tulajdonságú talajok azonos vízutánpótlás (csapadékviszonyok) mellett mutatott termékenysége eltérő. Jogosan fogalmazódott meg tehát az igény, hogy a talajok produkciós képességének értékelési rendszerébe alapelemként épüljön be a talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak figyelembevétele.

A talajtulajdonságok alapvetően a talajnedvesség energiaállapotán, a talaj-nedvesség mozgásán (és szikes talajok esetében a talajnedvesség kémiai összetételén) keresztül határozzák meg a talajok vízgazdálkodását. A talajnedvesség energiaállapota azt fejezi ki, hogy a talajban lévő víz mely hányada milyen erők hatása alatt áll, milyen erőkkel kötődik a szilárd fázis elemeihez; más szóval a talajok – jól körülírt körülmények között mérhető – víztartó képességét jelenti. A talajok víztartó képessége telítettség-közel állapottban a térfogattömeggel, vagy az összporozitással mutat szoros kapcsolatot. Kisebb nedvesség tartalom esetén a talajok mikroszerkezete, illetve a mechanikai összetétel határozza meg a visszatartott víz mennyiségét; a legszárazabb körülmények között (a legmagasabb tenziótartományban) pedig a talajok szorpciós tulajdonságait meghatározó szerves (humusz) és szervetlen (agyagásványok, fémoxi-hidroxidok) kolloidjainak mennyisége és minősége döntő a víztartó képesség szempontjából (Rajkai, 1988; Várallyay, 1973).

Megítélésünk szerint tehát a talajok vízgazdálkodási tipizálása adhatja a kellő alapot a produkciós potenciál víz tényezőjének értékeléséhez. Éppen ezért első lépésben a hasonló vízgazdálkodási tulajdonságok csoportjait kellett kialakítani a rendelkezésre álló adatok lehetőségeit figyelembe véve, majd ezt követhette a vízgazdálkodás szerinti produkciós potenciál értékelés. Az alábbiakban ennek a két fő lépésnek részleteit mutatom be.

A talajjellemzők vízgazdálkodási tulajdonságok szerinti rendszerezése

Várallyay és munkatársai 1980-ban dolgozták ki a magyarországi talajok vízgazdálkodási kategóriarendszerét az 1:100.000 méretarányú talajtérképeknek megfelelő részletességgel. Az általuk meghatározott 9 vízgazdálkodási kategóriából az első 5 kategóriába az alábbi paraméterek alapján sorolták a talajokat: (a.) szabadföldi vízkapacitás [VKsz]; (b.) holtvíztartalom [HV]; (c.) hasznosítható vízkészlet [DV]; (d.) a víznyelés sebessége [IR]; (e.) a vízzel telített talaj hidraulikus vezetőképessége [K]. A besorolásban (a.)-(c.) paraméterek a talajok víztartó-képességének, (d.)-(e.) paraméterek pedig a talajok vízvezető-képességének számszerűsítésére szolgálnak. Az első 5 kategória fenti paramétereinek határértékei elsősorban a talajok fizikai féleségével állnak szoros kapcsolatban, ezért a kategóriarendszerben a vízgazdálkodási paraméterek mellett a fizikai féleségre jellemző Arany-féle kötöttségi szám (KA), illetve higroszkóposág (hy1) határértékeket is megadták. A 6. és 7. kategóriára nem adtak meg a víztartó képességgel összefüggő határértékeket, mivel az ide tartozó talajok kedvezőtlen, szélsőséges vízgazdálkodása főként a gyenge folyadékvezető-képességgel magyarázható, ami viszont a szikesedés valamilyen fokára vagy a pszeudoglej képződésre vezethető vissza. A 8. kategóriába a láptalajok, a 9. kategóriába a sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok tartoztak (Várallyay et al., 1980.). A vízgazdálkodási paraméterek meghatározása az MSZ-08.0205-78. szabványban leírt módszerekkel végezhető el. Egy részük – mérési adatok hiányában – egyszerűbben mérhető talajfizikai paraméterekből

számítható, illetve becsülhető (Rajkai, 1988.). A fentiekben ismertetett kategóriarendszer szelvényvariánsok szintjén történő pontosítása is kidolgozásra került (Várallyay et al., 1980.).

1982-ben szintén Várallyay és munkatársai kidolgozták a talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságait, valamint vízháztartását ábrázoló nagy méretarányú (1:10.000) térképezés (FVV) módszertanát. Az FVV térképeken 10 jegyű kódszámmal jellemezték a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait, a 10 jegyű kódszám mögött egy 10 talajparaméterből álló 10 fokozatú kategóriamátrix állt. A vízgazdálkodást definiáló új talajparaméterként megjelent a rendszerben a talajok térfogattömege, a talajvízből történő kapilláris vízutánpótlás, a talajvíz átlagos terep alatti mélysége, illetve egy „rétegváltozás kód”, mely a különböző fizikai féleségű talajszintek egymásra-rétegződéséről ad felvilágosítást (Várallyay, 1982).

A térképezett talajjellemzők alapján történő vízgazdálkodási kategorizálási előzményekre építve a földminősítési munkákhoz kapcsolódóan első lépésben azt tűztük ki célul, hogy a kategóriákat a mért adatok feldolgozásával pontosítsuk, így készítve fel a kategória rendszert a talajprodukciós viszonyok kifejezéséhez történő alkalmazásra.

A célul kitűzött összefüggés-vizsgálatokat a következő két szakaszban végeztük:

- a számítógépes adatbázisokon a növények vízellátásával kapcsolatba hozható talajparaméterek áttekintése, szűrése, ellenőrzése;
- a talajok vízgazdálkodási kategóriarendszerbe történő besorolása (talajtulajdonságegységek kialakítása);

Mivel a földminősítési munkákban használt adatbázisok kevés mért adattal szolgálnak a vízgazdálkodási tulajdonságok parametrizálásához, ezért független számítógépes adatbázisokon (PEGMK és TAKI) statisztikai vizsgálatokat végeztünk a vízgazdálkodási talajparaméterek alapvető (a földminősítési adatbázisban is rendelkezésre álló) talajvizsgálati paramétereiből történő pedotranszfer függvényekkel történő meghatározására (Makó, Várallyay és Tóth, 2003).

Vizsgálataink alapján, Várallyay és munkatársai (1980, 1982) munkáinak felhasználásával, kifejezetten a földminősítő rendszer kialakításához olyan vízgazdálkodási kategóriarendszert építettünk ki, melynek legfőbb eleme a talajok fizikai félesége, a szántóföldi vízkapacitás (VKsz), holtvízérték (HV; pF 4,2), hasznos vagy diszponibilis víz (DV), a talajvíz átlagos mélysége, a kapilláris vízutánpótlás és a talajrétegzettség (Makó, Várallyay és Tóth, 2003). A kategória-rendszer paramétereit és az egyes fokozatokat a Mellékletek 2. táblázata tartalmazza. Várallyay és munkatársai (1980) kategóriarendszeréhez hasonlóan a kategóriába sorolás alapja (a vízgazdálkodási kategória első három kódja) a talajok fizikai félesége és a rétegzettség. Meghatároztuk a talajok altípusa alapján becsülhető talajrétegzettségű változatokat, illetve az AIIR adatbázisban előforduló talajok szerinti fizikai féleség-rétegzettség kódvariánsokat. A Mellékletek 3. táblázata mutatja be a víztartóképességre utaló VKsz, Hv és DV becslő regressziós egyenleteit, illetve az előforduló fokozatkód-variánsokat. A talajvíz felszín alatti mélysége, a talaj fizikai félesége és a rétegzettség kód alapján becsültük a kapilláris vízpótlás sebességeket, illetve ezek kódjait (Melléklet 4. táblázat; Giesel et al., 1972 figyelembe vételével).

Eredményeink alapján Makó és munkatársai (2007a,b) a Talajinformációs és Monitoring rendszer (FM, 1995) adatainak feldolgozásával egészítették ki az egyes talajparaméterek

vízgazdálkodási tulajdonságokra gyakorolt hatásáról meglévő ismereteket és pontosították vízgazdálkodási kategóriák határait (3.5.1 táblázat). A pontosítás alapja (klasszifikációs módszerű csoportbecslési eljárás alkalmazásával) az ismertetett előzményekhez hasonlóan itt is a talajgenetikai információk és talajtani alapvizsgálatok térképi kódjai felhasználásával történő pedotranszfer függvények képzése a talajtérképeken ábrázolt foltok vízgazdálkodási kategóriamátrixnak megfelelő kódszámokkal való jellemzésére.

3.5.1. táblázat. Egyszerűsített vízgazdálkodási kategóriamátrix Makó és munkatársai (2007a,b) alapján

Kód Talajtulajdonság	Kategóriák									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Vízvezető képesség (cm/nap)	-	>10000	1000-10000	100-1000	10-100	1-10	0,1-1	0,1>	-	-
2. Maximális vízkapacitás (pF0) (tf%)	-	<41	41-43,5	43,5-46	46-50	50<	-	-	-	-
3. Szántóföldi vízkapacitás (pF2,5) (tf%)	<18	18-23	23-25	25-27	27-30	30-33	3-36	36-38	38-40	40<
4. Holtvíztartalom (pF4,2) (tf%)	<5	5-9	9-11	11-13	13-17	17-19	19-22	22-24	24-27	27<
5. Higroszkópos nedvességtartalom (pF6,2) (tf%)	<0,8	0,8-1,3	1,3-1,6	1,6-2	2-2,6	2,6-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5>

Az így pontosított eljárás alapján kerültek a vizsgálati adatbázis talaj-adatai vízgazdálkodási kategóriarendszerbe sorolásra (5 számjegyű vízgazdálkodási kategóriakódokkal) és további földminősítési feldolgozásra.

A vízgazdálkodási kategóriák produkciós tulajdonságainak értékelése: a köztes minőség jelző

A talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak és a termékenységi viszonyok közti kapcsolatok vizsgálata során arra kerestünk választ, hogy a talajtulajdonságok (tulajdonságegységek) alapján kialakított vízgazdálkodási kategóriákba sorolt talajváltozatok milyen mértékben képesek a növények vízellátását biztosítani, vagyis milyenek a vízgazdálkodásból következő produkciós jellemzők.

A földminősítési vizsgálatok, majd rendszerépítés szempontjából az alábbi feladataink voltak:

- a vízgazdálkodási kategóriák és a növények termésszintjei közötti összefüggés-vizsgálatok elvégzése
- a vízgazdálkodásban döntő talajtulajdonságok termékenységre gyakorolt hatásának számszerűsítése növényenként, intenzitási szintenként és évtípusonként (viszonyszámok kidolgozása).

Itt tehát már közvetlen földminősítési feladatként, statisztikai módszerekkel vizsgáltuk a vízgazdálkodási kategóriák (kódvariánsok) és a növények termésszintjei közötti összefüggéseket. A munka e fázisában a meteorológiai hatástól fentebb leírtak szerint függetlenített terméseredményekkel dolgoztunk, a nagyobb növénytermesztési klímakörzetek (Szász, 1999) felosztása szerint.

A különböző input intenzitás szerinti értékelés fentebb tárgyalt (3.1.1/e fejezet) igényének megfelelően az adatbázist kettéválasztottuk a nagyobb és kisebb dózisban trágyázott táblák adatai szerint. Intenzív művelésűnek tekintettem az AIIR adatbázis azon tábláit, amik legalább 125kg hatóanyagú nitrogén és 30 kg hatóanyagú foszfor műtrágyát kaptak. A további vizsgálatokat az intenzíven és extenzíven trágyázott táblák adataival végeztük.

Búza jelzőnövényvel folytatott vizsgálataim során azt tapasztaltuk, hogy a vízgazdálkodási kategóriák szerint csoportosított talajok terméshozamai különböznek. Az adatok Variancia-analízise azt igazolta, hogy az összes talajegységet együttesen figyelembe véve, azok termékenysége között szignifikáns eltérés mutatkozik (3.5.2 táblázat).

3.5.2. táblázat. Különböző vízgazdálkodási kategóriákba sorolt talajok és terméseredményeik közötti varianciaanalízis eredménye*

		SS	df	MS	F	szig. szint
korrigált termés	csoportok között	249115.8	23	10831.1	60.37	.000
	csoporton belül	3950524.7	22021	179.3		
	összes	4199640.5	22044			

* Búza jelzőnövényvel, meteorológiai hatással korrigált terméseredményekkel ($100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) számolva. A búzatermesztési klímaföldrajzi III. nagytáj (Szász, 1999) talajaira. Azon vízgazdálkodási típusokra, amelyek a nagytájban legalább 1%-os területi reprezentáltságúak (a 3. klímaföldrajzi nagytájban összesen 85 féle vízgazdálkodási kategóriájú talajváltozat fordul elő, ebből 24 féle területe haladja meg a nagytáj összterületének 1%-át)

A különböző vízgazdálkodású talajokat növényprodukciónak szerint egyesével összehasonlítva szintén arra az eredményre jutottunk, hogy azok az esetek túlnyomó részében eltérő produktivitást mutatnak (Melléklet 5. táblázat). Ezek az eredmények azt igazolták, hogy a földminősítési rendszert érdemes a talajok vízgazdálkodására alapozva kidolgozni.

Az alábbi, 3.5.3. táblázat értékeiből az is leolvasható, hogy az eltérő vízgazdálkodású talajok várható relatív produkciója növényenként eltérő lehet. Ez a tény újabb bizonyítékként szolgált a növényenként elkülönítetten folytatott földminősítési eljárás helyességéhez.

A földminősítési parametrizálási eljárást tehát a vízgazdálkodási kategóriákban csoportosított talajféleségekkel kezdtük meg, vagyis a vízgazdálkodási kategóriákra dolgoztuk

ki a növényenként érvényes átlagos földminőségi viszonszámot: az úgynevezett köztes minőségjelzőt.

3.5.3. táblázat. Különböző vízgazdálkodási kategóriák produktivitási sorrendje búza és kukorica esetében*

Vízgazdálkodási kategória kódja (3.5.1 táblázat alapján)	Búza produktivitási sor	Kukorica produktivitási sor	Búza korrigált terméseredmények** (n= vizsgált táblák száma)	Kukorica korrigált terméseredmények** (n= vizsgált táblák száma)
22110	1	2	48.7042 (330)	59.6365 (159)
65865	2	3	56.3871 (375)	62.202 (54)
65888	3	1	57.433 (636)	53.0143 (37)
53765	4	10	57.6538 (876)	72.483 (124)
33332	5	9	57.6893 (329)	72.2742 (203)
75999	6	4	57.9335 (909)	65.2546 (76)
64888	7	5	58.4405 (746)	67.163 (69)
43444	8	14	58.6344 (137)	76.0599 (53)
33432	9	13	58.9842 (755)	75.6414 (322)
53555	10	8	61.0599 (114)	72.1899 (93)
64886	11	12	61.0677 (523)	74.358 (59)
43544	12	11	61.1634 (473)	74.2532 (268)
43645	13	15	62.0669 (555)	79.358 (253)
53564	14	7	64.0164 (286)	71.7144 (108)
54665	15	6	65.0828 (189)	69.9972 (126)
53665	16	16	65.1512 (1589)	82.0179 (1051)

* A Szász-féle (Szász, 1999) búzatermesztési klímaföldrajzi III. nagytáj és a kukoricatermesztési klímaföldrajzi IV. nagytáj együttes fedvényében található azon vízgazdálkodási típusokra, amelyek az érintett régióban legalább 1%-os területi reprezentáltságúak. ** Meteorológiai hatásoktól függetlenített t/ha hozamokból képzett várható terméseredmények. Képzésük a 3.4 fejezetben leírtak szerint.

A „köztes minőségjelző” kifejezést a viszonszám megnevezéséül annak érzékeltetésére alkottuk meg, hogy a vízgazdálkodási kategóriák produkciós viszonyait bemutató index egy olyan dimenzió nélküli viszonszám, ami önmagában nem mutatja meg a földminőséget, csak a földminőség kiszámolásához vezető folyamat egyik fontos, ám köztes terméke.

A köztes minőségjelzőket a többszörösen korrigált és osztályozott adatok feldolgozása alapján képeztük, oly módon, hogy a viszonyszám a csoportok korrigált terméseredményeit tükrözze. Ez a terméseredmény az eredeti adatbázisban 100kg/ha mértékegységgel volt kifejezve, ám a korrekciók és a későbbi átskálázások miatt ezt a dimenziót sem itt, sem a későbbiekben már nem használtuk. A köztes minőségjelző tehát az azonos növénytermesztési klíma régióban elhelyezkedő, azonos vízgazdálkodási kategóriába tartozó talajok növényenként számolt várható produkciót mutató olyan, dimenzió nélküli viszonyszám, ami az országos átlaghoz viszonyítva kerül kifejezésre (3.5.4. táblázat). A későbbi skálázás tetszés szerint elvégezhető.

A gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából a sokfajta skálázási megoldás közül két megközelítés kínálkozik a hazai előzményeket tekintve kézenfekvőnek. Az egyik megközelítés szerint az extenzív viszonyok mellett számolt végső földminősítési viszonyszám 1-100 pont értékhatárok között kerülnek kifejezésre, míg az intenzív termelési viszonyok mellett számolt viszonyszám felső határa nem limitált. Ennek a megoldásnak az előnye, hogy a két viszonyszám együttesen tájékoztatást ad az intenzitás növeléséből adódó földminőség változásra. A másik megközelítés szerint mind az extenzív, mind az intenzív viszonyok között számolt földminőség hasonló (pl. 1-től 100 pontig terjedő) skálán kerül kifejezésre. Ennek a megoldásnak az előnye az intenzív viszonyok melletti földminőség könnyebb értelmezhetősége. A 3.5.4. táblázatban bemutatott köztes minőség viszonyszámok a második megközelítés szellemében, mind az extenzív, mind az intenzív művelésű talajok tekintetében az országos átlagot 50 ponttal jellemző számhoz viszonyítva kerültek meghatározásra.

3.5.4. táblázat. Néhány jellemző vízgazdálkodási kategóriájú talaj köztes minőségjelzői (búza jelzőnövénnel, átlagos évtípus, extenzív és intenzív termelési viszonyok mellett)

Vízgazdálkodási kategória	1. nagytáj		2. nagytáj		3. nagytáj		4. nagytáj	
	extenzív	intenzív	extenzív	intenzív	extenzív	intenzív	extenzív	intenzív
22110	-	-	44	45	41	43	49	47
53555	42	41	45	46	54	51	58	56
53665	44	44	48	47	59	56	59	56
65865	43	45	43	43	50	49	63	57
75999	40	41	42	43	48	49	53	52

Nagytáj – az adott növény szempontjából hasonló klímapotenciálú meteorológiai körzetek Szász (1999) alapján (lásd: melléklet 2. és 3. ábrák).

A földminősítési folyamatban az adatok statisztikai feldolgozása alapján számolt köztes minőségjelző értékeit az értékelendő talajféleséghez (térbeli feldolgozás esetén a homogén talajfoltokhoz) rendeltük, majd a talajok egyéb tulajdonságai, valamint elhelyezkedésük és művelési sajátosságai alapján tovább korrigáltuk. Ennek a további folyamatnak a lépéseit a 4.1.6-4.1.9 fejezetek ismertetik.

3.6 A talajtulajdonságok (együttes, komplex) hatása a produkciós potenciálra

A fentiekben ismertettem, hogy milyen megközelítést alkalmaztunk a földminőség klimatikus komponensének érvényesítésére, és hogy miként vontuk a földminősítés folyamatába a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait. A talajok produkciós képességét azonban nem csupán a növények számára rendelkezésre álló víz határozza meg, hanem olyan tényezők is, mint a gyökérnövekedés lehetőségei, a talaj levegő mennyisége és összetétele, a sav-bázis tulajdonságok, a szerves és szervesetlen talajalkotók összetétele, szerkezete és mállási jellemzői valamint a talaj hőgazdálkodási tulajdonságai. Mindezek mellett és ezekkel szoros összefüggésben (egy bonyolult szabályozási és visszacsatolási rendszer részeként) a talajbiológiai tulajdonságok szintén fontos szerepet játszanak a talajtermékenység fenntartásában és mennyiségi differenciálásában. A talaj termékenységét befolyásoló tényezők kölcsönhatásának parametrizálása a talajtani és növénytermesztési tudományok kialakulásától kezdve kutatott terület (Tisdale és Nelson, 1966; Flang et al., 1977; Győri, 1984; Debreczeni és Debreczeniné, 1983).

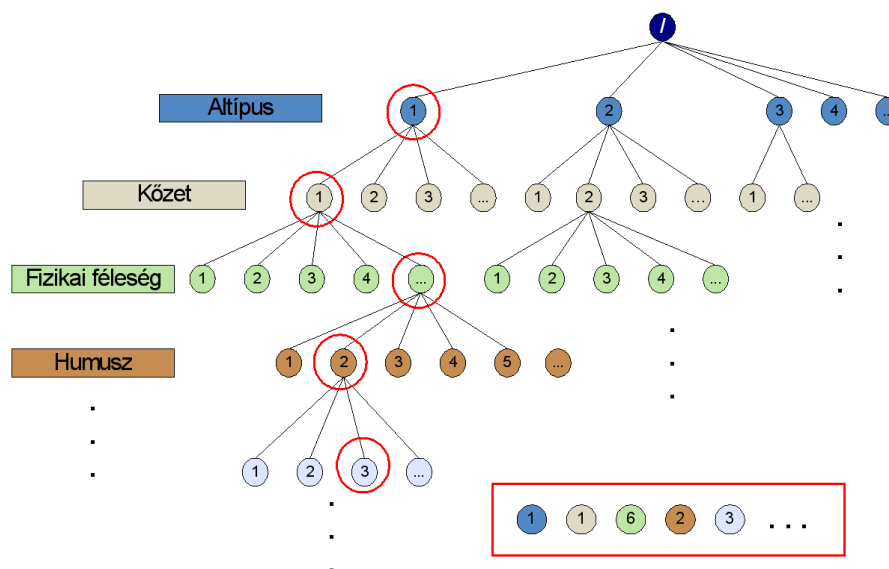
A földminősítési eljárás során, a talajtérképeken rendelkezésre álló tulajdonságok, illetve tulajdonság-együttesek hatását kellett meghatározni, a produkciós potenciálban - a vízgazdálkodási tulajdonságok befolyásolása mellett - betöltött szerepük kifejezésének érdekében.

Némileg egyszerűsítve úgy fogalmazhatok, hogy ebben a munkaszakaszban a talajtérképeken megjelenített tényezők terméshalakításban játszott, nem vízgazdálkodást befolyásoló eredetű, szerepét mértük fel. Természetesen tisztában voltunk avval, hogy a tápanyagfeltáródás, illetve a növény-növekedés egyéb tényezői a vízgazdálkodással szoros kapcsolatban – gyakran avval kölcsönös függésben – álló és lényegileg egymástól nem elválasztható folyamatok, illetve tényezők (Debreczeni és Debreczeniné, 1994). Ugyanakkor úgy ítéltük meg, hogy talajtulajdonság-kombinációk mintegy reprezentálják a növény-növekedés-dinamika ismert vízhozzáférés mellett (vízgazdálkodási kategória, klimatikus évtípus) megjelenő feltételeit. Azt, hogy a talajtulajdonságokat ilyen szempontból bevonva a földminősítési folyamatba tovább szűkíthetjük a kidolgozott viszonyszámok szórás képét, korábbi eredményeink igazolták (Tóth, 2000).

A talajtulajdonságok hatásának talajbonitációs szempontú értékelését a talajgenetikai jegyek összességének, valamint a talajváltozati tulajdonságok hozamképzésben betöltött szerepének vizsgálatával végeztük, növények szerint, évjáratonként és a növények klimatikus igényei szerint egyneműnek tekinthető meteorológiai körzetcsoportokra. A talajbonitáció során a talajjellemzők sorához rendelt korrekciós faktorokkal alapvetően a termékenységre gyakorolt hatást törekszünk kifejezni, a biomassa elsődleges termelését befolyásoló talajtulajdonság-komplexumra alapozva, de érvényesítve a talajtulajdonságok egyedi hatását is. Éppen ezért ezek a korrekciós faktorok mindig egy sor talajtulajdonság jellemzésére szolgálnak (3.6.1. ábra).

A talajminősítési analízis első lépésében a meteorológiai hatástól függetlenített terméseredményekkel végeztem vizsgálatokat, majd az optimális és szuboptimális évjáratok adataival is. Függő változó minden esetben a terméshozam, illetve a különböző szempontból korrigált terméshozam volt. Független változókként a talajtulajdonságok, illetve azok csoportjai szolgáltak. Korábbi kutatásaim szerint a térképeken feltüntetett genetikai

talajféleségek, illetve a talajféleségben integrált komplex tulajdonságok önmagukban is termésdifferenciáló tényezők (Tóth, 2000; Tóth és Máté, 1999). Az országos adatbázissal megismételtem a genetikai altípusok szerinti vizsgálatokat. Statisztikai eljárásként variancia analízist és Tukey-próbát alkalmaztam. Az AIIR adatbázison végzett vizsgálatok szintén igazolták a genetikai jegyek összességével leírt komplex tulajdonság hatását a termésképzésre. A meteorológiai hatásokkal korrigált terméseredményekkel végzett vizsgálatok során azt tapasztaltam, hogy az összes talajegységet együttesen figyelembe véve, azok termékenysége között szignifikáns eltérés mutatkozik (3.6.1. táblázat). Az eredmények láttán megállapíthattam, hogy összességében a genetikai talajféleség is termésdifferenciáló tényező. Azt azonban nem tudtam, hogy az egyes talajtípusokra (ill. altípusokra) mennyire érvényes ez a megállapítás, ezért újabb statisztikai próbát végeztem, ezúttal párosával vizsgálva a talajokat.



3.6.1. ábra. A talajjellemzők sora, a talajbonitációs faktorképzéshez

Hermann és Speiser (2005) nyomán

Tukey-próbát alkalmazva (aminek az eredményeit a Mellékletek 6. táblázata mutatja be) arra a következtetésre jutottam, hogy sokszor még a közeli rokonságban lévő talajtípusok között is eltérés mutatkozhat a hosszú távú átlagtermésben. Ez az eltérés különböző növénykultúrákat vizsgálva még növekedhet is. Ezek az eredmények megítélésem szerint alátámasztják a talajgenetikai osztályozás altípus egységeit is figyelembe vevő talajbonitáció létjogosultságát.

Annak feltárására, hogy a talajtípusok (altípusok) produktivitása a különböző klimatikus évtípusokban milyen tendenciákat mutat, a fenti vizsgálatokat megismételtem a növénytermelés klimatikus feltételei szempontjából optimális és szuboptimális évek adataival is. Vizsgálataim egyértelműen bizonyították, hogy a genetikai altípusok által komplex módon jellemzett talajdinamikai folyamatok az eltérő klimatikus hatásokkal bíró években különböző módon hatnak a termékenység alakulására. Ez a különbség a talajféleségek egymáshoz

viszonyított produktivitásának évenkénti változásában jut kifejezésre (Mellékletek 5. ábra). Az évenkénti hozamok vizsgálatának eredményei megerősítették a meteorológiai évtípusok szerinti földminősítés helyességét.

3.6.1. táblázat. Különböző talaj altípusok és terméseredményeik közötti varianciaanalízis eredménye*

		SS	df	MS	F	Szig. szint
korrigált termés	csoportok között	204829.9	13	15756.1	91.17	.000
	csoporton belül	2939888.4	17012	172.8		
	Összes	3144718.3	17025			

* Búza jelzőnövénnyel, meteorológiai hatással korrigált terméseredményekkel számolva. A búzatermesztési klímaföldrajzi III. nagytáj (Szász 1999) talajaira. (Az ország azon legerősebb talaj altípusaira, amelyek a nagytájban is értékelhető nagyságú területen fordulnak elő)

A fentiek alapján, a pontosabb viszonyszámok meghatározása érdekében a genetikai talajféleséget, mint talajjellemzőt szintén bevontuk a földminősítési folyamatba. Ezt oly módon tettük, hogy a tudományos talajosztályozás altípus szintjei szerint osztottuk fel az adatbázist, és altípusonként végeztünk a talajtulajdonság-együttesekkel a vizsgálatokat (3.6.1. ábra).

Bár a statisztikai vizsgálatok szerint a genetikai talajféleség is termésdifferenciáló tényező, hangsúlyozni kell, hogy csupán ezt ismerve nem lehet biztonsággal megítélni az altípushoz tartozó talajváltozatok termékenységének mértékét.

A statisztikailag elkülöníthető produktivitású talajtulajdonság együttesek növényprodukción befolyásoló hatásának értékelésére ezért oly módon képeztünk viszonyszámokat, hogy a növényenkénti klímatajuk átlagos termékenységű talajához viszonyítottuk a vizsgált talajváltozat termékenységét (1. sz. egyenlet).

$$f_{Ti} = \frac{P_{Ti}}{\sum_{Ti \rightarrow Tn} \bar{P}} \quad 1. \text{ sz. egyenlet}$$

Ahol f_{Ti} az adott talajtulajdonság-kombinációra, klímakörzetre és növényre érvényes viszonyszám.

P_{Ti} az adott talajváltozat, adott növényre számolt átlagos korrigált terméseredménye.

$\sum_{Ti \rightarrow Tn} \bar{P}$ az adott klímakörzetben előforduló összes talajféleség adott növényre számolt korrigált hozamának átlaga.

Az adott talajtulajdonság kombinációra érvényes viszonyszámot a későbbiekben bonitációs faktoroknak neveztük.

A 3.6.2. táblázat bemutatja az agyagbemosódásos barna erdőtalaj néhány kiválasztott változatára érvényes talajbonitációs faktorokat.

3.6.2. táblázat. Talajbonitációs faktortáblázat, a búzatermő képesség értékeléséhez
II. búzatermesztési nagytáj, átlagos évtípus, agyagbemosódásos barna erdőtalaj (ABET; 112)

Talajjellemző	Talajjellemző kódja*				
talajtípus/altípus	112	112	112	112	112
talajképző kőzet	11	11	11	11	11
fizikai féleség	4	4	4	4	4
humuszos réteg vastagsága	3	3	3	3	3
Humusztartalom	4	4	4	4	4
felső réteg kémhatása	3	3	3	3	4
CaCO ₃ megjelenési mélysége	1	1	1	1	1
CaCO ₃ tartalom	1	1	1	1	1
hidrolitos aciditás (y ₁)	3	3	3	3	3
vissza-meszeződés	1	1	1	1	1
eltemetett réteg	1	1	1	1	1
kő és kavics-tartalom	1	2	1	1	1
termőréteg vastagsága	3	3	3	4	4
talajhiba vastagsága	1	1	1	1	1
talajbonitációs faktor	1.12	1.11	1.11	1.13	1.14

*A talajtérképi útmutató (Baranyai, 1988) szerinti kódok.

Az így számolt talajbonitációs faktorról szorozva módosítottuk a talajtérképeken elkülöníthető talajféleségek köztes minőségjelző számait a talajbonítás kifejezéséhez.

A földminőség pontos megállapításához azonban szükséges volt figyelembe venni a talajok tápanyag-ellátottságát, térbeli elhelyezkedését (a domborzat módosító hatását) és a növénytermesztési jellemzőkből származó módosító hatásokat is. Ezt a további faktorképezések során tettük meg (3.7 - 3.9 fejezetek).

3.7 A talajok tápanyag ellátottságának hatása a produkciós potenciálra

A produkciós képesség nem csupán azoktól a viszonylag állandó talajtulajdonságoktól függ, amelyek általában a hagyományos talajtérképeken is szerepelnek, hanem azoktól az időben gyorsabban változó tulajdonságoktól is, amik korábban nem voltak talajtérképeken regisztrálva. Ezek elsősorban a talajok tápanyag-ellátottsági tulajdonságai. A produkciós képesség tehát csak részben a talajtulajdonságok és a meteorológiai viszonyok függvénye, másrészt viszont – hasonló fontossággal – a tápanyag-ellátottságban kifejezésre jutó tápanyaggazdálkodás (és más agrotechnikai tényezők) eredménye is, ezért a talajbonitáció során szükséges a tápanyaggazdálkodási (és más agrotechnikai) tényezők hatását is számba venni, illetve kifejezni. Mivel feltételezhetjük, hogy azok a gazdaságok, amelyek

kiegyensúlyozott tápanyaggazdálkodást folytatnak, az agrotechnika egyéb elemeiben is megfelelő szintet képviselnek, ezért a tápanyag-ellátottságot mintegy az agrotechnikai színvonalat tükröző jellemzőnek is tekinthetjük. Mindazonáltal a közvetlen összefüggések feltárásának a híján, jelen kutatásunkban és a földminősítés új rendszerének kidolgozása során az agrotechnika tényezői közül jelenleg kizárólag a tápanyag-gazdálkodást értékelhettem, mégpedig azt is a talajok tápanyagellátottsága hatásának értékelésén keresztül.

A tápanyagellátottság hatását a három legfontosabb makroelemre, nitrogénre, foszforra és káliumra tekintettel értékeltük, olyan módon, ami az ismeretek és adatbázisok bővülésével mintát adhat az egyéb tápelemek hatásának értékelésére is.

Az eltérő tápanyagszintek hatásának értékelésekor a trágyázási kutatások (Debreczeni és Debreczeniné, 1994; Kovács és Csathó, 2005) nyomán kidolgozott szaktanácsadási rendszerek elméleti alapjából indultunk ki (Antal et al., 1987; Csathó et al., 2005; Debreczeniné et al., 1999; Németh, 2005). Ennek megfelelően a különböző szántóföldi termőhelyek (Antal et al., 1987) egyes ellátottsági kategóriák szerinti értékelését végeztük el. A termőhelyeket és a termőhelyek tápanyagellátottsági viszonyainak csoportosítását a MÉM NAK módszere alapján végeztük el.

A csoportosítás első lépéseként az AIIR adatbázisban szereplő talajokat, azok genetikus talajosztályozás típus, altípus egységei alapján, illetőleg néhány egyéb meghatározó talajtulajdonság alapján osztottuk a megfelelő szántóföldi termőhelyi típusokba (Melléklet 7. táblázat).

Második lépésben a táblák tápanyagvizsgálati eredményei, termőhelye és egyéb tulajdonságok (KA; CaCO_3 ; pH értékek) alapján, a MÉM NAK által megállapított határértékek szerinti 6 ellátottsági kategóriába osztottuk a tápanyagokra vonatkozó adatokat. (1-igen gyenge; 2-gyenge; 3-közepes; 4-megfelelő; 5- jó; 6-sok) (Lásd: Melléklet 8.abc táblázatok)

Az így kialakított termőhelyi csoportokkal illetve tápanyagellátottsági kategóriákkal végeztük a további vizsgálatokat a tápanyaghatás számszerűsítésére, búza és kukorica jelzőnövényekkel a következő eljárással:

- I. Termőhelyenként és a 6 eltérő N, P és K ellátottsági szintre (külön-külön) kiszámoltam a várható termés hozamokat.
- II. A 6 ellátottsági szinten várható hozamból termőhelyenként és tápanyagonként kiszámoltam a várható „átlagos” hozamokat. (Ez természetesen különbözhet a termőhely összes táblájának hozamátlagától, hiszen az egyes kategóriákba tartozó esetszámok különbözőek, valamint a kategóriák határai sem feltétlen tükrözik a termések egyenletes várható eloszlását.)
- III. Az adott termőhelyhez és ellátottsági szinthez tartozó várható hozam és az átlagos hozam hányadosa adja a tápanyagellátottság hatását kifejező korrekciós faktort. Ez a faktor jelenti a földminősítés tápanyag tényezőjét.

A II. termőhelybe tartozó talajok, búza produkciót befolyásoló, különböző N, P és K tápanyag-ellátottsági kategóriákhoz tartozó viszonyszámait a 3.7.1./a,b,c táblázatok mutatják be.

3.7.1. táblázat. A földminőség tápanyag tényezőjét kifejező szorzó tényezők
(Hermann és Tóth 2011 alapján)

a) A nitrogén ellátottsági kategóriákhoz tartozó tápanyag faktorszámok, a különböző évtípusokban, búza jelzőnövényre

Nitrogén ellátottság	Tápanyag faktorszámok		
	optimális évjárat	átlagos évjárat	szuboptimális évjárat
1. (igen gyenge)	0.90	0.93	0.86
2. (gyenge)	0.96	1.00	0.96
3. (közepes)	1.03	1.02	1.02
4. (megfelelő)	1.05	1.03	1.08
5. (jó)	1.04	1.01	1.06
6. (sok)	1.02	1.00	1.02

b) A foszfor ellátottsági kategóriákhoz tartozó tápanyag faktorszámok, a különböző évtípusokban, búza jelzőnövényre

Foszfor ellátottság	Tápanyag faktorszámok		
	optimális évjárat	átlagos évjárat	szuboptimális évjárat
1. (igen gyenge)	0.95	0.80	0.94
2. (gyenge)	1.00	0.98	0.98
3. (közepes)	1.01	1.02	1.01
4. (megfelelő)	1.01	1.03	1.03
5. (jó)	1.03	1.04	1.03
6. (sok)	1.00	1.01	1.02

c) A kálium ellátottsági kategóriákhoz tartozó tápanyag faktorszámok, a különböző évtípusokban, búza jelzőnövényre

Kálium ellátottság	Tápanyag faktorszámok		
	optimális évjárat	átlagos évjárat	szuboptimális évjárat
1. (igen gyenge)	0.94	0.96	0.92
2. (gyenge)	0.96	0.99	0.95
3. (közepes)	1.01	1.01	0.98
4. (megfelelő)	1.03	1.02	1.03
5. (jó)	1.03	1.02	1.07
6. (sok)	1.04	1.00	1.05

Az ismertett eljárással növényenként és évjáratípusonként számszerűsíthetővé vált a földminőség tápanyag tényezője. Az így kapott viszonyszámokkal szorozva módosítottuk a talajtérképeken elkülöníthető talajféleségek köztes minőségjelző számai és talajbonitációs faktorai révén képzett talajbonitációs indexet, és kaptunk az újabb pontosítással megbízhatóbb talajértékszámot.

Ahhoz, hogy ez a viszonyszám tovább pontosítható legyen, a domborzati elemek és növénytermesztési eljárások hatását is figyelembe kellett venni. Ezen hatások értékelésének eljárását a 3.8 és a 3.9 fejezetekben mutatom be.

3.8 A termőhely értékelés domborzati tényezője

A domborzat összetett módon fejt ki hatását a talajok produktivására. Egyrészt a lefolyásviszonyokon keresztül határozza meg a felszínre jutó csapadék útját, így a talajok vízgazdálkodásának külső (input-oldali) szabályozója, másrészt a mikroklimatikus tényezők szempontjából fontos tényező, mivel a domborzat határozza meg a talajfelszín tájolását így a talaj és a növények számára hasznosítható fény és hőenergia mennyiségét és időbeni eloszlását. A növényzetnek tehát a vízutánpótlás és a napsugarak hatása miatt sem közömbös, hogy a felszín milyen lejtésű és a lejtők milyen irányúak. Ebből kifolyólag a domborzat földminőségben játszott szerepének figyelembe vételéhez szükség van a minősíteni kívánt földrészlet kitettségi és meredekségi viszonyainak ismeretére és a produkció alakításában betöltött szerepének számszerűsítésére.

A kitettség és meredekség növényprodukción befolyásoló értékelését a külföldi szakirodalom a talajfolyamatokkal összefüggésben is vizsgálja (Gessler et al., 2000; Speight, 1968). Itthon szintén többen is kifejezték a domborzat növényprodukcóra gyakorolt hatását (Péter, 2002). Németh és munkatársai (2003) súlytényezőt határoztak meg a lejtőkategória és kitettség adatok osztályozásával az aszály kialakulásában játszott szerepük szerint. A tudományos kutatási eredmények mellett a földminősítési korábbi hivatalos eljárásában is alkalmaztak domborzati korrekciós viszonyszámokat (Magyar Közlöny, 1986).

Az előzményekre tekintettel a földminősítési eljáráshoz nem dolgoztunk ki új domborzati korrekciós táblázatot, hanem a meglévő adatokat használtuk föl a korrekció képzésére. A korrekció képzés során a lejtőszög és a kitettség kombinált korrekciós tényezőjét alkalmaztam. Ebben a megközelítésben a növényprodukción szempontjából legjobb természetesen a sík felszín, azért az kapja a maximális értékszámot. Attól eltérően a lejtőszög nagyságával párhuzamosan csökken a korrekciós együtthatók értéke. Csökken a lejtés irányától függően is, mivel a napsugaraknak kitett déli lejtők sokkal kedvezőbb hatásúak a növényzetre, azok termelésére, mint az északra néző lejtők. Így a korrekciót egyrészt a lejtőszög nagysága, másrészt a lejtő iránya szabja meg. Pl. az 5°-os déli-délnyugati irányú lejtőnél a korrekció kisebb mértékű a hasonló lejtésű, de északi irányú lejtő esetében. Az adatok kiértékelése alapján azt mondhatom, hogy a lejtő meredeksége akár több mint 20%-al is módosíthatja a produkciós potenciált valamint megközelítőleg 10%-os értékkülönbség is lehet a lejtőkitettség (expozíció) szerint a termőhely értékelésben. A korrekciós faktorokra a 3.8.1. táblázat hoz példát.

3.8.1. táblázat. Kitettség és lejtőkategória faktorok

Lejtő %	D,DNY	DK,NY	ÉNY,K	ÉK	É
8	1.14	1.12	1.12	1.11	1.10

Az egyes talajfoltok domborzati jellemzői alapján képzett viszonyszámokkal módosítottuk a korábbi eljárás során számolt földminőségi pontokat. Érdemes megjegyezni, hogy a digitális domborzati modellekkel és a térinformatikai analízis és megjelenítés lehetőségeinek rohamos bővülésével a közeljövőben lehetőség nyílhat a térfelszín produkciós potenciálban játszott szerepének pontosítására. Ezt a vízgazdálkodási tényezőkkel integrált további elemzések is elősegíthetik.

3.9 Az elővetemény hatása a produkciós potenciálra

A talaj produkciós képességének kialakulásában, fenntartásában és változásában jelentős szerepet kap a növényállomány, amely fiziológiai és morfológiai tulajdonságain keresztül közvetlenül, míg a talajban visszamaradt rezidumaik által közvetetten hat a termékenységre. A produkciós képesség befolyásolásának a növénytermesztés kezdeteitől fontos tényezője volt a különböző haszonnövények egymást váltó termesztése. A vetésváltás segít a talajszerkezet, ezen keresztül a vízgazdálkodási tulajdonságok megőrzésében javításában, valamint hozzájárul a tápanyagforrások növeléséhez, mobilizálásához és segít az integrált növényvédelem feladatainak végrehajtásában is (Kismányoky és Tóth, 1997). A helyes növényi sorrend megválasztásával fenntartható, esetenként fokozható a talajok produkciós képessége (Nemes, 1971; Tisdale és Nelson, 1966; Ferts, 1955).

Az elővetemény hatását a mezőgazdasági haszonnövények produkciójára Tóth Z. et al., (2007) munkája ismerteti részletesen. A szerzők az elővetemény utónövények terméshozamaira gyakorolt hatását 17 elővetemény és 20 utónövény vonatkozásában részletesen, összesen 335 viszonyszámmal jellemzik is (lásd: Mellékletek 9. táblázat).

A hazai viszonylatban a szántóföldi vetésterület szinte egészét (>99%) reprezentáló elővetemény/utónövény kombinációkra képzett viszonyszámok megítélésünk szerint jól alkalmazhatók a magyarországi szántók földminőségének megállapítása során, így a szerzők által táblázatban közölt korrekciós faktorokat illesztettük utolsó modulként a földminősítési modellhez.

Az elővetemény hatásának figyelembe vételével teljessé vált a földminősítési eljárás (3.2.3. ábra), amellyel Magyarország szántóinak produkciós viszonyai különböző növények, eltérő klimatikus évjáratok, és különböző intenzitású művelés (trágyázás) szerint is értékelhetők, és amivel a szántók egymáshoz viszonyított minősége egységes rendszerben és skálán kerülhet kifejezésre.

4. Áttekintő térkép az Európai Unió szántóinak minőségéről

A talajok ökoszisztéma szolgáltatásainak kontinentális léptékű felmérése során a legfontosabb talajfunkciók közül első lépésben a talajok produktivitásának értékelését végeztük el a Közös Kutatóintézetben (Tóth 2012; Tóth et al., 2013). A térképek (Soil biomass productivity maps of the European Union, SoilProd) a három legfontosabb művelési ágra (szántó, gyepterő, erdő) készültek el. Az alábbiakban ezek közül a szántóföldek minőségét ábrázoló térképet mutatjuk be. A térkép a kontinensen belül mutatkozó, öntözés nélküli általános produktivitási viszonyokról ad számot, nem volt célja egyes növények, vagy klímaszcenáriók szerinti minősítés. Az európai földminősítési vizsgálatok tehát a magyarországi földminősítési munkáknál kevésbé részletes eredményeket céloztak. Az elkészített első európai áttekintő földminőségi térkép mégis hasznos kiindulási pontját jelenti további vizsgálatoknak, elemzéseknek.

4.1 Felhasznált adatbázisok

Míg a hazai földminősítési kutatásokat idősoros hozamvizsgálatokra alapozva tudtuk végezni, az Európai Unió (EU) egészére ilyen részletességű adatsor nem állt rendelkezésre. Ezért az EU földminősítési munkáit szakértői rendszer alapján, iteratív validációs eljárással dolgoztuk ki. Az értékelési adatbázishoz klíma, talaj és domborzati adatokat használtunk, míg a validációs adatbázist távérzékelési adatokból származtatott produktivitás indikátorokkal képeztük.

Talajadatok

Az Európai talajadatbázis (ESDB v2.0; EC 2004) részét képező digitális talajtérkép, az úgynevezett „Eurázsia 1:1.000.000 léptékű talajföldrajzi adatbázisa” (Soil Geographical Database of Eurasia at scale 1:1,000,000; SGDBE) szolgáltatja a talajtani adatokat. Az SGDBE olyan, kontinentális léptékben eredeti (de jórészt nemzeti térképekből szerkesztett) térképi adatbázis, ami talajegységek és egyéb jellemzők szerint is teljes fedvényt ad a földrajzi Európára. Az SGDBE térképi foltjainak, vagy azonos jellemzőjű több foltjának, az ún. talajtérképezési egységeknek (soil mapping unit; SMU) tulajdonságait a talajtipológiai egységek (soil typological unit; STU) írják le (Tóth 2013). A talajtipológiai egység az adott talaj rendszertani besorolása és néhány főbb tulajdonsága, például a fizikai féleség, kövesség, vízgazdálkodás, valamint a jellemző földhasználat és térbeli elhelyezkedés által, az ezeket jellemző kódsorokkal egyedileg definiált.

Szintén az ESDB részét képezi a szintén felhasznált Pedotranszfer szabályok gyűjteménye (Pedotransfer Rules Database; PTRDB). A PTRDB olyan szakértői szabályrendszer, ami kvalitatív jellemzését adja a közvetlenül nem térképezett, de az SGDBE adatai, és meteorológiai adatbázisok alapján becsülhető talajtulajdonságoknak. A PTRDB szabályai és az SGDBE adatai alapján generált raszteres térképek az európai talajadatbázis részét képezik.

Földhasználati adatok

A földminősítés során az SGDBE adatai között szereplő földhasználati információkat használtuk. Az SGDBE minden tipológiai egysége – ezáltal térképezési egysége is – tartalmazza az ott jellemző domináns és másodlagos művelési ágát. A szántó minősítéshez csak azokat az STU-kat vettük figyelembe, aminek a domináns vagy a másodlagos művelési ága szántó volt.

A validációs eljárást csak természetesen csak aa szántóterületekre vonatkoztatva végeztük. A szántók ilyen célú elkülönítéséhez az Európai Űrügynökség által kifejlesztett GLOBCOVER adatbázis (Bicheron et al. 2006) vonatkozó feddvényét használtuk.

A szántóterületek minőségének térképi ábrázolásához azokat a területeket választottuk, amik a 2000. évre vonatkozó CORINE adatbázisban (JRC-EEA 2005) szántó besorolást kaptak.

Klíma adatok

Hartwich et al (2005) klímazóna térképe adta az alapot a klímahatás figyelembevételéhez. A térképen szereplő 35 különböző klímaosztályt 8 nagy csoportba (klímazónába) soroltuk, a növénytermesztésben játszott meghatározó tulajdonságaik alapján. A klímazónák az alábbiak voltak: KZ1- borealis és szubboreális; KZ2- óceáni; KZ3 – szub óceáni; KZ4 – szubkontinentális (északi); KZ5 – szubkontinentális (déli); KZ6 – mediterrán (szemiarid); KZ7- mediterrán (mérsékelt szubóceáni hatással); KZ8 – mérsékelt hegyvidéki. Minősítésünket a 8 csoport talajaira külön-külön végeztük.

Domborzati adatok

A domborzati hatások érvényesítéséhez digitális domborzatmodellt használtunk. A felhasznált domborzati modell a Shuttle Radar Topography Mission (SRTM, Rabus et al 2003) alapján készült, 90 méteres felbontásban.

Validációs adatbázis

A szakértői becsléssel készült földminőség térképek validálásához távérzékeléssel gyűjtött adatokon alapuló biomassza produktivitási indikátorokat használtunk. Az indikátor képzésének módját Tóth et al. (2013) ismerteti részletesen.

4.2 Európai Unió szántóinak földminősítési eljárása

A földminősítési számításokat a térben elkülönített talajfoltokra végeztük, az adott területen érvényesülő klímahatás és domborzati viszonyok figyelembe vételével. A földminősítési modellt öntözés nélküli feltételekre dolgoztuk ki. A hasonló fizikai és kémiai tulajdonságú talajok nagy hozamkülönbségeket mutathatnak az eltérő klímazónákban. Például a kiegyensúlyozott hőmérsékleti és csapadékviszonyokkal rendelkező mérsékelt szubóceáni éghajlat nem csupán a növénytermesztésnek kedvező vízellátást biztosítja, de lebomlási ill. tápanyagfeltárási folyamatok is egész évben hatnak, ezzel szintén jelentősen segítve a magas hozamok elérését. Ezek a folyamatok a semiarid mediterrán és kontinentális klímájú területeken a szárazság ill a hideg miatt jelentős mértékben limitáltak. Míg a szárazabb területeken a talajok jó vízgazdálkodása (kiegyensúlyozott vízvezető- és víztartó képessége) különös jelentőséggel bír, addig csapadékosabb területeken hasonló tulajdonságú talajok termékenysége esetleg már vízfölösleg miatt lehet korlátozott.

Az Európai Unióra érvényes, kontinentális léptékű alkalmazásokhoz ajánlott földminősítési modellt egy átlagosnak tekintett agrotechnikai szint szerinti minősítésre dolgoztuk ki, ami a szántók esetében a klimatikus viszonyokhoz, talajtulajdonságokhoz és az ezek alapján elérhető terméshozamokhoz illeszkedő trágyázási input jellemző figyelembe vételét is magába foglalja. Első lépésben a talajok belső tulajdonságai alapján becsültük klímazónánként a termékenységet, majd szintén a különböző klímazónák szerint korrekciós faktorokat képeztünk a trágyahatás figyelembevételére.

A műveléshatás (trágyahatás) nélkül becsült talajtermékenység számszerűsítéséhez a talajadatbázisban szereplő talajok második szintű osztályozási egységeit és azok talajjellemzőit vettük figyelembe. A második szintű osztályozási egységeket az egyes klímazónán belüli relatív termékenységének megfelelően, minden klímazónában 5-5 talajtermékenységi osztályba soroltuk. Ez a megközelítés egyaránt módot ad a klímahatás érvényesítésére és a talajok termékenység szerinti megkülönböztetésére.

A KZ1-ben 59 különböző talajegység, a KZ2-ben 113, a KZ3-ban 122, KZ4-ben 117, a KZ5-ben 128, a KZ6-ban 96, a KZ7-ben 103, a KZ8-ban pedig 131 található.

A 4.2.1. táblázat hoz példát a talajok ilyen módon történő osztályba sorolására.

4.2.1 táblázat

Példa a klímazóna-alapú termékenység osztályozás referenciatáblázatából (a déli szubkontinentális klímazónában található 128 talajegységből 10 kerül bemutatásra)

Talajtermékenységi osztályok (a talajok belső tulajdonságai szerint; déli szubkontinentális klímazóna)				
V.	IV.	III.	II.	I.
Calcaric Lithosol	Orthic Rendzina	Gleyo-Dystric Luvisol	Albic Luvisol	Haplic Phaeozem
Gleyic Solonchak	Gleyic Podzoluvisol	Dystric Regosol	Chromic Cambisol	Luvic Chernozem

Közben a talajtipológiai egységeket a fel- és altalajukra jellemző szántóföldi vízkapacitás (available water capacity, AWC) alapján szintén osztályokba soroltuk (4.2.2. táblázat) a PTRDB (EC 2003) felhasználásával.

4.2.2 táblázat

Példák a vízkapacitás szerinti osztályozásra

Víztartó képesség osztályok	Szántóföldi vízkapacitás - feltalaj	Szántóföldi vízkapacitás - altalaj	Termőréteg vízzáró réteg megjelenéséig
I.	igen jó	igen jó	mély
	jó	igen jó	mély
II.	közepes	jó	mély
	jó	közepes	mély
III.	közepes	gyenge	mély
	jó	igen gyenge	mély
IV.	jó	igen gyenge	sekély
	közepes	gyenge	sekély

A következő lépésben a 8 klímaosztály és annak 5-5 talajtermékenységi osztálya felhasználásával egy talajminősítési mátrixot készítettünk. A mátrix minden cellájához egy produktivitási viszonyszámot rendeltünk 1-től 8-ig terjedő értékkel (4.2.3. táblázat). A víztartóképeségi osztályok klímazónánként különböző nagyságú, 0,75 és 1 közötti faktorértéket kaptak. Ez utóbbi faktorértékekkel szoroztuk a klímaosztályba tartozó egyes talajok talajminősítési mátrixban szereplő produktivitási viszonyszámát.

4.2.3. táblázat

A talajtermékenységi osztályok produktivitási viszonyyszámai klímazónánként

klímazóna								produktivitási viszonyyszám
KZ1	KZ2	KZ3	KZ4	KZ5	KZ6	KZ7	KZ8	
	I.							8
I.	II.	I.	I.				I.	7
II.	III.	II.	II.		I.	I.	II.	6
III.	IV.	III.	III.	I.	II.	II.	III.	5
IV.	V.	IV.	IV.	II.	III.	III.	IV.	4
V.		V.	V.	III.	IV.	IV.	V.	3
				IV.	V.	V.		2
				V.				1

Az egyes talajok helyét a talajminősítési mátrixban illetve a vízgazdálkodási kategóriákhoz tartozó viszonyyszámokat szakértői becsléssel képeztük, több lépésben.

A szántóföldi intenzív művelés hatásának figyelembe vételéhez a trágyerekciókat számszerűsítő becslő modellt dolgoztunk ki. Ehhez a 8 klímaosztályban szereplő talajokat ezúttal a klímaosztályon belül jellemző trágyareakciójuk alapján osztottuk 5-5 osztályba (4.2.4 táblázat). A 8 klímaosztály és azok 5-5 trágyareakció osztályával itt is értékelési mátrixot készítettünk. A legkisebb trágyareakciójú, vagyis a trágyázás hatására legkevesebb hozamtöbbletet mutató talajokat tartalmazó talaj-klíma csoport 1 pontot, míg a trágyázás hatását legnagyobb hozamtöbbletet honoráló csoport 8 pontot kapott.

Például a szubóceáni klíma alatti Albic Arenosol a trágyázást egyik leginkább megháláló talaj, míg például egy Calcaric Rendzina trágyázásával a mediterrán régióban kevés hozamtöbblet produkálható.

4.2.4 táblázat.

Példa a klímazóna-alapú talajonkénti trágyahatás osztályozás referenciatáblázatából (a déli szubkontinentális klímazónában található 128 talajegységből 10 kerül bemutatásra)

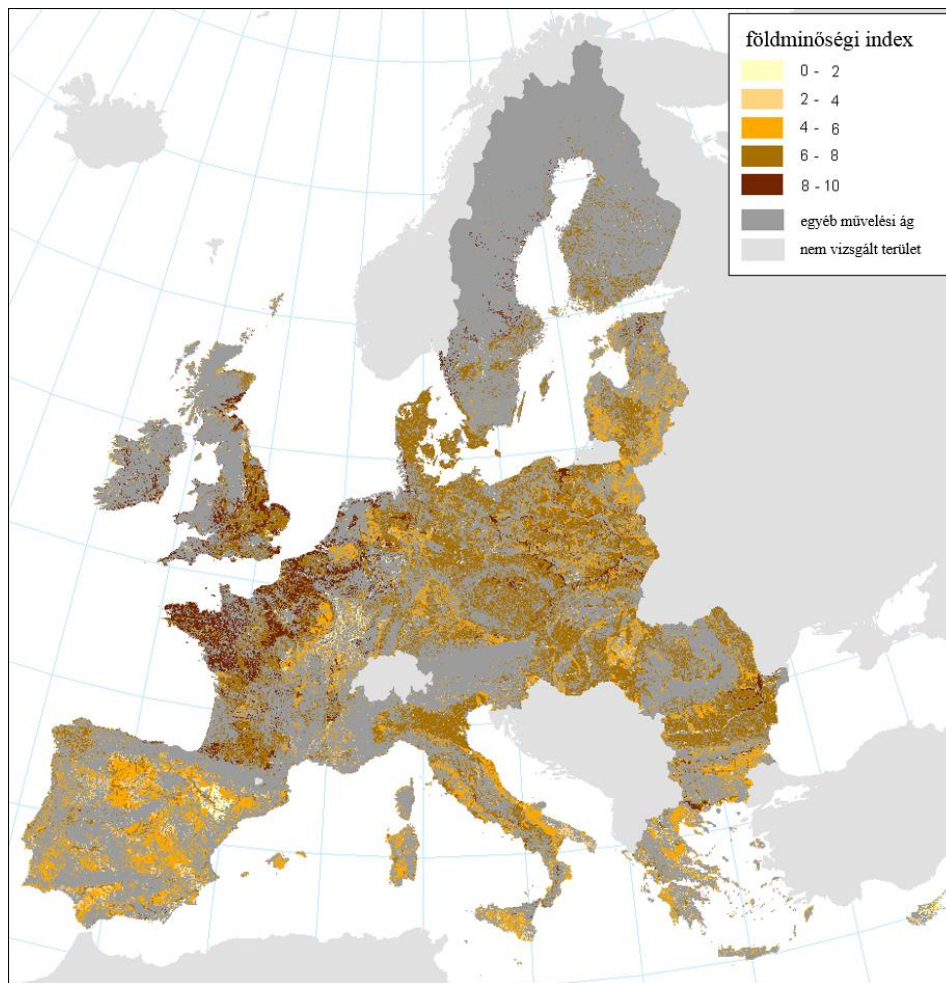
Trágyareakció osztályok (déli szubkontinentális klímazóna)				
V.	IV.	III.	II.	I.
Luvic Ranker	Eutric Gleysol	Calcaric Phaeozem	Albic Luvisol	Dystric Fluvisol
Cambic Rendzina	Chromic Vertisol	Dystric Podzoluvisol	Calcic Cambisol	Calcaric Cambisol

A földminőségi viszonyyszámok képzéséhez a fenti három almodellből származó számértékeket minden, szántó művelési ágú STU-ra aggregáltuk, majd az STU-k SMU-n belüli területi arányának megfelelően súlyozott értékeket az SMU-kra is kiterjesztettük. Az először meghatározott viszonyyszámokat többszöri keresztvalidálással javítottuk. A

validáláshoz az ún. GWR (geographically weighted regression; Brunsdon et al. 1996; Fotheringham et al. 2002) eljárást alkalmaztuk, ahol a validáló adatbázis produktivitási indikátora jelentette a függő változót. Az eljárás végén olyan földminőségi modellt kaptunk ami a kontinentális léptékhez megfelelő mértékben (*adjusted r*²=0.73) írja le az Európai Unió szántóinak térbeli produktivitási viszonyait.

4.3 Európai Unió szántóinak földminőség térképe

A 4.1 és 4.2 fejezetekben bemutatott és Tóth et al (2013) publikációjában részletesen ismertetett adatbázisok és minősítési eljárással készített térkép az 4.3.1. ábrán látható. A térkép elemzésével készült számszerű eredményeket jelen disszertáció 7.2. fejezete értékeli.



4.3.1 ábra Az Európai Unió szántóinak földminősége

5. Komplex talajminősítés és az integrált földminősítés rendszere

5. 1. A komplex talajminősítés és a talajminőség fenntarthatóságának értékelése

Az Európai Unió talajvédelmi stratégiáját támogató talajminősítési kutatásokat folytattunk a talajok fő funkciói szerinti minőségének és degradációs veszélyeztetettségének osztályozására. A kutatások alapján kidolgozott talajminősítési és fenntarthatóság értékelési keretrendszert Tóth és munkatársai (2007b) „A talajminőség és fenntarthatóságának értékelése – Integrált megközelítés az Európai Unió talajjal kapcsolatos politikáinak támogatására” (*Soil Quality and Sustainability Evaluation – An Integrated Approach to Support Soil-Related Policies of the European Union*) című munkája mutatja be. Doktori értekezésemben ennek a keretrendszernek az alapján ismertetem a talajminőség kifejezésének új koncepcióját és a degradációs veszélyeztetettséggel együttes integrált minősítési eljárását. A kidolgozott keretrendszert a gyakorlati megvalósíthatóság szempontjainak figyelembe vételével próbálom hazai alkalmazásban továbbfejleszteni.

5.1.1. A komplex talajminősítés és tényezői

A vonatkozó irodalmi terminológia kritikai feldolgozása után **kifejezetten az EU talajvédelmi stratégiájának a támogatására és az EU talajokkal kapcsolatos jogszabályai közötti összhang megteremtése** valamint a végrehajtásuk elősegítése érdekében olyan talajminőség definíciót fogalmaztam meg, ami a fenntarthatóság követelményeinek megfelelő egységes rendszerbe helyezi a talajminősítés, degradációs veszélyeztetettség és talajhasználat megítélését (Tóth et al., 2007b).

Ebben a rendszerben a talajminőség tényezői az ún. talaj funkciós képesség és a talaj-válasz jellemzők. A két tényezőt az alábbi definíciók írják le:

A talaj funkciós képessége a talajfunkciók ellátásának mértékével jellemzi azon talajfunkciók összességét - számát és összetételét - melyeket a talaj ellát, vagy az adott körülmények között képes ellátni.

A talaj funkciós képessége – a talajfunkciók sokféleségéből adódóan is - különböző skálákon értelmezhető. A legmagasabb szintű mutató az EU Talajvédelmi stratégiájában kiemelt hét talajfunkciót (lásd 1. fejezet) jellemzi. (Természetesen a hét kiemelt talajfunkció tovább osztályozható, így a talaj funkciós képessége is részletesen jellemezhető.) Ugyanakkor az egyes talajfunkciók külön értékelésére is mód van, amint ez pl. a talajbonitáció során történik, ebben az esetben a *talaj speciális funkciós képességéről* beszélünk. A *potenciális talaj-funkciós képesség* a → *talaj-válasz jellemzők* és az egyéb környezeti tényezők ismeretével határozható meg.

A talaj-válasz jellemzők azon talajtulajdonságok, ill. talajtulajdonság-együttesek, amelyek meghatározzák a talajok természeti és emberi hatások által kiváltott reakciójának irányát, mértékét és dinamikáját. A talaj-válasz jellemzők tehát olyan, a talajfolyamatok dinamikáját kifejező indikátorok, amik meghatározzák a talaj funkciós képesség lehetséges mértékét (pl. trágyareakció) valamint a degradációs érzékenységet is (pl. pufferkapacitás).

A fenti két tényező együttesen jellemzi a talaj minőségét:

A talajminőség a definíció szerint annak kifejezője, hogy az adott talaj – a talajfunkciók változó körülmények közötti ellátásával (a külső hatásokra kifejtett lehetséges reakciókkal) – milyen mértékben képes az ökoszisztéma szolgáltatásokat támogatni.

5.1.2 A talajdegradáció értékelésének koncepciója

A talajminőség fenntartásához és növeléséhez elsősorban a degradációs folyamatok érvényre jutását kell megakadályozni. A degradációval szembeni ellenálló képesség tehát a talajok fenntartható használatának egyik legfontosabb tényezője. A földhasználat tágabb szemszögéből nézve pedig a fenntartható földhasználat⁴ talajtényezője. Következésképpen, ha a talajok tartamos használatának lehetőségeit szeretnénk felmérni, akkor a talaj funkciók képességének, ill. a talajminőségnek ismeretén túl ismernünk kell a degradációs folyamatok bekövetkezésének lehetőségét, annak formáját és erősségét is. (A degradáló hatás megjelenésének valószínűsége már a degradációs kockázat témakörét érinti és a kockázat elemzésen keresztül kapcsolódik a fenntartható földhasználat tervezésének témaköréhez. A kockázatelemzés kívül esik a doktori disszertáció témáján, ehelyütt a degradációs veszélyeztetettséggel és a degradáció következményeivel foglalkozom.)

A degradáció lehetőségére és a degradációs esemény erősségére utal a *talaj degradációs veszélyeztetettség* kifejezés, illetve az ezt számszerűsítő mutató. A *talaj degradációs veszélyeztetettség* az időtényező (Δt) figyelembevételével a degradáció mértékét megmutató $\rightarrow$ *kumulatív degradációs hatást* adja. A két fogalom magyarázatára a következő definíciók szolgálnak:

A talaj degradációs veszélyeztetettség a talajromlással kapcsolatban lévő talaj-válasz jellemzők és a külső stressz-tényezők (klíma-hatás, földhasználat) olyan összetett indikátora, amellyel kifejezhető az adott körülmények között bekövetkező degradációs esemény vagy események erőssége. A veszélyeztetettségi mutató tehát a degradációval szembeni érzékenység és a degradációs hatás eredője. A degradációs hatásnak való kitettség időtartamának figyelembe vételével a degradáció mértéke is megállapíthatóvá válik ($\rightarrow$ Kumulatív degradációs hatás).

A kumulatív degradációs hatás a kumulatív stressz valamint a (degradációs folyamatban esetlegesen változó) talaj-válasz jellemzők által befolyásolt degradációs gradiens mentén végbement talajromlási folyamat eredményét kifejező indikátor. A kumulatív degradációs hatás a *talaj degradációs veszélyeztetettségi mutató* kiterjesztése az idő tényezővel.

Kumulatív degradációs hatás a stressz enyhülésével vagy elmúltával, a kedvező talaj-válasz jellemzők kibontakozásával csökkenhet. (Regenerálódásról - „resilience” - akkor beszélünk, ha a leromlás előtti eredeti talajállapot irányába történik változás. A regenerálódási képesség a *talajminőség* fogalmán belül értelmezhető.)

⁴ Tóth (2003) definíciója szerint fenntarthatónak nevezzük azt a földhasználatot “ahol a talajnak, mint erőforrásnak használata sem a talajra magára, sem a környezet egyéb rendszereire nézve semmilyen, ésszerű feltételek mellett helyreállíthatatlan, negatív befolyást nem gyakorol”.

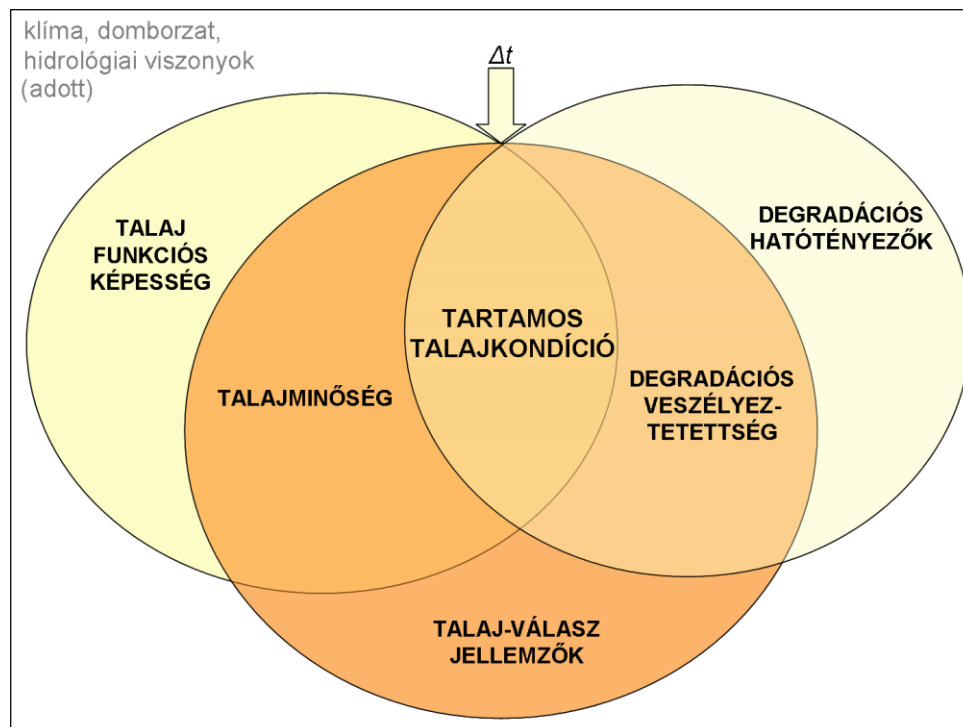
Az EU talajvédelmi stratégiájának kontextusában a tartamos talajkondíció alkalmas indikátornak mutatkozik a talaj funkciók képesség és degradációs stressz hatások együttes értékelésére, a természeti környezet és földhasználat időbeni változásaira is tekintettel. A tartamos talajkondíció értékelése a domborzati, klimatikus és egyéb környezeti tényezők figyelembe vételével ilyen módon jelenti alapját egy integrált földminősítésnek.

A talajminőség tényezőinek és fenntarthatóságának értékelési rendszerét a 5.1.3.1. ábra mutatja be.

5.1.3 A talajminőség fenntarthatóságának értékelése: a tartamos talajkondíció

A fentebb ismertetett megközelítés keretet ad arra, hogy a talajerőforrás minőségének fenntarthatóságát a talajok belső tulajdonságai, a földhasználat és a természeti környezeti hatásokat figyelembe véve egységes rendszerben értékeljük. Ebben a keretrendszerben a talajminőség fenntarthatóságának mutatójaként az ún. tartamos talajkondíciót javaslom, a következő meghatározással:

A tartamos talajkondíció a talajminőség és a rá ható külső tényezők időbeni kölcsönhatásának eredményét kifejező indikátor. A kifejezés tartalmazza a talajtulajdonságok időbeni stabilitását, a talajok belső és külső környezeti interakcióit, utóbbiakon keresztül tehát kapcsolódik a degradációs veszélyeztetettséghez is.



5.1.3.1. ábra. A talajminőség fenntarthatóságának értékelési rendszere

A talajminőség fenntarthatósága (amit a tartamos talajkondícióval fejezünk ki) a talajok funkciók képessége és a külső hatások alapján ítélt meg, figyelembe véve a talajok reagáló képességét és az eltelt időt.

5.2 Szántóföldjeink integrált minősítése a talajerózió figyelembevételével

Figyelembe véve a földminősítés FAO (1976) által publikált és a bevezetőben idézett alapelveit, az előző (4.1) fejezetben bemutatott módszer alapján bármely földminősítési céllal elkészíthető az integrált minősítés. Természetesen a célnak megfelelő adatokból építkezve és részmodellekből összeállítva kerülhet erre sor, minden esetben törekedve a tényezők közötti legjobb arányosság érvényesítésére.

Doktori disszertációmnak nem lehetett célja az integrált földminősítés sokoldalú alkalmazásainak felsorolása és főleg nem az alkalmazásnál követhető eljárások számba vétele (már csak a minősítési célok és eljárások végtelen nagyszámú lehetősége miatt sem). Az integrált földminősítési művelet bemutatására a termőhelyi érték és talajerózió speciális eseteit választottam. Ennek oka: a szántóföldek termőhelyi értékének meghatározása a hazai földminősítési alkalmazások legfontosabbika, míg a talajerózió az egyik legelterjedtebb talajdegradációs folyamat Magyarországon és Európa-szerte (Stefanovits, 2005). Fontos szempont volt a választásnál az is, hogy az elmúlt évek kutatómunkája alapján kidolgozott új földminősítési rendszer (lásd 3. fejezet) megfelelő alapot nyújt az integrált, környezeti szempontokat is érvényesítő alkalmazásokhoz.

A továbbiakban tehát az integrált földminősítés **talajtermékenységre és eróziós talajvesztésre specifikált esetét** mutatom be.

A talajtermékenység szerinti minősítési eljárást a 3. fejezet részleteiben tárgyalja, így jelen fejezetben az integrált alkalmazáshoz szükséges erózió értékelés részleteit ismertetem, majd adok példát a két eljárás egyesítésére az integrált földminősítés keretein belül.

5.2.1 Az eróziós érzékenység megítélése

Az eróziós talajpusztulás megjelenési formáira, környezetalakító szerepére, mennyiségi meghatározásának lehetőségeire és az eróziós területek művelésére vonatkozóan a hazai szakirodalom (Erődi et al., 1965; Kerényi, 1991; László és Rajkai, 2003; Stefanovits, 1975, 1977) teljes körű áttekintést nyújt. Erre a bázisra támaszkodva e helyütt kizárólag az integrált földminősítéshez kapcsolódóan, a degradációs veszélyeztetettség szempontjából, a víz által okozott erózióval foglalkozom.

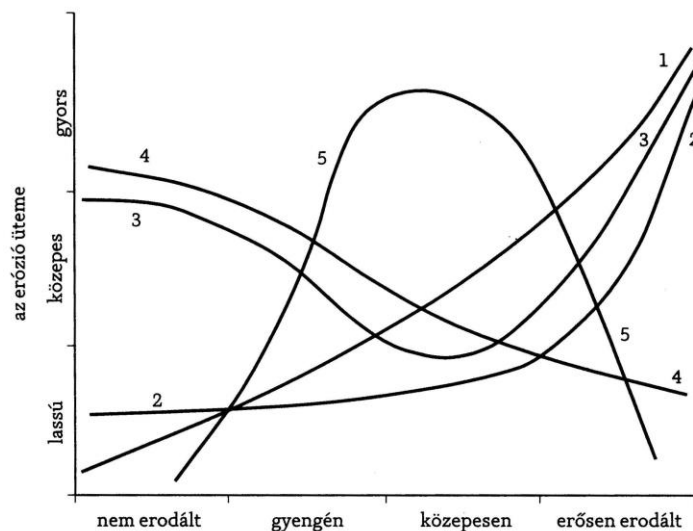
A degradációs veszélyeztetettség – amint azt korábban (az 5.1 fejezetben) ismertettem – a degradációval kapcsolatba hozható talaj-válasz jellemzők és a degradációs hatás eredője. A valamely degradációval szembeni érzékenység az adott degradációval kapcsolatban megmutatkozó talaj-válasz jellemzők összessége, amit az egyes talajtulajdonságok szabnak meg. Ezt módosítják a térbeli elhelyezkedésből adódó egyéb környezeti tulajdonságok. Az eróziós érzékenység szempontjából a legfontosabb talajtulajdonságok a vízgazdálkodás, a

szerkezetesség és szerkezeti elemek stabilitásának jellemzői. Az elhelyezkedés szempontjából elsősorban a domborzati meghatározottság (lejtés) és a klimatikus hatások (csapadék) a fontosak.

A degradációs talaj-válasz jellemzők azok a tulajdonságok, amiket megfelelő indikátorok segítségével fejezhetünk ki. Az erózióval, annak kiváltó okával (tehát a talajra érkező vízzel) összefüggésbe hozható talaj válasz-jellemzők az alábbiak:

- morzsavízállóság (a vízzel szemben tanúsított szerkezeti stabilitás);
- vízbefogadó képesség (a talajra érkező víz befogadási kapacitása);
- víztartó képesség (a különböző nedvesség potenciálokön visszatartani tudott víz mennyisége).

A talajok eróziós érzékenységeinek megítélésére hazánkban és külföldön is számos eljárás létezik (Centeri, 2002; Foster, 1982). Stefanovits és Duck (1964) az erozivitás kifejezésével jellemezte a különböző talajok eróziós érzékenységeinek és így az erózió ütemének változását a talajpusztulás előrehaladtával (5.2.1.1. ábra).



1. csernozjom löszön 2. barnaföld löszön 3. agyagbemosódásos barna erdőtalaj löszön 4. pszeudoglejes barna erdőtalaj agyagon 5. rendzina dolomiton

5.2.1.1. ábra. Erozivitás különböző talajok esetében

(Stefanovits és Duck, 1964)

A nagyméretarányú talajtérképeken megjelenített információkat Makó és Máté (2005) használta az eróziós érzékenyég megítéléséhez, és a szerzőpáros számszerűsítette is a térképezett tulajdonságok és az eróziós érzékenység kapcsolatát. Mivel a földminősítés információbázisa is elsősorban a nagyméretarányú talajtérkép, ezért Makó és Máté (2005)

módszerét alkalmazva szemléltetjük a degradációs érzékenység, valamint a degradációs veszélyeztetettség alkalmazási lehetőségét a földminősítéssel összefüggésben.

A Makó és Máté (2005) abból az ismeretből indult ki, hogy a talajok erózióérzékenysége egyrészt a talajok vízgazdálkodási tulajdonságaitól (víztartó és vízbefogadó képesség), másrészt a talajok szerkezetességétől, illetve a szerkezeti elemek stabilitásától függ. (A szerkezetesség meghatározza a talajrészecskék víz általi elmozdíthatóságát, de befolyásolja a vízgazdálkodási tulajdonságokat is.) Mindkét tulajdonságcsoporthoz elmondható, hogy a földértékelés számára készített nagyméretarányú talajtérképek (genetikus talajtérkép és kartogramjai) nem szolgáltatnak közvetlenül információkat róluk. A térképekről begyűjthető információk alapján (talaj genetikai típusa, a fizikai és kémiai talajtulajdonságok) azonban közvetett módon megbecsülhető mind a talajok vízgazdálkodása, mind a szerkezetessége, és ezek alapján a vizsgált talajokon bekövetkező erózió mértéke és intenzitása. Az összefüggések többtényezősök, és a tényezők közt is szoros a kölcsönhatás.

A talajtérképek által az erózióérzékenységről nyújtott információkat térképi kódokként, tehát a talajtulajdonságokat kategóriáknak figyelembe véve értékelhető az eróziós érzékenység. A talajrendszertani besorolás, a talajok fizikai félesége, a talajok humusztartalma, a talajok mésztartalma és kémhatása valamint a termőréteg vastagsága azok a jellemzők, amik befolyásolják az eróziós tulajdonságokat. Az alábbiakban ezeket a jellemzőket veszem számba, Makó és Máté (2005) beszámolójára alapozva.

A talajrendszertani besorolás

A talajok genetikai típusa, altípusa nemcsak a talajszelvények külső megjelenési formájával, a morfológiai bélyegekkel (szintek elhelyezkedése, színe stb.) mutat szoros kapcsolatot, hanem a talajok fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságait is meghatározza. E tulajdonságokon keresztül viszont közvetve hatással van a talajok vízgazdálkodására és szerkezetességére, illetve végső soron az eróziós veszélyeztetettségére.

A rendszertani besorolással kapcsolatba hozható eróziós érzékenységi fokozatokat a Melléklet 11a. táblázata foglalja össze.

A talajok fizikai félesége

Az erózió mértékét befolyásoló vízgazdálkodási és szerkezetességgel összefüggő tulajdonságokról (szerkezet kifejelettsége, illetve stabilitása) a talajtérképeken a talajok fizikai félesége nyújtja a legtöbb közvetlen információt.

A fizikai talajféleség és az eróziós érzékenység kapcsolatát a Mellékletek 11b. táblázata foglalja össze.

A talajok humusztartalma

A talajok humusztartalma – a szerves talajalkotókkal organominerális komplexumokat képezve – a talajnak tartós szerkezetet ad, amely a víz szétiszapoló, erodáló hatásának jól ellenáll. A humuszanyagok szerkezetstabilizáló hatásukon túl meghatározzák a szerkezeti elemek morfológiáját (alakja, elrendeződése) is – ami viszont a talajok vízgazdálkodása szempontjából fontos. A Ca-humátok által biztosított morzsás talajszerkezet a talaj víznyelő és vízvezető képességét kedvezőbbé teszi. A többi szerkezeti forma viszonylag kedvezőtlen vízgazdálkodást (részecskék szorosabb illeszkedése, rosszabb vízbefogadó képesség) biztosít.

A talajok mésztartalma és kémhatása

A talajok erózióveszélyeztetettsége szempontjából általában az a legkedvezőbb, ha a talajkolloidok felületén adszorbeálódott kationok nagyobb része kalciumból áll. Ez a – meszes talajokra jellemző – tulajdonság biztosítja a Ca-humátok kialakulását, a tartósan morzsás talajszerkezetet. A kalcium ionokkal telített, meszes talajok ezért – ha a humusztartalmuk is megfelelő – a víz erodáló hatásának viszonylag jól ellenállnak. Nem kielégítő humuszállapot esetén azonban – részben a csepperózió hatására – elporosodnak, az elporosodott szemcsék az oldalirányba mozgó vízzel gyorsan és könnyen elmozdulnak, ugyanakkor az elporosodott felső réteg akadályozza a víznyelést, a gravitációs pórusok eltömődését okozza, mindkét módon növelve ezzel az erózió kockázatát.

A mésztelen, savanyú, hidrogén ionokkal telített talajok szerkezete leromlásra hajlamos, morzsavízállékonysága gyenge. A savanyú talajok az eső kezdetén a talajban lévő repedéseken keresztül sok vizet fogadnak be, nyelnek el, ám később az aggregátumok szétiszapolódása és a talajok duzzadása következtében pórusaik eltömődnek, vízbefogadó és vízáteresztő képességük lecsökken. Erózióveszélyeztetettségük a meszes talajokénál lényegesen nagyobb.

A humusz- és mésztartalom eróziós érzékenységre gyakorolt hatását a Mellékletek 11c. táblázata mutatja be.

A talaj termőrétegének vastagsága

A talajok erózióra való hajlamát erősen befolyásolja a termőréteg vastagsága (annak a talajrétegnek a vastagsága, amelynek határáig a növények gyökerei függőleges irányban akadálytalanul terjeszkedhetnek, és azt behálózhatják). Ha a különböző talajhibák (mészkőpados, köves, kavicsos, vaskőfokos, glejes stb.) rétegek a felszínhez közel helyezkednek el, sekély termőrétegről beszélünk.

A termőréteg – aránylag nagy gravitációs pórustere miatt – a lehulló csapadékvíz befogadására képes. A sekély termőrétegű talajok kevesebb, a mély termőrétegűek több vizet fogadnak be, raktároznak el.

Talajvédelmi szempontból fontos a termőréteg alatt fekvő ún. záróréteg minősége is. A laza, kavicsos, kötőrmelékes rétegek víztartó képessége ugyan rossz, ám víznyelő képességük kedvező. Jó drénviszonyaikkal akadályozzák az eróziót kiváltó felületi víz keletkezését. Az erősen tömődött és/vagy agyagos zárórétegek ezzel szemben részben a felületi víz keletkezésének, részben a szelvényen belüli víztorlódásnak (és az ezzel összefüggő suvadási jelenségeknek) lehetnek okozói.

A talajok termőréteg vastagságának és az eróziós érzékenységnek a kapcsolatát a Mellékletek 11d. táblázata foglalja össze.

A fenti tényezők összességének számbavételével tehát lehetőség nyílik a talajok eróziós érzékenységének megítélésére. Az adott helyen jelentkező konkrét veszélyeztetettséget azonban csak a talajtulajdonságok és külső tényezők együttes felmérésével jellemezhetjük. A következő fejezetben a veszélyeztetettség tényezőit tárgyalom.

5.2.2 Az eróziós veszélyeztetettség megítélése

Eróziós veszélyeztetettségéről abban az esetben beszélünk, amennyiben egyik oldalról fennáll a talajérzékenység, másik oldalról az eróziós hatótényezők érvényesülési lehetősége is adott. A veszélyeztetettség mértéke – amennyiben mindkét tényező érvényesül - arányos a két tényező erősségével. Abban az esetben, amennyiben a két tényező bármelyike hiányzik, nem beszélhetünk eróziós fenyegetettségről. Tulajdonságait tekintve hiába érzékeny tehát egy adott talaj az erózióra, ha nincs eróziós hatás. Ebben az esetben az eróziós hatás megjelenésének valószínűsége zérus, tehát veszélyeztetettség sincs. Másrészt esetleg hiába jelennek meg jellemző eróziós hatótényezők, ha a talaj ellenálló. Ugyanakkor az egyes hatótényezők kombinációja (pl. talajművelés és csapadék) nagy valószínűséggel jelent elég erős hatást ahhoz, hogy kiváltsa az eróziót.

A fentiekből következően az érzékenység és a hatás bekövetkezésének a valószínűsége együttesen dönti el a kockázat nagyságát. Az erózió esetében a talaj eróziós érzékenysége és a degradációs hatótényezők alapján számítható az eróziós hatásnak a mértéke. A továbbiakban az erózió bekövetkezési valószínűségével részletesen nem foglalkozom, azt vagy 0-nak (nincs eróziós hatás) vagy 1-nek (eróziós hatás érvényesül) veszem. **Az eróziós hatást az esettanulmányokban az egyszerűség kedvéért konstansként kezelem.**

Degradációs hatótényezők az eróziós veszélyeztetettség leírásához

A talaj vízerózióját kiváltó hatótényezőket négy csoportba oszthatjuk:

- Domborzati és térszerkezeti tényező
- Klimatikus tényező
- A talajfedettség (növényi borítás) tényezője
- Talajművelési és agrotechnikai tényező.

Domborzati és térszerkezeti tényező

A vízfolyást és ezen keresztül a vízeróziót is a domborzati tulajdonságok nagyban befolyásolják, de a domborzaton kívül olyan térszerkezeti tényezők is, mint például az erózióknak kitett területen a lejtő hosszával is szoros kapcsolatot mutató parcella nagyság.

A domborzati elemek közül a lejtők meredekségükkel, hosszúságukkal, alakjukkal (lejtőhajlás tényezőjével) és kitettségükkel hatnak a talajpusztulásra.

Klimatikus tényező

A vízeróziót befolyásoló klimatikus tényezők közül a csapadékviszonyok a legfontosabbak. A csapadékviszonyok között elsősorban az eső hevésségének és tartamának, vagyis a csapadékmennyiségnek van jelentősége a talajpusztulás szempontjából. A talaj felületén lefolyó víz keletkezéséhez – az erózió megindulásához – a csapadék intenzitásának, mennyiségének nagyobbnak kell lenni, mint amit a talaj vízelnyelő képességével befogadni képes. Hazai viszonyaink között – általánosítva - a napi 20 mm-es csapadékot tekinthetjük a talajpusztulást előidézőnek. Az eróziós napok (a 20 mm-t meghaladó csapadékú napok) száma a talajpusztulás mértékének megítélése szempontjából fontos jellemző.

A talajfedettség (növényi borítás) tényezője

A talaj fedettsége, növényborítottsága mérsékli a talajfelszínre jutó csapadék intenzitását, ezáltal a talajrészecskék elmozdításához szükséges energiát. Általánosságban elmondható, hogy minél nagyobb mértékű a növényborítottság, annál kisebb az eróziós kockázat. Így például az erdők esetében a legkisebb, és a parlagon hagyott szántók esetén a legnagyobb.

Talajművelési-agrotechnikai tényező

A talajművelés több szempontból is befolyásolhatja az eróziós kockázatot. Egyrészt pozitívan, mivel elősegítheti a lehullott csapadék bejutását a talaj mélyebb rétegeibe és szintvonalas művelés esetén a barázdák révén mintegy rövidítheti a lefolyási távolságot. Továbbá szervesstrágyázással kombinált talajmunkák révén javítható a talaj szerkezetessége, ezáltal nyújtva kedvezőbb körülményeket a felszínre érkező víz befogadásának. Másrészt viszont a talajművelés révén előidézhetők, vagy felgyorsíthatók az eróziós folyamatok, amennyiben a talajművelés során is elmozdulnak - szerencsétlen esetben lejtőirányban - a talajrészecskék, vagy olyan állapot teremtésével, ami megkönnyíti a talaj lehordását.

Amennyiben az eróziós hatás időtartamát is figyelembe vesszük, számolhatjuk a kumulatív eróziós hatást, ami a fentebb tárgyalt kumulatív degradációs hatás erózióra specifikált esete. A kumulatív eróziós hatás és a talajminőség alapján pedig megítélhető az erózióval összefüggő tartamos talajkondíció.

5.2.3 A kumulált eróziós hatás értékelése

Az erózió által lepusztult talajok osztályozására a hazai talajtan az erózió mértéke szerinti csoportosítást használja (Duck, 1960; Stefanovits, 1964, 1977). Ebben a megközelítésben az erózió mértéke, figyelembe véve az adott mértékű talajpusztulás kialakulásához szükséges időt, segít a fentebb ismertetett kumulált degradációs hatás meghatározásához. A tartamos talajkondíció megítéléséhez tehát ez az osztályozás megfelelő információt nyújt. Az osztályozás során a gyengén, közepesen és erősen erodált talajszelvények, a talajpusztulás %-os értéke alapján kerülnek elhatárolásra. Az erózió mértékének megállapításához az összehasonlítási alapot az adott területre jellemző, nem erodált talajszelvény szolgáltatja. E talaj szintjeinek összesített mélységét tekintjük 100 %-nak és ehhez viszonyítjuk az erodált talajszelvény mélységét, szintén a talajszintek mélységének összege alapján. A módszertan szerint például a csernozjom talajok esetén az egyenletesen humuszos A-, valamint a fokozatosan csökkenő szervesanyag-tartalmú B-szintek együtt adják az elbírálás alapját. A barna erdőtalajoknál a kilúgzási és felhalmozódási szintek együtt szolgálnak az elbírálás alapjául.

A bekövetkezett erózió mértékének értékelésére a következő csoportosítás használatos:

- nem erodált talajok,
- gyengén erodált talajok,
- közepesen erodált talajok,
- erősen erodált talajok,
- talajképző kőzetig erodált talajok,
- lehordott talaj felhalmozódási területei.

A fenti osztályozáshoz a számszerű elkülönítést az alábbi kategória határok alapján tehetjük meg:

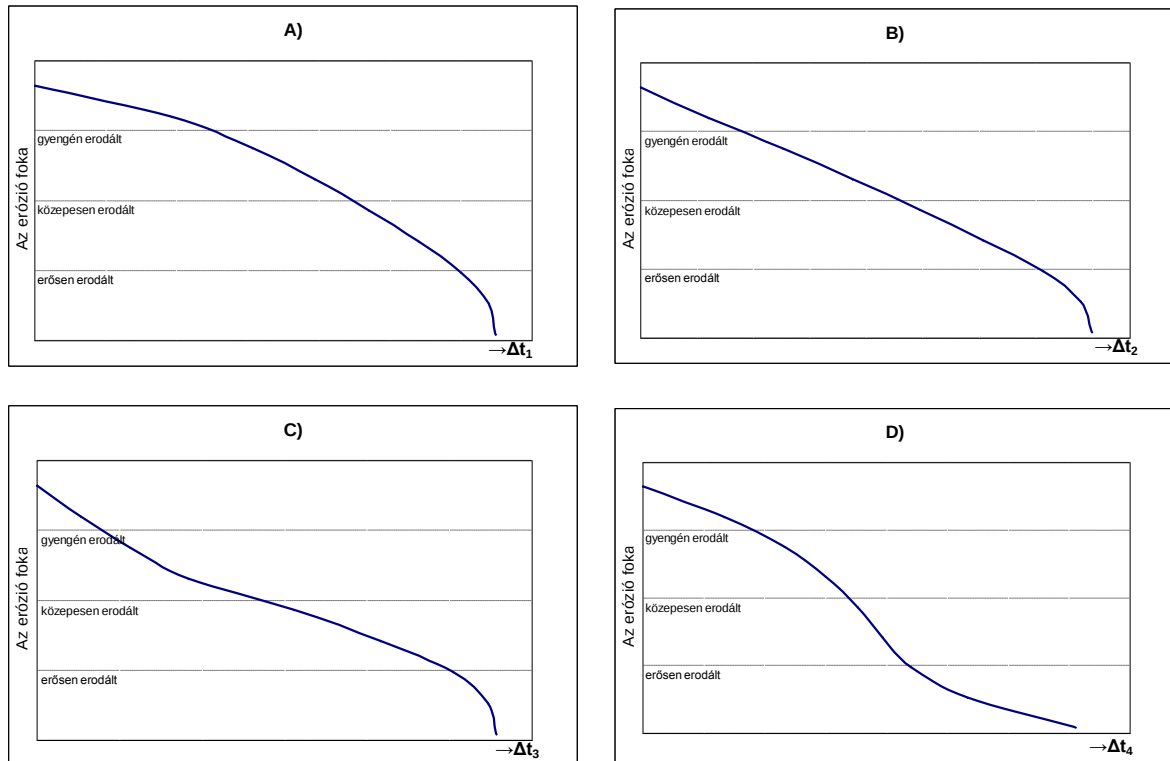
- Gyengén erodáltak azok a talajszelvények, melyekben az eredeti szelvény – talajképző kőzetig mért mélységéből - legalább 70 %-a maradt meg.
- Közepesen erodáltak azok a szelvények, melyekben az eredeti talajszinteknek 70 és 30% közötti összesített vastagsága maradt meg.
- Erősen erodáltak azok a talajok, melyekben a talajszintek eredeti vastagságából 30%-nál kevesebb maradt meg. Ide soroljuk azokat az erodált talajokat is, melyeknél – a talajpusztulás %-os értékektől függetlenül – a talajréteg 30 cm-nél nem vastagabb.

A térképezett talajtulajdonságok tekintetében is meghatározható az erodáltság mértéke, ami a gyakorlati lehatárolást segíti:

- Gyengén erodált talajokról beszélünk abban az esetben, amikor az erózió az A-szintet vagy annak egy részét érintette.
- Közepesen erodáltak azok a talajok ahol az erózió az A-szintet teljesen lepusztította és a B-szint felső részét is érintette.
- Erősen erodálnak nevezzük azokat a talajokat, amelyek B-szintjének legnagyobb részét lemosta az erózió és annak csak mélyebb részei maradtak meg.
- Talajképző kőzetig erodált talajok esetében már a felszínen megjelenik az alapkőzet (C-szint) és az legfeljebb gyengén humuszos. Az ilyen talajok rendszertanilag a földes kopárokhoz sorolhatók.
- Az erodálódott talaj felhalmozódási területeit változó tulajdonságú talajrétegek alkotják. A rétegek között genetikai kapcsolat nincs, vagy nem jelentős. A felhalmozódási területek talajainak produktivitása a lehordott talaj eredeti talajféleségéhez hasonló dinamika alapján értékelhető (Tóth, 2000).

Természetesen a különböző mértékű eróziós károk kialakulásának dinamikája talajonként eltérő (Stefanovits és Duck, 1964). A csernozjom talajok például kezdetben jól ellenállnak az erózióknak mivel a humuszban és agyagban gazdag felső morzsalékos szintjei stabil szerkezetűek. Ezen szintek erodálódását követően azonban a löszös alapkőzet rosszabb vízgazdálkodása miatt az eróziós folyamat egyre gyorsul. A barnaföldek ezzel szemben a kezdeti erózióval szemben kevésbé ellenállóak, míg az első eróziós károkat követően, az agyagos felhalmozódási szint felszínre kerülésével az eróziós lemosódás sebessége csökken. Az alapkőzethez érve agyag esetében tovább lassul a folyamat, míg a löszön kialakult változatok esetében felgyorsul.

A talajok eróziós dinamikájának ismerete és szisztematikus leírása szolgálhat alapul az időléptéket is figyelembe vevő kumulatív eróziós hatás megítéléséhez. Ennek - a hazai talajokat főleg - indikatív számszerűsítése önmagában is óriási munka, ami túlmutat a jelen kutatás keretein. Ugyanakkor néhány kiválasztott talajtípus példáján bemutatható az eljárás, aminek alkalmazhatósága aztán mintaterületi adatokon tesztelhető.



A) csernozjom löszön; B) Ramann-féle barna erdőtalaj löszön;
C) agyagbemosódásos barna erdőtalaj löszön; D) rendzina dolomiton.

5.2.3.1. ábra. Kumulatív eróziós hatás különböző típusú talajok esetében

A módszer szemléltetésére a 5.2.3.1. ábrán és 5.2.3.1. táblázaton négy jellegzetes hazai talajféleség kumulatív eróziós hatását mutatom be. Ez a négy talaj a (1) löszön képződött típusos mészlepedékes csernozjom, (2) a dolomit alapkőzetű barna rendzina, (3) a löszön kialakult Ramman-féle barna erdőtalaj és (4) a löszön fejlődött agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Az ábrát és a táblázatot az erózió dinamikát feldolgozó korábban bemutatott irodalmi előzmények (Stefanovits és Duck, 1964; Makó és Máté, 2005) adataira támaszkodva szerkesztettem.

Miután az erózió mértékével jelzett információk alapján, az ismertetett eljárást és szakirodalmi adatokat (Stefanovits és Duck, 1964; Makó és Máté, 2005) követve lehetőség nyílik az integrált földminősítéssel való kapcsolat kialakítására, az erózió mértékének és a produkciós viszonyok változásának összefüggéseit értékelve kifejezhető a *tartamos talajkondíció* is.

5.2.3.1. táblázat. Kumulatív eróziós hatás értékelése különböző típusú talajok esetében

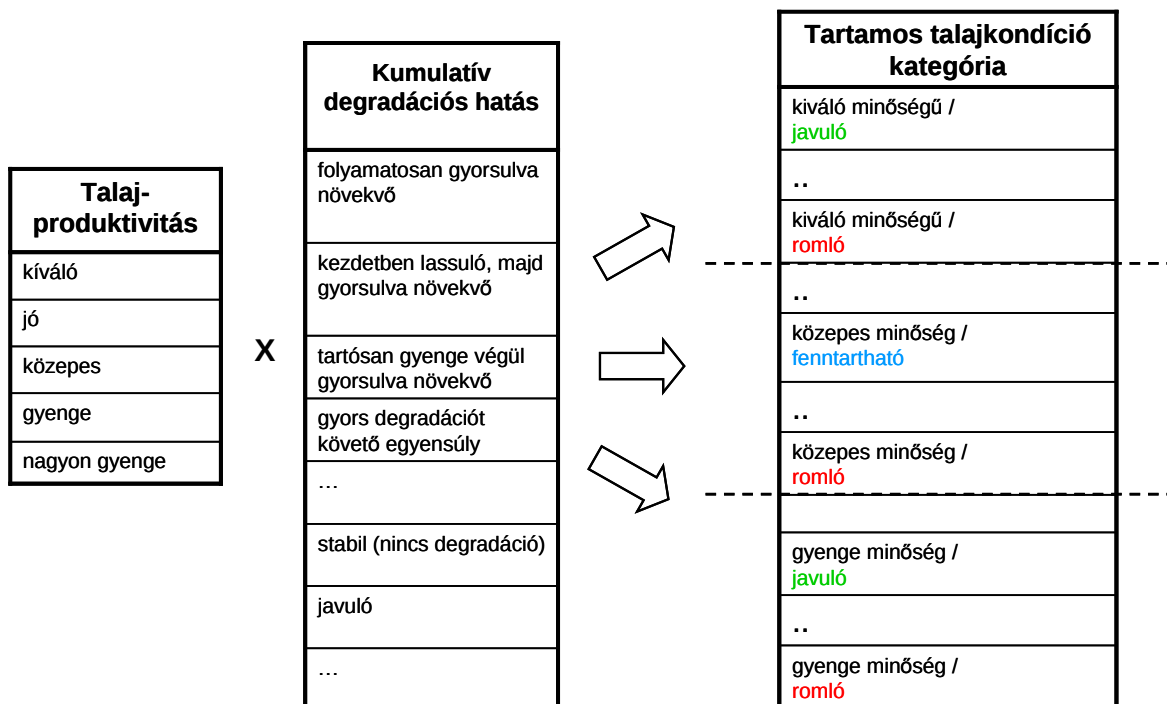
Talaj	Kumulatív degradációs hatás (KDH)			KDH általános jellemzése
	rövid távon	közép távon	hosszú távon	
A) Típusos mészlepedékes csernozjom	gyenge	közepes	erős	folyamatosan gyorsulva növekvő
B) Ramann-féle barna erdőtalaj	gyenge	gyenge	erős	tartósan gyenge, végül gyorsulva növekvő
C) Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	közepesen erős	közepes	erős	kezdetben lassuló, majd gyorsulva növekvő
D) Barna rendzina	közepes	erős	erős	gyorsan növekvő, majd gyorsan csökkenő

5.2.4 Integrált földminősítés és tartamos talajkondíció értékelés

A földminősítés integrált megközelítése azt jelenti, hogy benne a szántóföldek produktívai és környezeti veszélyeztettségi tulajdonságai egységes értékelési eljárásban mérhetők fel, úgy, hogy az eredmény megmutassa a földminőség degradációs hatásból eredő lehetséges változását. A degradációs hatás hosszának, erősségének és dinamikájának vizsgálatával annak talajminőség változásra vetített kumulatív mutatója is kiszámítható. Ez a mutató fejezi ki a tartamos talajkondíciót. A földminőség domborzati (és egyéb, nem talajtani) tényezőivel kiegészítve a tartamos talajkondíció mutatóját, képet kaphatunk az adott földhasználat fenntarthatóságáról is.

Doktori értekezésem jelen fejezetében a lehetséges eróziós hatás és a produktivás közötti összefüggést mutatom be, valamint különböző talajféleségek összevetésével bizonyítom az értékelési eljárás alkalmazhatóságát.

A tartamos talajkondíció kifejezésének egy lehetséges módját a korábban (5.1 fejezet) lefektetett elvek alapján, a 5.2.4.1. ábrán bemutatott kategorizálásban látom. A 5.2.4.1. ábra kvalitatív osztályai az egyes tényezők számszerűsítésével, kvantitatív értékekkel is helyettesíthetők.



5.2.4.1. ábra. Tartamos talajkondíció értékelés: összetevők és kategóriák
(Tóth et al., 2007b)

A numerikus klasszifikáció elvén számolható tartamos talajkondíció kategóriái kifejezik a talajfunkció (pl. produktivitás) ellátásának szintjét és annak változási dinamikáját az adott talajhasználati és környezeti feltételek mellett.

A kumulatív degradációs hatás és a talajminőség kapcsolatát az előzőekben bemutatott négy jellegzetes hazai talajféleségen szemléltetem. A termékenységüket és eróziós érzékenységüket, valamint ezek változásának dinamikáját tekintve is különböző típusos mészlepedékes csernozjom, barna rendzina, Ramman-féle barna erdőtalaj és agyagbemosódásos barna erdőtalaj azon változataival adok példát a tartamos talajkondíció megítélésére, amely változatok nem erodált formában a taxonómiai altípuson belül a legjobb termékenységűek. Ezek a változatok tehát az altípus lehetséges talajbonítási értékei között a maximális pontszámot érik el. A földminőség kiszámolásához szükséges egyéb tényezőket, csakúgy mint az eróziós veszélyeztettséget előidéző hatótényezőket, a példa egyszerűbb értelmezhetősége végett konstansként kezelem. (Ugyanakkor fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a földminőség változásának számolásához más - pl. domborzati - tényezők figyelembe vétele is szükséges.)

A vizsgált talajféleségek különböző mértékben erodált változatainak növénytermesztési potenciálját a 3. fejezetben ismertetett eljárást követve fejeztem ki (intenzív művelés mellett, búza jelzőnövényt, jó tápanyagellátottságú talajokat véve alapul.) A termékenységi viszonyszám változásait az adott talajféleségek esetében elsősorban a termőréteg vastagságának, a humusztartalomnak, a humuszos réteg mélységének és a fizikai féleségnek változásai okozzák. (A példa nyomán egyéb jellemzők – pl. pH, kövesség változásának figyelembe vételével a termékenységi viszonyszám változásának mértéke tovább pontosítható.)

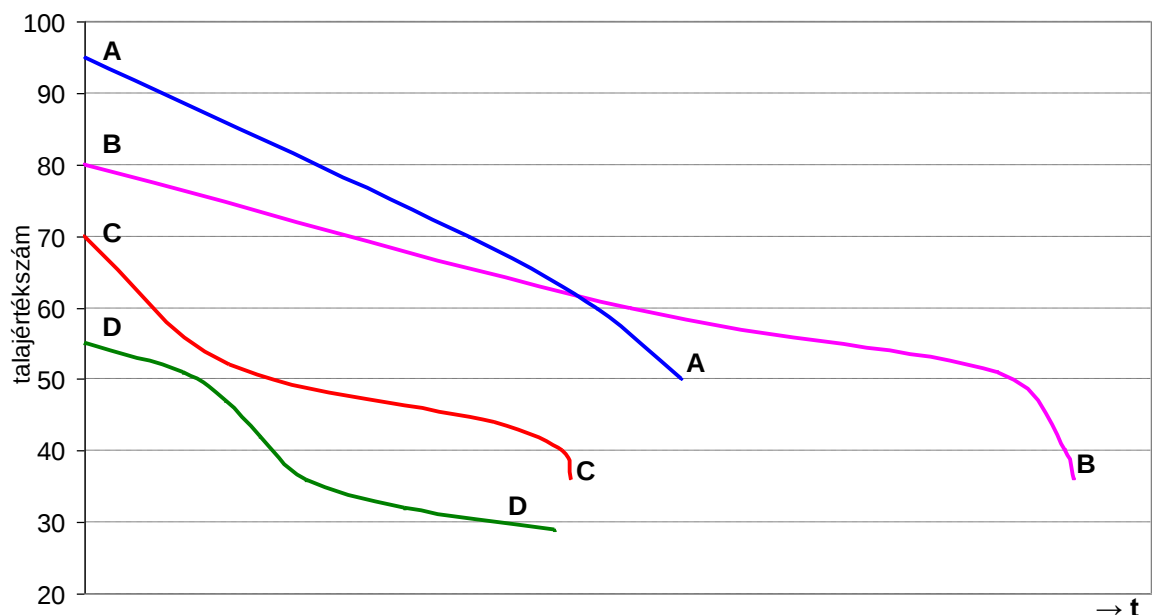
A mintatalajok bonitációs értékeinek alakulását a 5.2.4.1. táblázat és a 5.2.4.2. ábra mutatja részletesen.

5.2.4.1. táblázat. Eróziós termékenység csökkenés különböző talajok esetében

(az adott altípusok legtermékenyebb változataira)

Talaj	Eredeti talajértékszám	Talajértékszám csökkenése		
		Gyengén erodált	Közepesen erodált	Erősen erodált
Típusos mészlepedékes csernozjom	95	26%	26-39%	minimum 39%
Ramann-féle Barna erdőtalaj	80	25%	25-48 %	minimum 48%
Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	70	26%	26-49%	minimum 49%
Barna rendzina	55	22%	22-46%	minimum 46%

Az eróziós termékenység csökkenést mutató táblázat azonban félrevezető lehet, hiszen nem mutatja a csökkenés sebességét, dinamikáját. Amikor az idő tényezőt is figyelembe véve ábrázoljuk az eróziós termékenység csökkenést, árnyaltabb képet kapunk erről a jelenségről.



A) csernozjom löszön; B) Ramann-féle barna erdőtalaj löszön;
C) agyagbemosódásos barna erdőtalaj löszön; D) rendzina dolomiton.

5.2.4.2. ábra. Eróziós termékenység-csökkenés a tartamos talajkondíció megítéléséhez különböző talajok esetében.

A kiválasztott talajok termékenységének időbeli változását az eróziós folyamat sebességének, illetve dinamikájának figyelembe vételével a 5.2.4.2. ábra szemlélteti.

A 5.2.4.2. ábráról több következtetés is leolvasható. Látszik egyrészt, hogy az eróziós termékenységcsökkenés sebessége, emiatt időbeni hossza talajonként eltérő, de az is, hogy a degradáció következtében elszennvedett termékenység csökkenés sem azonos a különböző talajok vonatkozásában. (Döntően a talajképző kőzet minősége és a termőréteg vastagsága, valamint a fizikai féleség és szerkezeti elemek jellemzői, és a szervesanyag tartalom különbözőségei miatt.) Természetesen ezek régóta ismert tények, ugyanakkor egységes rendszerben való minősítésük eddig nem készült el.

A 5.2.4.2. ábra alapján a négy vizsgált talaj tartamos talajkondíciója jellemezhető. A tartamos talajkondíció kvalitatív értékelésére a 5.2.4.2. táblázat ad példát.

Bár meggyőződésem, hogy a hazai talajféleségek összességét (és térbeli elhelyezkedésüket) figyelembe vevő *részletes tartamos talajkondíció értékelési kataszter* a talajhasználat tervezés hasznos támogatója lehet (és elkészítése sok új tudományos összefüggést tárna fel), egy ilyen munka elvégzése jóval túlmutat a doktori kutatások és értekezés keretein. Az értekezésemben leírt módszer ugyanakkor alkalmas alapot adhat egy átfogó és integrált földminősítési rendszer elkészítéséhez.

5.2.4.2. táblázat. Példa a kumulatív degradációs hatás és tartamos talajkondíció értékelésre néhány hazai talajtípus esetén (konstans stressz-tényezők alapján)

Talaj	Kiindulási talajminőség	Kumulatív degradációs hatás			Talajminőség változása a kiindulási talajminőséghez viszonyítva			Tartamos talajkondíció		
		rövid távon	közép távon	hosszú távon	rövid távon	közép távon	hosszú távon	rövid távon	közép távon	hosszú távon
A) Típusos mészlepedékes csernozjom	kiváló	gyenge	közepes	közepes	lassan romló	közepes ütemben romló	gyorsan romló	kiváló minőségű / lassan romló	jó minőségű / közepes ütemben romló	közepes minőségű / gyorsan romló
B) Ramann-féle barna erdőtalaj	Jó	gyenge	gyenge	erős	lassan romló	lassan romló	gyorsan romló	jó minőségű / lassan romló	jó minőségű / lassan romló	közepes minőségű / gyorsan romló
C) Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	Jó	erős	közepes	erős	gyorsan romló	közepes mértékben romló	gyorsan romló	jó minőségű / gyorsan romló	gyenge minőségű / lassan romló	gyenge minőségű / gyorsan romló
D) Barna rendzina	gyenge	közepes	erős	erős	közepes ütemben romló	leromlott	leromlott	gyenge minőségű / közepes ütemben romló	gyenge minőségű / tovább romló	gyenge minőségű / teljesen degradált

5.3 A rendszerszemléletű talajhasználat-tervezés

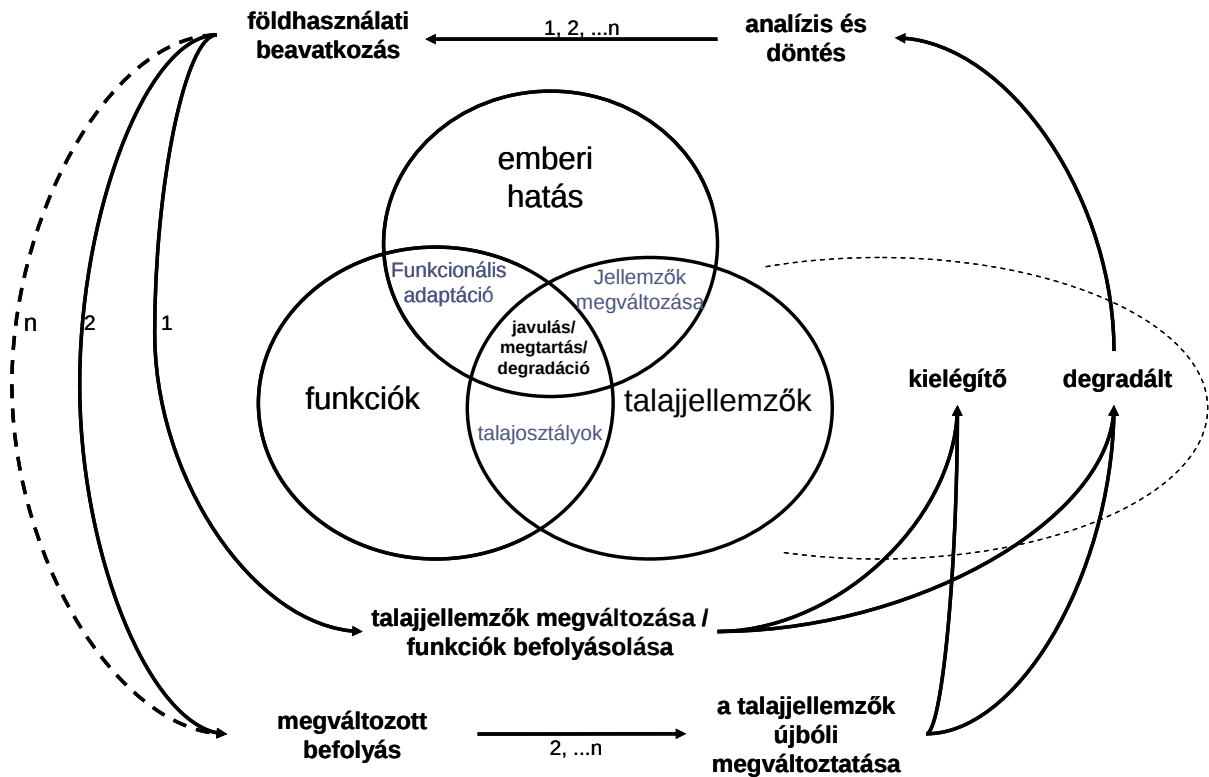
A földhasználat időbeli és térbeli tervezésének eszközei mindig az adott társadalmak gazdasági és technológiai fejlettségi színvonalát tükrözték. Már az ókori társadalmak is rendszereztek a földhasználati információkat a kataszteri nyilvántartások vezetésével, a növénytermesztési és meteorológiai megfigyelések följegyzésével. Később, a gazdálkodási nyilvántartások mellett az egyre pontosabb és sokoldalúbb térképek jelentették az információbázist. A XX. században a gazdálkodáshoz és tervezéséhez felhasználható, sokrétű, sokféleképpen rendszerezhető és értelmezhető tudásanyag a gazdálkodás szinte valamennyi aspektusára kiterjedt. A talajtani és agrokémiai információk, a növénytermesztéssel kapcsolatos ismeretek mind fontos háttérét képezik a regionális és helyi tervezési és szabályozási, valamint lokális gyakorlati munkáknak. Egy rendszer szemléletű talajhasználat tervezés elemei tehát rendelkezésre állnak, ezek a legtöbb esetben azonban csak részeiben működnek (talajművelési és növénytermesztési rendszerek, talajvédelmi elvek, produkciós potenciál értékelése stb.).

A XXI. században az élelmiszerpiac változásával, az európai mezőgazdasági politika és támogatási rendszerek átalakulásával és az energianövények valószínűsíthető térnyerésével a különböző mezőgazdasági földhasználati rendszerek területi arányai várhatóan változni fognak. Ezek a változások a mezőgazdasági földhasználatban előforduló legnagyobb változástól, a művelési ág megváltoztatásától (pl. szántóföld/erdő vagy szántó/gyep konverzió) a kisebb változtatásokig (pl. növényi sorrend és összetétel, vagy a talajművelés módjának megváltozása) széles skálán fognak mozogni, a piaci viszonyok, a lokálisan érvényesülő szabályozási rendszer és termesztési feltételek függvényében. Ahhoz, hogy ezek a változások a gazdálkodók, a társadalom és a környezet érdekeit egyaránt szolgálják, a földhasználat regionális, országos és európai szintű tervezésének összehangolására van szükség. A környezeti szempontú mai vidékfejlesztési politika gyakorlati megvalósítása a legtöbb esetben csak részcélokat szolgál, s a régiókon belüli vagy régiók közötti, illetve társadalmi csoportok közötti esélyegyenlőség alapelve ellen hathat, és aránytalanságok kialakulásához vezethet. A gazdasági, társadalmi és környezeti célok szinergiáját és harmóniáját csak gondosan felépített, olyan programok alapján lehet kialakítani és megvalósítani, ahol a kölcsönhatások eredménye a rendszer elemeinek hatása szerint összehasonlítható.

A mezőgazdasági földhasználat fenntarthatóságát a növénytermesztéshez kapcsolódó anyag- és energiaáramlási folyamatok ellenőrizhetősége és befolyásolhatósága biztosítja (Tóth, 2003). A földhasználatot táblaszinten befolyásoló tényezők közül (a társadalmi és gazdasági tényezőkön kívül) a tábla ökológiai adottságait, a művelésből adódó hatásokat és a környező területekkel meglévő kapcsolatokat (egymásra gyakorolt potenciális hatások) kell kiemelni. A felszíni és felszín alatti vizekkel és a légkörrel meglévő kapcsolat szintén fontos, vagy fontossá válhat.

Az ökológiai adottságok hosszú távú befolyásolása, pl. egyes kedvezőtlen adottságok melioratív jellegű megszüntetése, de az időszakosan változást jelentő talajművelési, öntözési, tápanyaggazdálkodási és növényvédelmi beavatkozások is, kisebb vagy nagyobb mértékben változtatják az anyag- és energiaáramlási folyamatok jellegét. Amikor ezek a folyamatok nyomon követhetőek, szabályozhatóak, és az esetlegesen szükségessé váló visszacsatolásuk (akár áttételesen) biztosítható, úgy a

talajminőség és ezzel az adott földhasználati lehetőség hosszútávon is fenntartható marad (5.3.1. ábra).



5.3.1. ábra. A földhasználat hatása a talajra és talajminőségre (Tóth et al., 2007b).

Az emberi beavatkozás hat a talajjellemzőkre és a talajfunkciók ellátására (változnak, ill. adaptálódnak). A talajjellemzők és talajfunkciók (ezek ellátásának képessége) talajosztályokba vonhatók össze. A földhasználat kielégítő vagy degradált talajjellemzőkhöz/talajminőséghez vezet. Kielégítő állapot esetén a földhasználat feladata a status quo fenntartása. Degradáció esetén a földhasználat módosításáról kell dönteni a talajjellemzők és talajminőség javítása érdekében. Az ábra azt szemlélteti, hogy a talajminőség fenntartásához folyamatos monitorozás és adott esetben földhasználati kiigazítások szükségesek. Az optimális és fenntartható talajhasználat célja a talajjellemzők kielégítő paramétereinek maximalizálása és degradációt mutató paramétereinek minimalizálása.

A környezetgazdálkodási beállítottságú mezőgazdaság a 5.3.1. ábrán szemléltetett alapokon, az ökológiai lehetőségeket legintenzívebb módon kihasználó növénytermesztéstől az extenzív gazdálkodás széles palettáján harmonikusan tevékenykedhet. A hatótényezők, hatások, és környezeti (talaj) válaszok ismerete mellett

azonban a földhasználati célok kalibrációja is szükséges. Ezekben egyaránt segíthet egy integrált földminősítési rendszer alkalmazása.

Jelen doktori értekezésnek nem közvetlen célja egy talajminőségre épülő átfogó talajhasználat tervezési módszertan részletes kidolgozása. Ugyanakkor érdemes rámutatni a kidolgozott integrált földminősítési eljárás azon tulajdonságaira, amik segíthetik egy átfogó földhasználat-tervezési rendszer megalapozását. A 5.3.1. táblázat arra mutat rá, hogy az integrált földminősítés alapján meghatározott tartamos talajkondíció, milyen módon használható fel a talajhasználati beavatkozás szükségességének megállapításához.

5.3.1. táblázat. A tartamos talajkondíció megítélése és fölhasználása a talajhasználat tervezésében.

1. lépés	2. lépés	3. lépés
Referencia (kiindulási) talajminőség megállapítása	Tartamos talajkondíció (adott talajhasználat mellett, rövid, közép, vagy hosszú távon)	A szükséges talajhasználati beavatkozás meghatározása

Összefoglalásként elmondható, hogy az integrált földminősítés gyakorlati alkalmazásával a különböző ökológiai feltételek közötti fenntartható földhasználat keretfeltételei kialakíthatók. Azokon a területeken, ahol az intenzív (nagy input igényű) szántóföldi művelés környezeti terhelést jelent, más művelési ágat, vagy alternatív talajművelési-növénytermesztési eljárást kell előnyben részesíteni. Főként ezek azok a területek, amelyekről a döntéshozóknak egységes szempontrendszer szerint összehasonlítható információval kell rendelkezniük, és ami alapján a mezőgazdasági szabályozás a fenntarthatóság kritériumai szerint valósulhat meg. Természetesen a földminőség ismerete számos szempontból (pl. a támogatási és elvonási rendszerek kidolgozása) a környezetileg kevésbé érzékeny területeken is hasznos.

A talajerőforrások termelési potenciálja és a talajhasználattal összefüggő degradációs veszélyeztetettségének összehasonlítható minősítésével komplex ökológiai-gazdasági-társadalmi kérdések megválaszolásához nyerhetünk információt, ezért javasolható, hogy az integrált földminősítés a földhasználat tervezés és irányítás során is az eddiginél meghatározóbb szerepet kapjon a jövőben.

dc_879_14

6. Mintaterületi alkalmazás

Kutatásaim során mintaterületi adatok alapján arra kerestem választ, hogy a talajtérképes földminősítés miként ültethető a gyakorlatba, valamint, hogy a földminősítés és degradációs veszélyeztetettség területeinek térbeli megfeleltetésével miképp segíthető elő a talajvédelmi prioritási területek (zónák) lehatárolása.

A választott mintaterület az erózió által veszélyeztetett Zalai-dombságban, az Alsó-Zala-völgyben, döntően Kehidakustány külterületén terül el. A gyakorlati alkalmazhatóság szemléltetésére csak olyan mintaterület kerülhetett szóba, ahol (digitalizált formában) rendelkezésre áll:

- a részletes (1:10.000 méretarányú) talajtérkép,
- a domborzat térkép (digitális domborzat modell),
- a földhasználati térkép,
- talaj tápanyagvizsgálati eredmények

A mintaterületi alkalmazás közvetlen és elsődleges célja annak bemutatása volt, hogy miként jeleníthető meg a kidolgozott földminősítési eljárással számolt földminőség a térképi adatbázisokban úgy, hogy az a földügyi nyilvántartások és földhasználattal kapcsolatos változatos programok nyilvántartásai felé is közvetlen kapcsolatot nyújthasson. További közvetlen célként annak bemutatását tűztam ki, hogy az EU Talajvédelmi stratégiájának percella szintű végrehajtásához, milyen új eszközt jelenthet a földminősítés és a részletes talajtérképi információk nyugvó degradációs értékelés. A tapasztalatok alapján távlati célként jelölhető meg a tartamos talajkondíció értékelés gyakorlati megvalósítása. Erre a rendelkezésre álló mintaterületen egyelőre nem kerülhetett sor, mivel a tartamos talajkondíció értékeléséhez a különböző talajjellemzők szelvényen belüli talajszintenkénti adataira is szükség van, térbeli (háromdimenziós) kiterjesztéssel. Ez a mintaterületre nem állt rendelkezésre. Ugyanakkor a meglévő adatok is elegendő lehetőséget biztosítanak a közvetlen célok megvalósítására.

A megfogalmazott céloknak megfelelően a mezőgazdasági területek adottságainak kategóriarendszerét kettős kritérium szerint alakítottam ki, amelynek elemei:

- a viszonyszámmal kifejezett földminőség
- a fokozatok szerint meghatározott eróziós veszélyeztetettség

A mintaterületi alkalmazás részleteit és eredményeit az alábbiakban ismertetem.

6.1. A mintaterület jellemzése

A fölépített mintaterületi adatbázis egy, a Zalai-dombságban, az Alsó-Zala-völgyben működő, főként szántóföldi gazdálkodást folytató gazdaság (Zalavölgyi Egyesület Mgtsz.) részletes talajtani és domborzati információit tartalmazza.

A gazdaság által 16 blokkban művelt 59 parcella összesen 797ha területen helyezkedik el. A legkisebb parcella mérete 1,12 ha, legnagyobb 53,7 ha, míg az átlagos parcella méret 13,5ha.

A terület általános jellemzéséről elmondható, hogy az észak-dél irányú Közép-Zalai-dombságban, az Alsó-Zala-völgyben helyezkedik el. Klímája 9–10,2 °C évi középhőmérséklettel és 660–800 mm évi csapadékmennyiséggel jellemezhető.

Az Alsó-Zala-völgy földtani adottságait a fiatal, harmadkori agyagos vagy homokos üledék (pannon üledék) és pleisztocén lösz jellemzi, ami a völgyekben vastag tőzegláp rétegekkel borított. Meghatározó talajfélesége az agyagbemosódásos barna erdőtalaj, aminek kísérő talajai is főként a kilugzási típusú Közép- és Délkelet-európai barna erdőtalajok főtípusába tartoznak. A völgyek vízhatásos területein lápos és réti talajok találhatók nagyobb területeken. A régióban a váztalajok különböző típusai (köves és földes kopárok) is előfordulnak (Marosi és Somogy 1990).

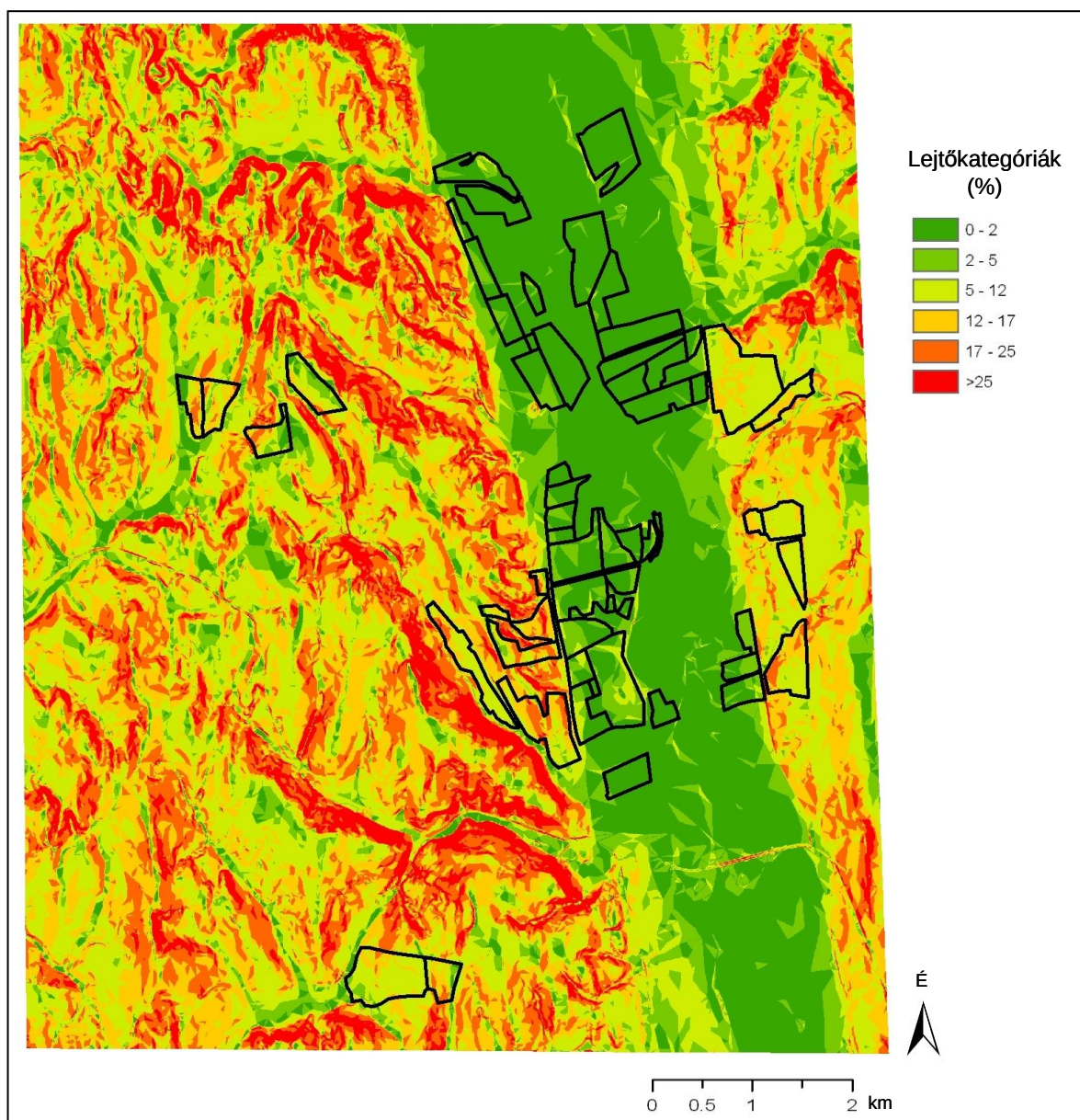
A mintaterület talajtani sokszínűségét jól jellemzi, hogy az 1:10000 léptékű talajtérképek alapján a természettudományos osztályozási rendszer 22 altípusa is fellelhető rajta (6.1.1. táblázat).

6.1.1. táblázat. A mintaterület tábláinak talajai és arányuk a mintaterületen

kód	talaj altípus	terület %
31	karbonátos földes kopár talaj	0,82
51	karbonátos humuszos homoktalaj	0,48
111	podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj	2,00
112	agyagbemosódásos barna erdőtalaj (nem podzolos)	21,62
122	agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalaj	4,22
131	Ramann-féle barna erdőtalaj (típusos)	12,16
132	rozsdabarna erdőtalaj	5,12
141	típusos kovárványos barna erdőtalaj	0,30
301	karbonátos réti talaj	8,15
302	nem-karbonátos réti talaj	0,22
311	karbonátos öntés réti talaj	5,33
312	nem-karbonátos öntés réti talaj	1,05
321	típusos lápos réti talaj	0,11
361	lecsapolt tőzegláp talaj	0,39
362	lecsapolt tőzegetes láp talaj	0,08
383	karbonátos, többretegű nyers öntéstalaj	1,79
391	karbonátos humuszos öntéstalaj	1,55
393	karbonátos több rétegű humuszos öntéstalaj	16,96
394	nem-karbonátos több rétegű humuszos öntéstalaj	< 0,01
395	réti öntés talaj	3,06
402	erdőtalaj eredetű lejtőhordalék talaj	12,86
403	deluviális és aluviális vegyes üledék	1,73

A területen meghatározó agyagbemosódásos barna erdőtalajok valamint Ramann-féle barna erdőtalajok és lejtőhordalék talajok homokos vályog-, vályog- és agyagos vályog fizikai féleségű változatai is megtalálhatók. A szintén nagy területeket fedő több rétegű humuszos öntéstalajok fizikai féleség szempontjából még sokszínűbbek: a homokos vályogtól a nehéz

agyagig terjed változatosságuk. Humusztartalmukat tekintve a mintaterületi talajok általában gyengén, vagy közepesen humuszosak, de az öntéstalajok, réti talajok és humuszos homokok között erősen humuszos változatok is előfordulnak. A humuszos réteg mélységét tekintve szintén nagy a változatosság, a leggyakoribb azonban az altípusok szerinti beosztás alapján vett közepes humuszos réteg kategória. A többi talajjellemzőhöz hasonlóan a CaCO_3 tartalmában is nagy különbségek mutatkoznak a mintaterület talajtípusai között, de az egyes altípusok változatai között is. Ez a tulajdonság részben a pH jellemzőkkel is összefüggést mutat, igaz, a művelt parcellák talajvizsgálati eredményei szerint túlnyomó a gyengén savanyú (pH 6,8-7,2; ~ 50 terület %) és semleges (pH 6,8-7,2; ~ 23 terület %) reakciójú talajok aránya. A talajvizsgálati eredmények a foszfor ellátottságban is nagy szórást mutatnak (20-302 ppm P_2O_5), csakúgy, mint az AL oldható kálium tekintetében (85-369 ppm).



6.1.1. ábra. A mintaterület térképi megjelenítése domborzati alaptérképen

A terület domborzati tulajdonságait tekintve szintén a nagy változatosság a jellemző. Az 6.1.1. ábrán a tesztelésbe vont parcellák földrajzi elhelyezkedése, illetve a parcellák lejtőkategóriáinak jellemzői láthatók a digitális domborzatmodell alapján megjelenítve. Amint az a térképről is leolvasható, a területen a lejtős és sík parcella fekvés egyaránt jellemző.

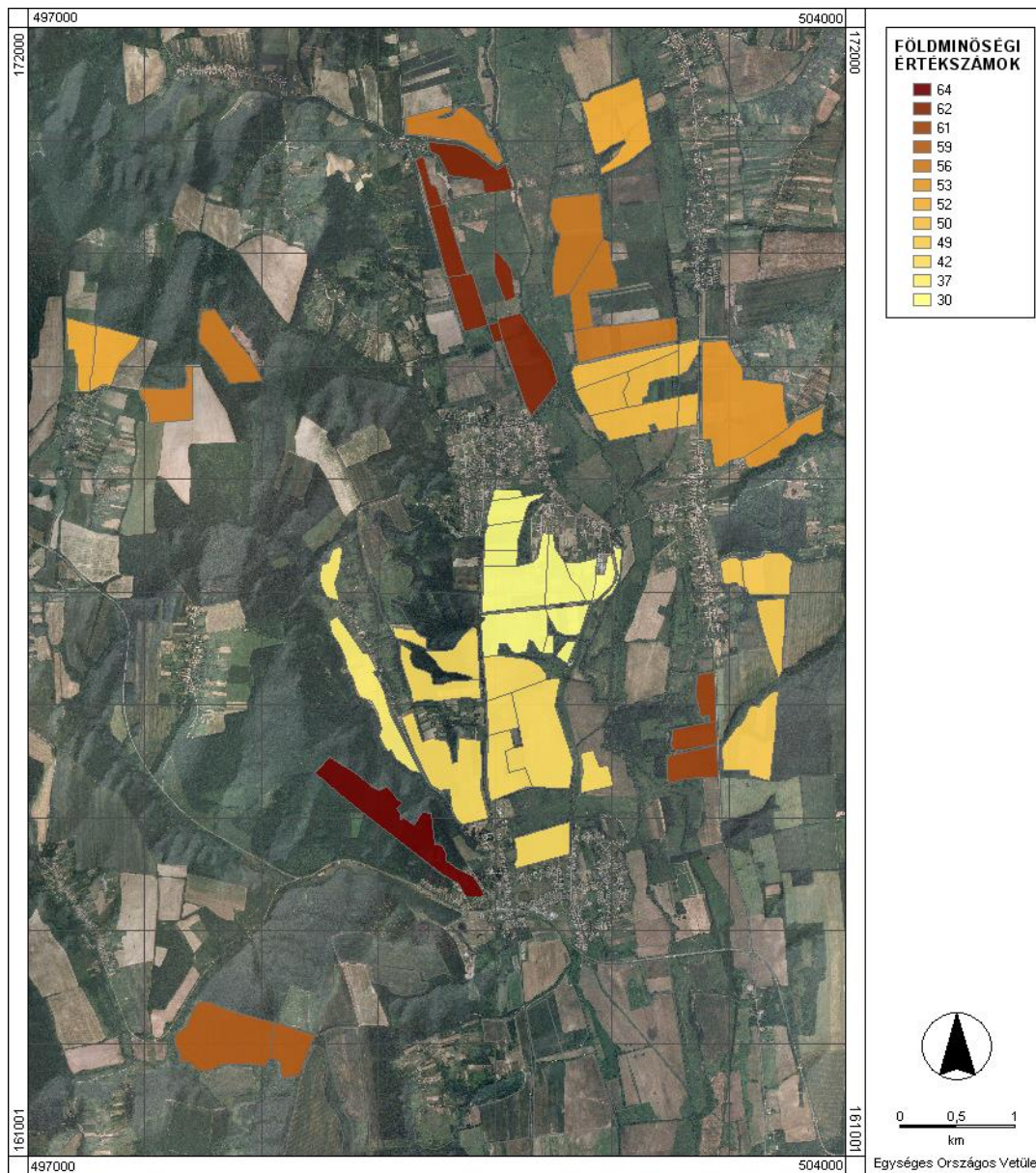
6.2 A mintaterület mezőgazdasági tábláinak földminősítése

A mintaterület mezőgazdasági területeinek földminősége kifejezéséhez a 3. fejezetben bemutatott földminősítési eljárást alkalmaztam. A talajfoltokra kapott eredményeket a mintaterületi gazdaság együtt művelt tábláinak blokkjaira vetítettem, mivel a növénytermesztési információk is ilyen részletességgel álltak rendelkezésünkre. Természetesen a gyakorlati alkalmazáshoz a parcella szintű megjelenítés adja a legpontosabb információt. A mintaterület tábla-blokkjainak viszonyszámok alapján jellemzett búza szempontjából számolt földminőségét, az 6.2.1. ábra mutatja. Az eredményeket bemutató térképről (6.2.1. ábra) leolvasható, hogy a különböző földminőségű területek mozaikos elhelyezkedésben váltják egymást.

Terveink szerint az országos adatbázison elvégzett vizsgálatok (3. fejezet) alapján a mintaterület talajfoltjaira, majd tábláira meghatározott földminőségi viszonyszámokat a mintaterület valós gazdálkodási adataival is szeretnénk volna tesztelni. A kidolgozott földminősítési eljárás megbízhatóságát így tudtuk volna a kehidakustányi mintaterületen is ellenőrizni. Erre azonban sajnos nem álltak rendelkezésre megfelelő részletességű és pontosságú növénytermesztési adatok. Ami növénytermesztési adat beszerezhető volt a területről, az ugyanis termelési blokkokra vonatkozott. A blokkok átlagolt földminőségi viszonyszámai és a termés hozamok között nem volt szignifikáns kapcsolat. Feltételezésünk szerint ez elsősorban a blokkokon belüli földminőségi heterogenitásából ered (aminek alapja mintaterület talajainak rendkívüli változatossága). Másrészt a zalai mintaterület növénytermesztési adatbázisa csak néhány év adatait tartalmazta - s természetesen eltérő években került búza a különböző táblákba -, így ez sem adott értékelhető alapot a növénytermesztés és a földminőség kapcsolatának vizsgálatára. (A kidolgozott földminősítési eljárás megbízhatóságát Hermann és munkatársai (2007) csernozjom talajú mintaterületen ellenőrizték és megbízhatónak találták azt.)

A mintaterületi tesztelésben kapott eredmények mindenesetre ismét rávilágítanak a földminősítés alapjául szolgáló talajtérképek léptékének jelentőségére, és a növénytermesztési adatbázisok fontosságára. Az 1:10000 méretarányúnál kevésbé részletes térbeli adatok alapján folytatott földminősítés a szomszédos, vagy egymáshoz közeli táblák különbségeit eltarthatja, így nagyon félrevezető lehet. Ez történt a blokkok szerinti összevonás során is, pedig itt léptékváltás nem történt, csupán a szomszédos táblák értékeinek átlagolása. Ugyancsak fontos, és kihasználható lehetőség a parcella szintű növénytermesztési adattárolás, ami a digitális adathordozókkal megvalósítható (Vass et al. 2003), és a gazdálkodók adat-nyilvántartási és szolgáltatási kötelezettségeivel meg is valósítandó. A bemutatott minősítési eljárás esetleges bizonytalanságai pedig az adatbázisok növekedésével, és a földminősítési vizsgálatok ismételt lefolytatásával fokozatosan kiszűrhetők lehetnek.

A mintaterületi elemzésekből az is megállapítható, hogy a vizsgált táblák földminőségben mutatkozó különbségek okait elsősorban a talajféleségek változatosságában kell keresni. A lejtőviszonyokat és földminőséget tanulmányozva szembetűnő, hogy mind a Zala-völgye sík területein, mind a dombos területeken találhatók termékenyebb és kevésbé termékeny talajok; kedvezőbb, és kevésbé kedvező termőhelyek is. Míg a termékenységbeli különbségek alapján a földhasználat tervezés egy fontos tényezője áttekinthető a földminőség térképeken, addig a növénytermesztéshez kapcsolódó talajdegradációs kockázatok becsléséhez másfajta információkra is szükség van. Ezek képzésére és alkalmazására mutatunk példát a következőkben.



6.2.1. ábra. A mintaterület mezőgazdasági parcelláinak földminősége, blokkonként (növény-specifikus, búza jelzőnövényt)

6.3 Az eróziós veszélyeztetettség értékelése

A földhasználat tervezésekor nem csupán a termőképességre kell tekintettel lenni, de a talajdegradációs folyamatok veszélyeire is. Éppen ezért, a földminőség ismerete mellett érdemes megvizsgálni a mintaterület degradációs viszonyait is. A degradációs folyamatok közül esettanulmányunkban az eróziót választottuk, mint a mintaterületen jellemző talajdegradációt. A mintaterület kijelölését és az adatbázis fölállítást követően ennek megfelelően folytattuk a mintaterület talajjellemzőinek eróziós tulajdonságok szempontjából történő értékelését.

A mintaterület eróziós viszonyainak jellemzése

A nagyméretarányú talajtérképeken lehatárolt talajegységek adott domborzati körülmények között várható eróziós veszélyeztetettségének meghatározását Makó és Máté (2005) módszere szerint végeztük. A kidolgozott módszertant munkatársaimmal közösen fejlesztettük tovább, majd elkészítettük a mintaterület eróziós viszonyainak indikátor-alapú komplex jellemzését.

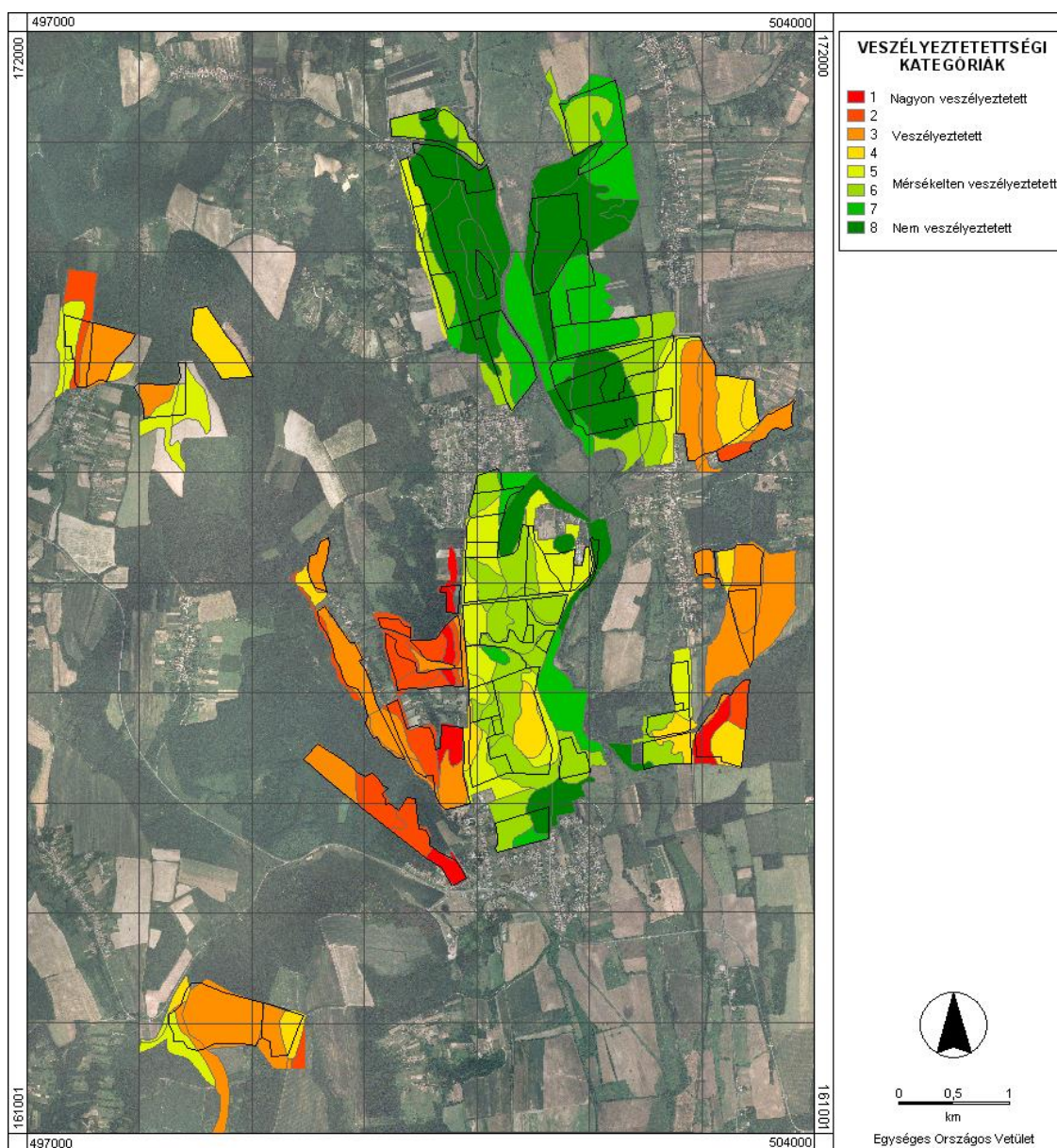
A mintaterületen alkalmazott módszertan két legfontosabb eleme:

- A talajok eróziós érzékenységi osztályozása
- Az eróziós talajérzékenység és a domborzat alapján történő eróziós veszélyeztetettségi kategóriák meghatározása

A mintaterületi talajfoltok (amik talajtípusainak áttekintését az 6.1.1. táblázat adja) adatait fölhasználva képeztünk a talajfoltokra érvényes erózió-veszélyeztetettségi mutatókat, oly módon, hogy a talajváltozatok eróziós érzékenységi viszonyszámait a lejtőkategóriákhoz rendelt szorzó tényezővel módosítottuk (a módszer részletes leírását a 4.2 fejezet ismerteti). Az erózió-veszélyeztetettségi mutatóban tehát a domborzati és a talajtulajdonságok együttesen kerülnek értékelésre. Az így képezett erózió veszélyeztetettségi mutatókat végül 8 fokozatú skálára vetítettük. Az eljárást követve, a talajok eróziós érzékenysége és a domborzati adatok alapján elkészítettük a mintaterület eróziós veszélyeztetettségi alaptérképét (6.3.1. ábra).

A térkép azt fejezi ki, hogy az adott táblák a konvencionális talajhasználati gyakorlat mellett milyen nagyságú eróziós kárt szenvedhetnek. (A klíma, növényborítás és agrotechnika szerint nem tettünk különbséget az eróziós veszélyeztetettségben, mivel a gazdaság illetve területének klimatikus jellemzőit és növénytermesztési módszereit hasonlóan vehetjük.) A mintaterületi erózióveszélyeztetettségi térképe (5.3.1. ábra) jól tükrözi a domborzat jelentőségét, ugyanakkor talajok erózió érzékenységi különbségei is megjelennek rajta.

Az alaptérkép a leírt módszertant követve a későbbiekben módosítható az eróziót befolyásoló tényezők (növényborítás, talajművelés, klíma) lokálisan érvényes hatásával. Az erózió veszélyeztetettség térkép egyik legfontosabb alkalmazása, hogy azt összevetve a parcellák földminőségével, ajánlások fogalmazhatók meg a veszélyeztetett területek hasznosítására.



6.3.1. ábra. Eróziós veszélyeztetettség a zalai mintaterület kiválasztott mezőgazdasági tábláin

6.4 Prioritási zónák lehatárolása

A zalai esettanulmány lehetőséget biztosít arra, hogy bemutassam a különböző földminőségű területek és az eróziós veszélyeztetettség zónák lehatárolásának néhány olyan összefüggését, ami az EU Talajvédelmi stratégiájának végrehajtása szempontjából is érdekes lehet. Az európai bizottsági elképzelések szerint a Talajvédelmi stratégia végrehajtása során a tagországoknak azonosítaniuk kell a degradációs kockázatnak kitett területeket (EB 2006 – COM2006-232). Az azonosítás ún. talajvédelmi prioritási területek térbeli lehatárolását jelenti. Ezen területekre aztán a tagállamoknak intézkedési programokat kell készíteniük.

Munkám során, a részletes talajterképeken végzett elemzések alapján, ilyen területek lehatárolására tettem kísérletet. A mezőgazdasági földhasználat alapegységeit (a parcellákat) tekintve a programok végrehajtási alapegységének is, úgy gondolom, hogy a degradációs veszélyeztetettséget is ezekre a területi egységekre kell meghatározni, természetesen a rendelkezésre álló részletes talajinformációk alapján.

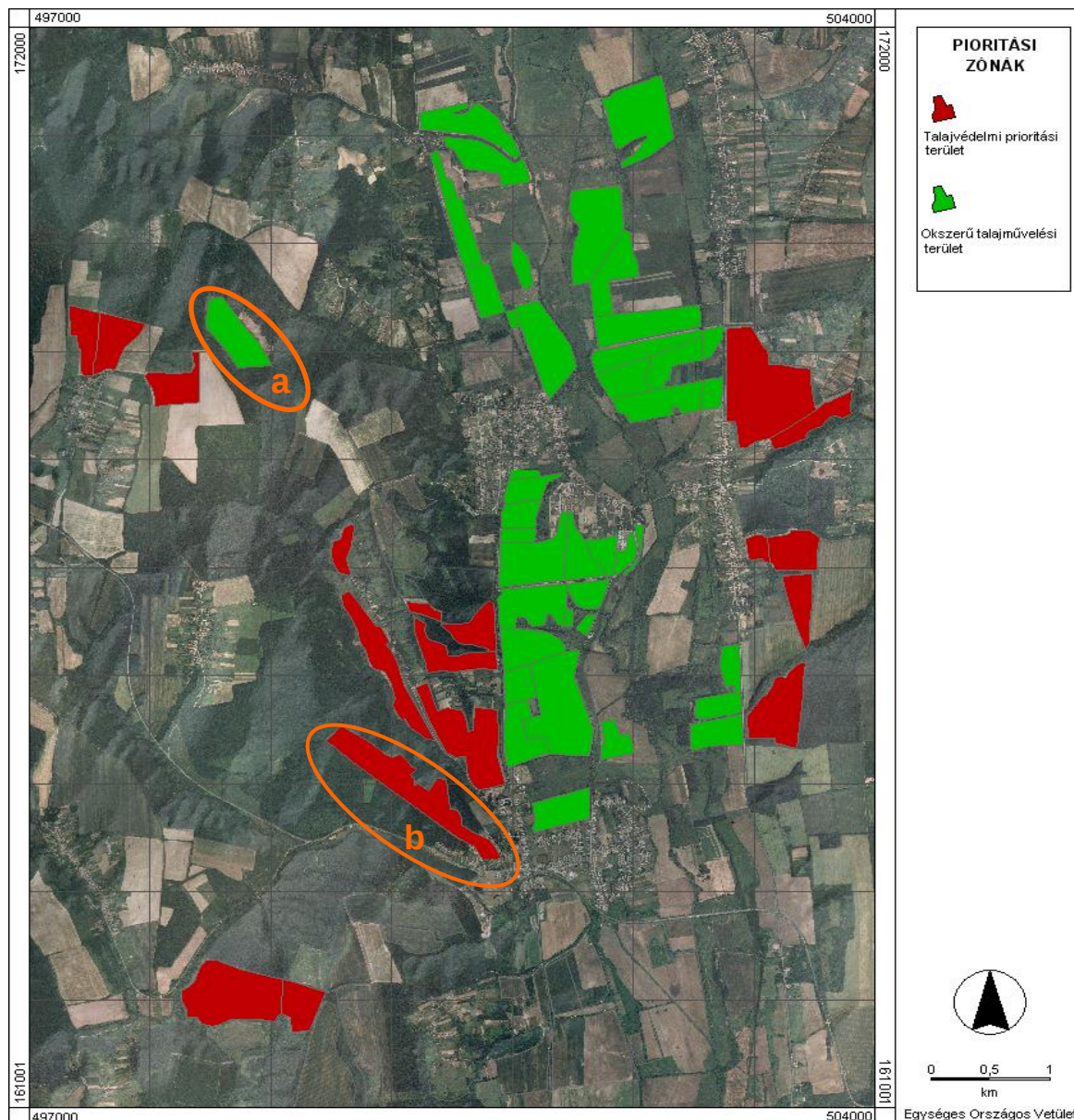
A prioritási területek lehatárolását úgy végeztem, hogy a parcellák talajfoltjainak eróziós veszélyeztetettségét a teljes parcellára vetítettem. A parcellák érintettségének mértékét a földhasználatra vonatkozó két kategóriával jellemeztem (6.4.1. ábra).

Az első kategóriába (talajvédelmi prioritási területek) azok a parcellák kerültek, amelyeken van eróziótól veszélyeztetett talajfolt. Ezek lehetnek azok a parcellák, amik az EU Talajvédelmi stratégiája szerinti talajvédelmi prioritási övezetekbe sorolhatók. A második kategóriába (okszerű talajművelési terület) azok a parcellák kerültek, ahol vagy nincs, vagy mérsékelt az eróziós veszélyeztetettség. Természetesen a talajhasználat módját itt is az okszerűség kell, hogy jellemezze (illetve az egyéb degradációs folyamatok - pl. talajtömörödés – kockázatának csökkentése).

Érdeemes megjegyezni, hogy elképzelhető olyan szituáció is, ahol más degradációs folyamat általi veszélyeztetettség (pl. a szerves anyag csökkenése) is megjelenik egy adott területen, és annak szempontjából másképp alakulnak a zónahatárok.

A mintaterületi parcellák földminőségének és eróziós veszélyeztetettségének összevetéséből (6.2.1. és 6.3.1. ábrák) érdekes következtetésekre juthatunk. Van olyan kevésbé veszélyeztetett parcella (6.4.1. ábra/„a”jelű parcellája) amelyik veszélyeztetett területek zárványaként helyezkedik el. Produkciós képességét tekintve az „a” jelű parcella közepes termékenységű (agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalajú) és eróziós veszélyeztetettségi szempontok nem indokolják az intenzív művelés felhagyását. A „b” jelű parcella, a mintaterület legjobb termékenységű termőhelye, viszont eróziós szempontból veszélyeztetett. (A parcella délkeleti kitétséggű lejtőn fekszik, talaja nagyobb részben vályog fizikai féleségű Ramann-féle barna erdőtalaj, kisebb részben pedig homokos-vályog fizikai féleségű agyagbemosódásos barna erdőtalaj.) Ezen a táblán érdemes megvizsgálni a kímélő talajművelés melletti intenzív növénytermesztés lehetőségeit, talajvédő vetésforgóban.

Az eredmények ismételten aláhúzzák a parcella részletességű értékelés fontosságát és egyben igazolták, hogy a kidolgozott földminősítési rendszer a gazdálkodás környezeti feltételeinek jobb megértéséhez, és ezáltal tudatosabb tervezéséhez hasznos támogatást nyújthat.



6.4.1. ábra. A mintaterület parcellái a prioritási zónák szerint

A főbb megállapítások és ajánlások úgy foglalhatók össze, hogy az eróziós szempontból nem veszélyeztetett területeken kizárólag a termőhely produkciós viszonyait tükröző földminőség határozza meg a természetendő növényeket, az enyhén lejtős területen az eróziós érzékenység és a földminőség együttes értékelésére kell törekedni, lejtős (veszélyeztetett) területeken pedig, minden esetben, előnyben kell részesíteni a talajvédelmet és az ennek megfelelő talajművelési eljárásokat.

Törekvéseinket a tartamos talajkondíció megítéléséhez szükséges, magyarországi viszonylatban érvényes indikátorok listájának és módszertani katalógusának összeállítása követheti. A környezetkímélő gazdálkodás kategóriarendszere ezek alapján az elvek alapján kidolgozható.

Tapasztalatainkat összefoglalva megállapítható, hogy a mezőgazdasági területek adottságainak kategóriarendszerét érdemes kettős kritérium szerint alakítani, amelynek elemei:

- a viszonyzámmal kifejezett földminőség,
- a kategóriákba osztott degradációs veszélyeztetettség.

7. Az eredmények értékelése

7.1 Hazai szántók talajainak termékenységi vizsgálatai

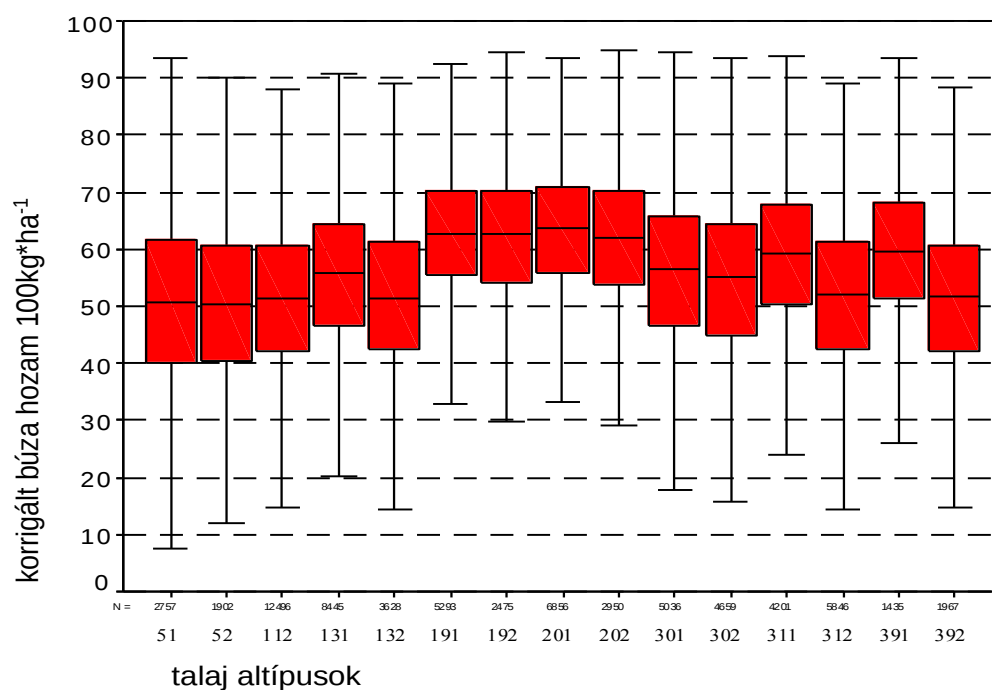
A 3. fejezetben bemutattam az eljárást, amivel a talajbonitációs és földminősítési vizsgálatok eredményei alapján fölépíthető egy új földminősítési rendszer. A kutatások tervezésekor felállított hipotézis helyessége statisztikai próbákkal nyert bizonyítást. A bizonyított összefüggések alapján alakítottam a rendszer szabályozó paramétereit, ami alapján a talajok termékenységi viszonyszáma és a szántóföldi táblák földminősége kiszámolható. A vizsgálatok, azon túl, hogy hozzájárultak a különböző talajféleségek termékenységi rangsorainak felállításához, számos talajtani összefüggést is feltártak, illetve az ezekről az összefüggésekről már meglévő ismereteinket támasztották alá új adatokkal. Az alábbiakban néhány olyan eredményre világítok rá, amik a talajfolyamatok dinamikája szempontjából, tehát általános talajtani szempontból is érdekes adalékokkal szolgálhatnak.

A talajok növények szerinti produktivitásának különbségeit a korábbiakban (3. fejezet) statisztikailag igazoltam, így e helyütt a genetikai talajosztályozás altípusainak és néhány kiemelt talajtulajdonságnak az eltérő növények termésképzésére gyakorolt hatását mutatom be, a búza- és kukoricatermő képesség vizsgálatán keresztül. A talajrendszertani altípusok, az évtípusok és a tápanyag-ellátottság szempontjából tett főbb megállapításaimat az alábbiakban foglalom össze:

A nagyléptékű talajtérképeken feltüntetett talajrendszertani altípusok⁵ nagyban befolyásolják a várható termés hozamok nagyságát (7.1.1. ábra). Amint azt a 7.1.1. és a 7.1.3. ábrák (valamint a Mellékletek 5. ábrája és 6. táblázata) bemutatja, a talajok produktivitási ragsora hosszú távon és az egyes szélsőséges klímahatású éveket tekintve is eltérő képet fest. Ezek az eredmények azt a feltételezést igazolják, hogy érdemes a vízgazdálkodási tulajdonságokon alapuló termékenységi csoportosítást a genetikai tulajdonságaikban egymáshoz leginkább hasonlító talajokat összefogó talajegységek alapján pontosítani. A 7.1.1. ábráról leolvasható az a tény, miszerint a változatos kötöttségű barna erdőtalajok (kód: 112, 131, 132) és mezőszéki talajok (191, 192, 201, 202) várható búza hozamai mintegy 25%-os különbséget mutatnak, szintén ezt az elméletet látszanak igazolni (7.1.1. táblázat).

A modellépítés fentebb vázolt megközelítésének helyességét támasztja alá a 7.1.2. ábráról leolvasható megállapítás is: a fizikai féleség alapján is megállapítható a várható hozamnagyságok különbsége, ennek mértéke ugyanakkor nem éri el a genetikai talajegységek várható hozamai közötti különbség mértékét (ismételten felhívva a figyelmet a genetikai talajegységek változati tulajdonságainak sokféleségére, illetve a változatoknak az altípus átlagában kiegyenlítő termékenységbeli eltéréseire is). Az öntés talajok (kód: 311, 312, 391, 392) és a réti talajok (301, 302) csoportjaiban a karbonátosság alapján mutatkozó hozamkülönbségek (7.1.1. ábra) a karbonát tartalom fontosságára hívja fel a figyelmet.

⁵ A jelen fejezetben tárgyalt altípusokat és kódjaikat a 3.3.1. táblázat sorolja föl, a hazai talajrendszertani valamennyi altípusát és azok kódjait pedig a Mellékletek 7. táblázata tartalmazza.

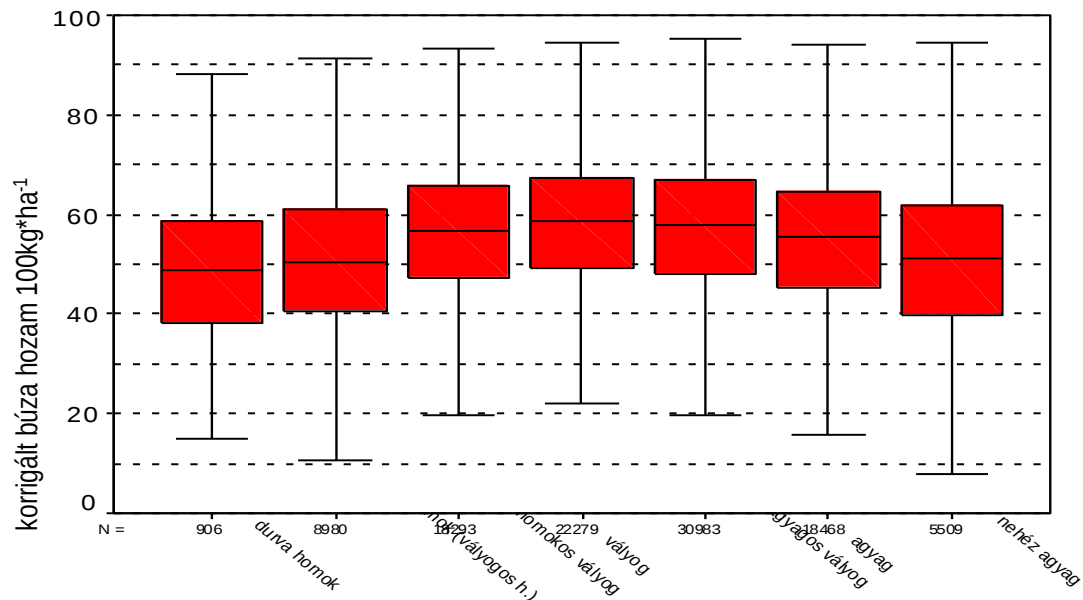


7.1.1. ábra. Legelterjedtebb talajféléseink várható búza hozamai, országos átlagok alapján
(Az 1985-1989-es adatok alapján, meteorológiai tényezőkkel való korrekciók után)

A termékenységi minősítés szempontjából tehát valószínűsíthető a választott kiindulási elmélet helyessége és rámutat a talajtulajdonságokon alapuló földminősítésnek a növénytermesztés tervezésében betöltött jelentőségére is.

7.1.1. táblázat. A legelterjedtebb barna erdőtalajok és mezőszégi talajok fizikai féleség szerinti
%-os megoszlása az ország szántóföldi területein

talajféleség	barna erdőtalajok (agyagbem. bet., Ramann- féle bet., rozsdabarna erdőtalajok)	mezőszégi talajok (mészlepedékes csernozjom réti csernozjom)
fizikai féleség		
homok	14,6	5,0
homokos vályog	26,9	17,9
vályog	25,8	28,6
agyagos vályog	23,6	36,4
agyag	7,7	11,0
nehéz agyag	1,3	1,0



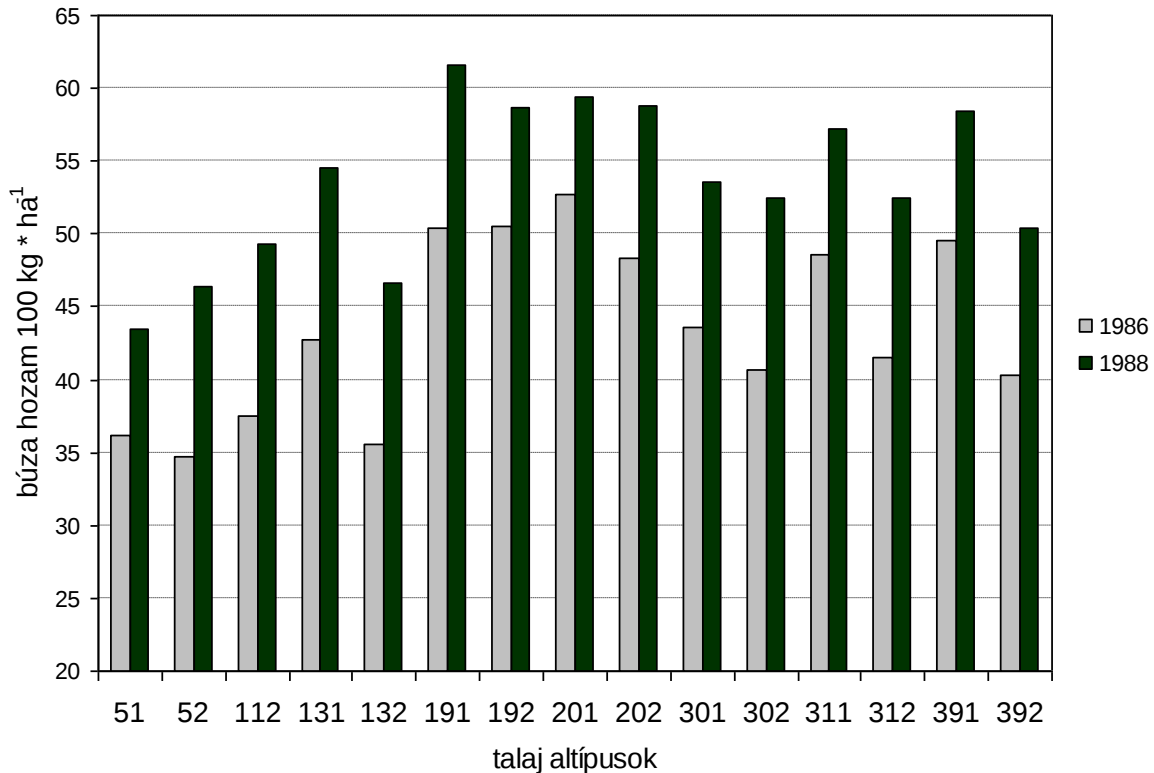
fizikai féleség (Arany-féle kötöttség alapján)

7.1.2. ábra. Különböző fizikai féleségű hazai talajok várható búza hozamai

(Az 1985-1989-es országos adatok alapján, meteorológiai tényezővel való korrekciók után)

Statisztikai vizsgálataim azt igazolták, hogy országos összevetésben búza esetében a sokéves átlagot és az egyes éveket tekintve is a (réti-) mezősi talajokon (kód: 191, 192, 201, 202) érhető el a legmagasabb terméshozamok. (7.1.1. és 7.1.3. ábrák). A szórásdiagrammok elnyúltsága (h-szórás) a talajtípuson belüli változatok termésszintet befolyásoló jelentségére utalnak. Ezekből az derül ki, hogy hosszú távon a mezősi talajok és átmeneti típusaik rendszertani osztályaiba sorolt talajok nagyobb biztonsággal határolják be a várható termésszinteket. Velük szemben, például a humuszos homoktalajok (kód: 51, 52) vagy a barna erdőtalajok (112, 131, 132) altípusain belül nagyobb a várható hozamok szórása. Ez adódik a különböző évek hozamkülönbségeiből (7.1.3. ábra) de adódhat az altípuson belüli változati jellemzők termékenységre gyakorolt hatásának nagyobb különbségeiből is. Megjegyzendő, hogy a termések az adott időszak átlagos agrotechnikája mellett érvényesek, amit, azonos trágyázódások mellett hasonlóan vettem a különböző táblák esetében.

Búza szempontjából részletesebben vizsgálva az eredményeket látható, hogy az erdőtalajok közül a Ramann-féle barna erdőtalajon (kód: 131) magasabb búza hozam érhető el, mint a vele rokon más erdőtalajokon, és az is, hogy kedvező időjárási viszonyok között az országos átlagot meghaladó termést hozhatnak.



7.1.3. ábra. Néhány elterjedt talaj országos búza hozama különböző években

(össz. mintaszám = 15646)

Az is látható, hogy a típusos, Ramann-féle barna erdőtalajok termés-ingadozása búza esetében némileg kisebb, mint az agyagbemosódásos barna erdőtalajoké (kód:112), vagy mint a vele közeli rokonságban lévő és vele egy típusba tartozó rozsdabarna erdőtalajoké (kód:132). Másképp fogalmazva, a rozsdabarna erdőtalajok és agyagbemosódásos barna erdőtalajok hozamainak évenkénti nagyobb változatossága figyelhető meg. Rozsdabarna talajok esetében ez valószínűleg két oknak tudható be: egyrészt e homokon kialakult talaj vízgazdálkodási mutatói a többi talajénál erősebben csapadék-függők, ennél fogva az évhatás is erősebben jelentkezhet, másrészt a rozsdabarna talajok altípusba tartozó talajok eredendően némileg alacsonyabb termékenységét az optimális talajművelés és trágyázás egy kedvezően csapadékos évben nagymértékben módosíthatja. A II. termőhelybe tartozó, nem-homokos talajoknál éppen ellenkező a helyzet, itt az optimális tápanyag ellátottság éppen a kevésbé jó években jelent előnyt (3.7.1. táblázat). Az agyagbemosódásos barna erdőtalajok bizonyos szempontból (pl. fizikai féleségüket tekintve) ellentétes tulajdonságai összességében hasonlóképpen hatnak a hozamokra. Kedvezőbb meteorológiai hatású években hozamaik átlagosan mintegy 50%-os emelkedést mutatnak, arányaiban a legnagyobbat valamennyi altípus tekintetében. Az évenkénti hozamingadozás, amint az feltételezhető volt, az agyagbemosódásos barna erdőtalajokon kívül leginkább a humuszos homoktalajokra (kód: 51, 52) jellemző. Ezek a talajok még kedvezőbb években is az országos átlag alatti hozamokat produkálnak, esetükben tehát kevésbé érvényesül a kedvező évjárat hozamkiegyenlítő hatása. Ez utóbbi kitétel csak a búza esetében helytálló. Az kukorica

esetében is igaz, hogy a humuszos homoktalajok még kedvezőbb években is alacsonyabb produktivitásúak, ám a kukorica tekintetében alig van különbség a jobb és rosszabb évek hozamai között (7.1.4. ábra). Összességében azonban megállapítható, hogy a humuszos homok és barna erdőtalajok egymáshoz viszonyított termékenysége a jó éveket tekintve mind kukorica, mind búza esetében hasonló módon alakul, a rosszabb években azonban a búza a Ramann-féle barna erdőtalaj, a kukorica pedig inkább az agyagbemosódásos barna erdőtalaj által nyújtott körülményeket hálálja meg. Két dolgot fontos kiemelni az országos adatokkal kapott eredmények értelmezéséhez: egyrészt a kukorica és a búza számára nem ugyanazok, sőt legtöbbször ellentétes meteorológiai hatások határozzák meg az optimális és kedvezőtlen évet, másrészt a meteorológiai hatások regionális és helyi heterogenitásukkal is befolyásolhatják a hozamokat. (A talajbonitációs eljárásunk során éppen ez utóbbi tényező hatásának mérséklésére választottuk a növénytermesztési nagytájak agrometeorológiai elhatárolásán alapuló körzetenkénti adatelemzést és modellépítést.)

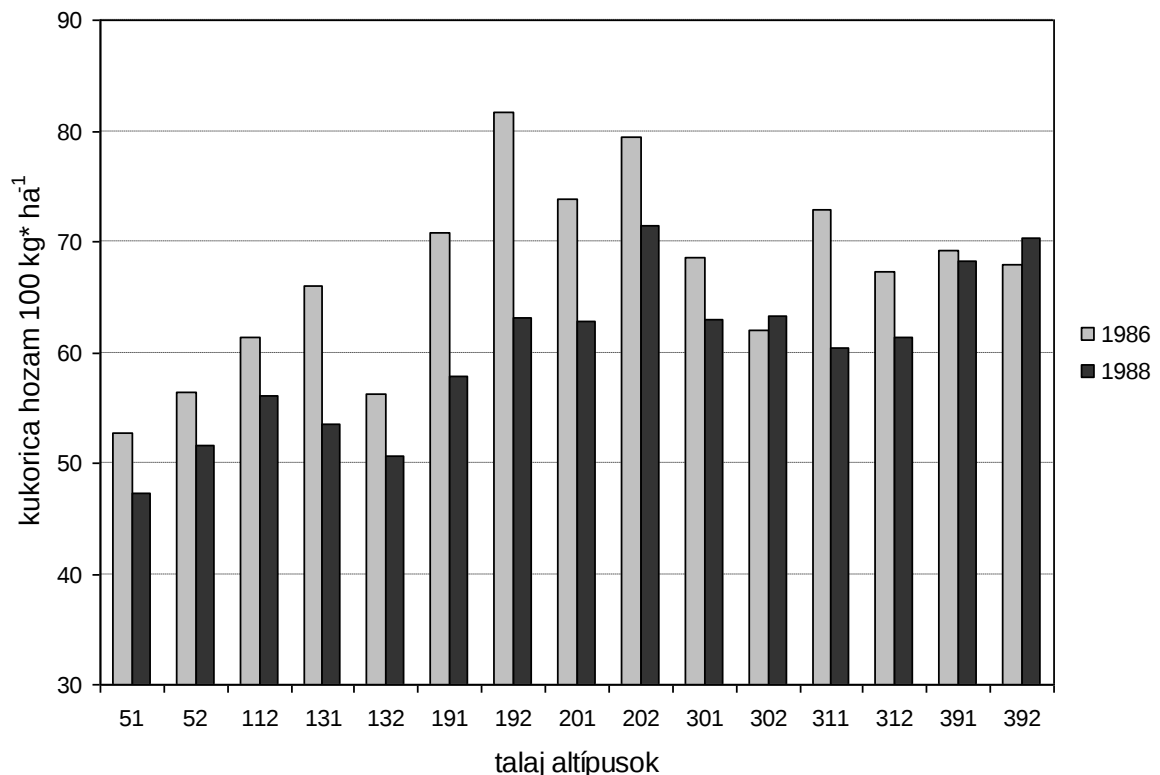
A réti talajok (kód: 301, 302) elhelyezkedése a talajok egymáshoz viszonyított terméshozamait növényenként mutató ábrákon azt mutatja, hogy ezek a talajok búza átlagtermése a Ramann-féle barna erdőtalajokéhoz (301) hasonló, azoktól kismértékben elmaradó. Ami némileg meglepő, hogy ez a megállapítás még az összességében gyengébb évekre is igaz, pedig könnyen azt gondolnánk, hogy a legtöbb réti talaj kapilláris vízpótlása a vízhiányos években előnyt jelent a kilúgzási típusú talajok általában mélyebb talajvízszinttel is összefüggő vízgazdálkodási lehetőségeivel összehasonlítva. A kukorica hozamokat tekintve (7.1.4. ábra) ez utóbbi előfeltevés igazolódni látszik, egyúttal rámutatva a talaj-növény kapcsolat együttes értelmezésének fontosságára. Kukorica szempontjából úgy tűnik, a réti talajok hozamai évhatástól szinte függetlenül nagy pontossággal tervezhetők. A karbonátosság a kukoricánál az egyes talajtípusok altípusainak termékenységet tekintve nem szerepel olyan súlyú faktorként, mint a búza esetében, ami a növények talajreakcióval szembeni toleranciája mellett a karbonátossággal összefüggő tápanyag-dinamikai folyamatok eltérő jelentőségére is utal. Fontos körülményt jelenthet a meszezés terménővelő hatása is, a nem karbonátos altípusokon. A meszezett talajok osztályozása esetében ugyanis a térképezési útmutató szerint (Baranyai, 1988) a nem-karbonátos altípus besorolást kell választani, miközben azok agrokémiai tulajdonságai inkább a természetes karbonátos talajokéval mutatnak hasonlóságot. A réti talajokon folytatható gazdálkodás lehetőségeit és módosításait ismerve és figyelembe véve a talajbonitációs rendszerrel szemben támasztott összetett elvárásokat, azonban itt is indokoltnak mondható a legalább altípus szinten egységbe foglalt talajok genetikai féleségre is figyelemmel lévő értékelése.

A búza és kukorica hozamoknak réti talajnál tapasztalt tendenciái érvényesülnek a humuszos öntéstalajok (kód: 391, 392) esetében is. A mindkét növény tekintetében jó termékenységű talajok kukoricatermő képessége szinte nem különbözik a jó és rossz években és a karbonát tartalom függvényében sem, ám amikor búzát vetünk beléjük, már számolhatunk az évhatásból eredő hozamkockázattal és figyelembe kell vennünk a nem karbonátos változatok gyengébb képességét is.

Amint az a fejezet elején búza jelzőnövényen bemutatásra került, a csernozjom (kód: 191, 192) és réti csernozjom (201, 202) talajok a legjobb talajaink. Ezt a hozamadatokat is tükrözik. Búza hozamaik stabilan magasak és általában kukorica termőképességük alapján is a legmagasabb kategóriákba kerülnek, bár rosszabb években nagyobb termésvesztést szenvednek, mint más talajok. A réti csernozjomok, ezen belül is a nem karbonátos réti

csernozjomok (kód: 202) kukorica hozamai ugyan némileg kevésbé szenvedik meg a kedvezőtlenebb éveket, a típusos és alföldi csernozjomoké (191, 192) azonban jobban. A növényváltás jelentősége ezeken a talajokon tehát nem csupán a talajkondíció javításában áll, hanem a termelési kockázat minimalizálását is jelenti.

Ugyancsak a termelési kockázat (és a költségek) optimalizálását segíti az eltérő talajokon érvényesülő trágyareakciók ismerete is, ezért érdemes rövid kitekintést tenni az országos adatbázison elvégzett trágyareakció vizsgálatok - kivonatos - eredményére is.



7.1.4. ábra. Néhány elterjedt talaj országos kukorica hozama különböző években

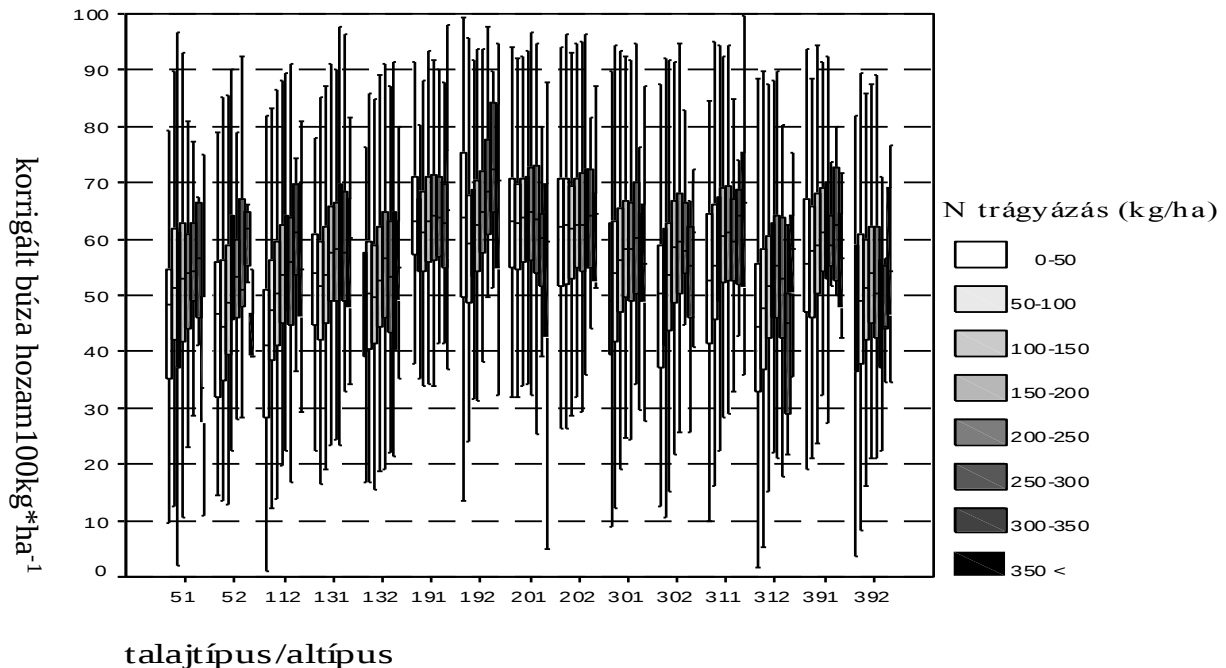
(össz. mintaszám = 11210)

A különböző talajféleségek nitrogén műtrágya reakciójának értelmezésére elvégzett vizsgálatok szerint, az azonos dózisok eltérő mértékben befolyásolták a talajok búza hozamait (7.1.5. ábra). A barna erdőtalajok (kód: 112, 131, 132) esetében a trágyadózisok emelkedésével több trágyadózis szinten át is határozottan emelkedik a várható hozam, a mezősi típusú talajok (191, 192, 201, 202) esetében ez nem volt ilyen egyértelmű. A réti talajok (301, 302) hozamszint növekedése ugyancsak indokolja a nagyobb adagú nitrogéntrágyázást.

A 7.1.1. és a 7.1.5. ábrák egyik legfontosabb tanulsága az, hogy míg a legmagasabb trágyadózisok (és ennek megfelelően valószínűleg általában véve is magasabb agrotechnikai színvonal) mellett a genetikai altípusok kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező változatai közötti termékenységbeli különbség kiegyenlítődik, addig a gyengébb változatok és

alacsonyabb trágyadózisok mellett a genetikai altípusok termékenysége közötti különbség többszörös is lehet.

Igazolódni látszik tehát a talajbonitáció során követett eljárás helyessége, ami szerint az intenzív és extenzív művelésű talajok bonitációt hasonló elvek szerint, de egymástól függetlenül, egymással párhuzamosan kell végezni.



7.1.5. ábra. Legelterjedtebb talajféléseink várható búza hozamai különböző adagú N-trágázás mellett.

(Az 1985-1989-es országos adatok alapján, meteorológiai tényezővel való korrekciók után, N= 69127)

A talajtermékenység genetikai talajfélésegen alapuló vizsgálatának eredményeiből levont megállapítások természetesen nem jelentik, nem is jelenthetik azt, hogy két különböző talajnak csupán típusát, vagy akár altípusát ismerve megmondható lenne, hogy melyik a termékenyebb. A pontos meghatározáshoz elengedhetetlen a talajtermékenység és az egyes talajtulajdonságok közötti, valamint a talajtermékenység és a talajtulajdonságok együttese közötti összefüggések feltárása, másképpen fogalmazva a természettudományi, genetikai osztályozás alacsonyabb taxonómiai szintjei szerinti elemzés (de a talajosztályozásnak az alacsonyabb szintekre vonatkozó pontosítása is). Éppen ezért a fentebb feltárt összefüggések csak mintegy magyarázó kiegészítést adnak a termőhelyi érték alakulására ható talajtani tényezők értelmezéséhez.

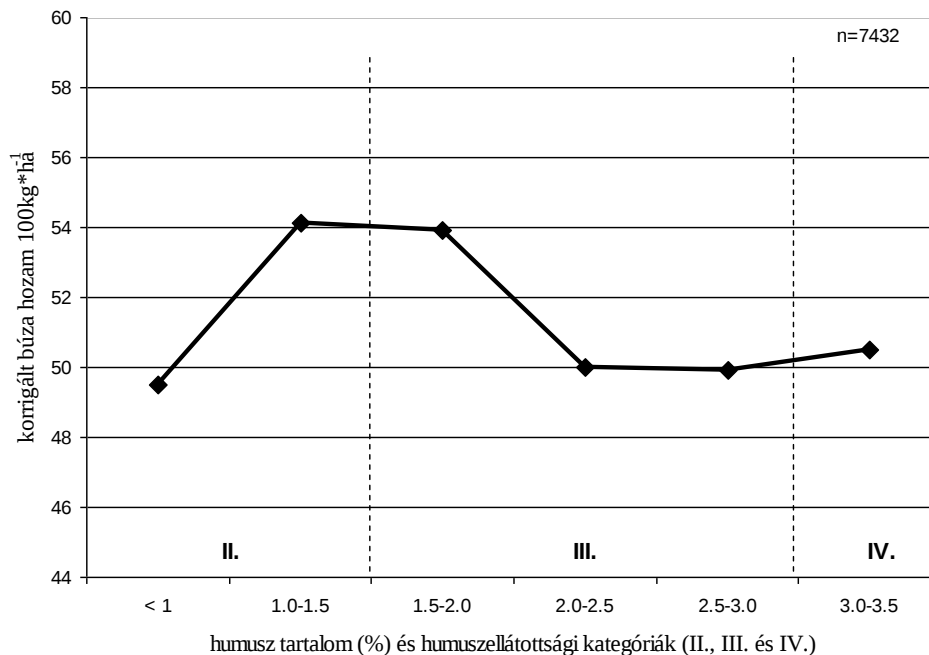
Jelen disszertációnak nem célja, hogy az egyes talajváltozatok termékenységének egymáshoz való viszonyában szerepet kapó valamennyi tényező ok-okozati összefüggését feltárja. A fenti elemzést további, részletes feltáró munka kell, hogy kövesse a talajtani és kapcsolódó agrokémiai területeken, amik eredményeire támaszkodva tovább pontosítható

lehet a magyarországi szántótalajok bonitációs rendszere, és ami a talajtani tudomány és a gyakorlat egyéb területein is új ismereteket hozhat.

Megjegyzések a nagyméretarányú talajtérképezési módszertanhoz

Amint azt a korábbiakban kifejtettem, a földminősítési alkalmazás során a nagyméretarányú (1:10.000 léptékű) talajtérképeken feltüntetett információkra lehet támaszkodni. Talajbonitációs vizsgálataimat is elsősorban a részletes térképek talajjellemző kategóriáinak (Baranyai, 1988) elemzésével végeztem, de emellett az eredmények megbízhatóságát a jellemzők folytonos változóinak vizsgálatával is ellenőriztem.

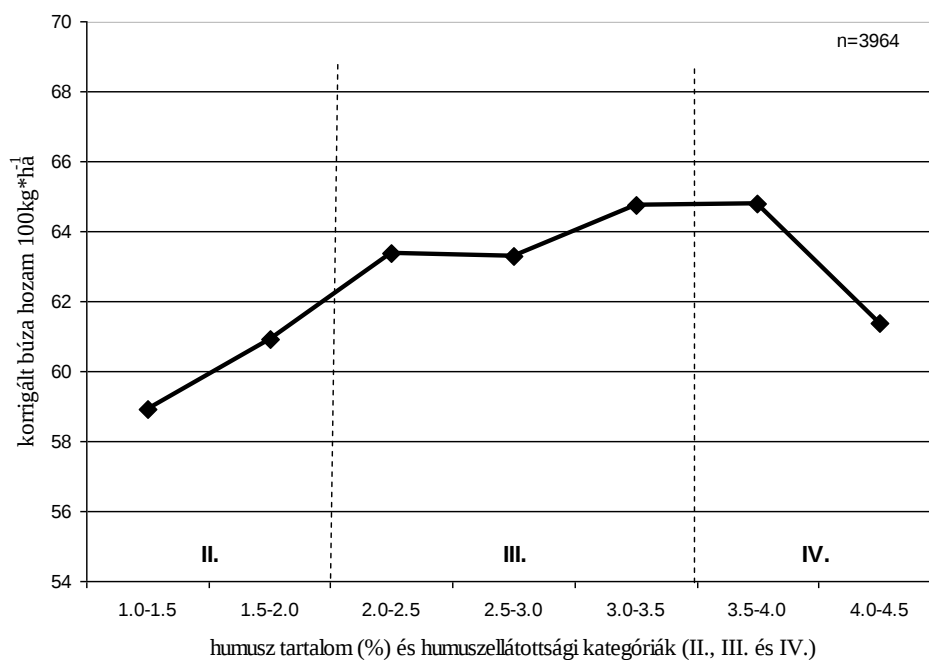
A statisztikai vizsgálatokkal nyert eredmények azt mutatják, hogy a rendszertani osztályozási egységek elkülönítésére szolgáló kategória-határok gyakran félrevezetők lehetnek a termékenység tulajdonságokat illetően. Emiatt a kategóriák interpretációs alkalmazásával nagymértékű információvesztés történhet, evvel együtt az alkalmazás pontossága és megbízhatósága is romolhat.



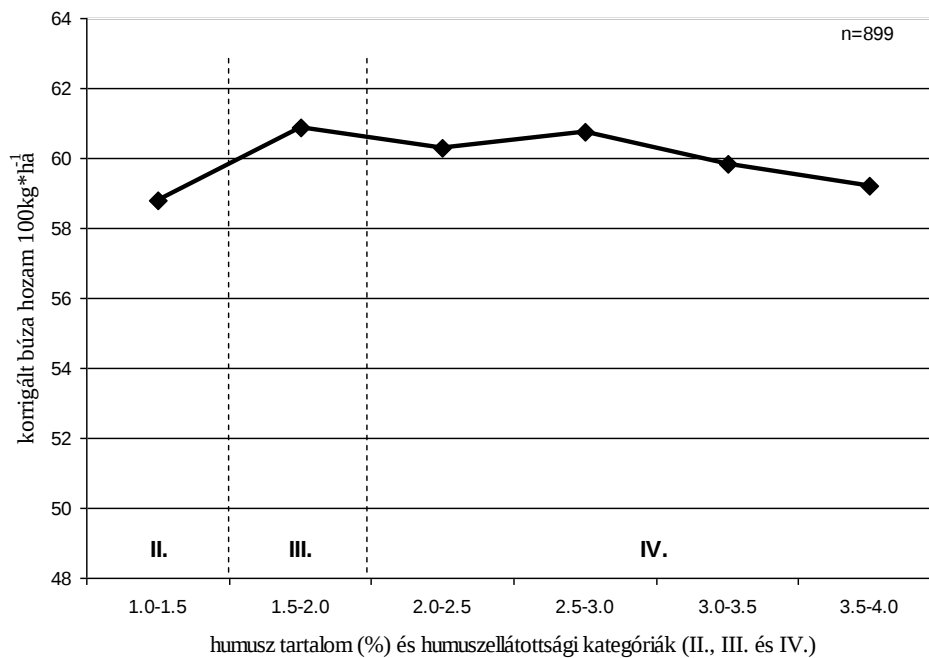
7.1.5. ábra. Elterő humuszellátottságú típusos agyagbemosódásos barna erdőtalajok produktivitása

Amint az a 7.1.5. ábrán látható, a humusztartalom szempontjából változati szinten azonos rendszertani kategóriába sorolt, agyagbemosódásos barna erdőtalajok meteorológiai hatásokkal korrigált búza hozama a gyengén humuszos (II. kategória) és közepesen humuszos (III. kategória) változatok esetében is meglehetősen nagy szórást mutat, ami statisztikailag is igazolható különbségeket takar (Melléklet 10. táblázat). Ezen talajoknál, ha pusztán a talajbonitációs alkalmazásra akarnánk tekintettel lenni, akkor inkább 1% és 2%

humusztartalomnál volna célszerű a kategóriák határait meghatározni. (A hatályos talajtérképezési útmutató ezt 1,5%-ban és 3%-ban teszi meg – Baranyai, 1988.).



7.1.6. ábra. Elterő humuszellátottságú , nem homokos, mészlepedékes csernozjom talajok produktivitása



7.1.7. ábra. Elterő humuszellátottságú humuszos öntéstalajok produktivitása

Hasonló a helyzet a nem homokos típusos csernozjomok humuszellátottság szerint azonos változatainak búza termékenységeivel is (6.1.6. ábra); itt szintén megfigyelhetők a változatokon belüli hozamkülönbségek és a változatok közötti hozambeli hasonlóságok. Az öntéstalajok változatainak termékenysége viszont kiegyensúlyozottabb, itt sem a humusz kategóriákon belül, sem azok között nincs számottevő eltérés a produkciós képességben (7.1.7. ábra).

A talajtérképeknek természetesen nem kizárólagos célja a talajbonitációs alkalmazások kiszolgálása, amint az ennek háttérét adó természettudományos talajosztályozás sem kell, hogy közvetlen gyakorlati célokat szolgáljon. (Még ha, – amint az, az előzőekben bizonyítást nyert –, egy jól fölépített talajosztályozás hordozhat is a mért talajváltozatok egyedi jelentőségén túlmutató, a gyakorlat számára is hasznos hozzáadott információt.) Ugyanakkor, a térinformatika utóbbi évtizedekben végbement fejlődésével ma már adottak a részletes térbeli (talaj)adatok tárolásának és feldolgozásának technikai lehetőségei. Mindezek alapján javasolható, hogy a hazai talajtérképezési módszertan megújítása során, a talajfoltok lehatárolása a folyamatos változókkal jellemezhető talajtulajdonságok részletes értékei mentén történjék. Az ilyen módon javított módszertan szerint megújított talajtérképi információbázis hozzásegíthet a kidolgozott talajbonitációs rendszer pontosításához és továbbfejlesztéséhez is.

7.2 Az Európai Unió talajerőforrásainak területi eloszlása

A becsült és távérzékelt talajproduktivitási indikátorok összehasonlító elemzése – a kontinentális léptéknek megfelelően - a szántóföldek minőségének nagymértékű klíma-determináltságát mutatja. Evvel együtt a talajféleség kifejezetten erős hatása szintén bizonyítást nyert.

Általánosságban elmondható, hogy az EU szántóinak produktivitása északnyugat-délkelet irányban, az óceáni klímahatás csökkenésével csökken. Ugyanakkor a mediterrán klímazóna kivételével a helyi talajminőség nagymértékben konpenzálhatja a klimatikus hátrányokat.

Az óceáni klímahatást élvező szántók rendelkeznek a legnagyobb biomassa termő képességgel, de az EU összes szántóinak több mint negyedét adó északi szubkontinentális klímájú területek is átlag fölötti produktivitásúak (7.2.1. táblázat). További négy klímazóna - az EU összes szántóterületének további 31% százalékát jelentő - szántóinak átlagos termékenysége éri el az EU átlagos termékenysége szintjét (7.2.1. táblázat). Ezen zónák közül a szubóceáni területek szántói mutatják a legnagyobb változatosságot termékenységüket tekintve amit a magas SD értékek (7.2.1. táblázat) is tükröznek.

A mediterrán klímazónákban elterülő szántók, amik az EU összes szántóterületének 21,2%-át fedik, az EU átlagos produktivásához képest jelentősen alacsonyabb produktivitásúak, amit jól érzékeltet az ide tartozó két övezet alacson zóna-produktivitási mutatója is.

Feltétlenül érdemes fölhívni a figyelmet arra a tényre, hogy az öntözéses gazdálkodással a mediterrán területeken jelentősen - de bizonyos mértékig a szubkontinentális zónában is - növelhető a szántók produktivitása illetve terméshezama. Igaz,

az öntözéses szántóföldi gazdálkodás mellett vizsgált aktuális vagy potenciális termőhely produktivitás vizsgálata jelen kutatásunknak nem volt célja, ugyanakkor további kutatásoknak feltétlenül érdemes ezt is vizsgálni majd.

7.2.1. táblázat Szántóterületek nagysága és földminősége az EU főbb klímazónáiban

klímazóna*	terület		átlagos produktivitási index (1-10)	a produktivitási viszonyszámok szórása (SD)	összes produktivitás		zóna produktivitási mutató ***
	km ²	az EU szántóinak %-ában			(pont)**	(%)	
1	32458	2.4	6.1	1.0	198645	2.5	1.0
2	308693	23.0	7.1	1.3	2189030	27.6	1.2
3	170655	12.7	5.7	1.6	974337	12.3	1.0
4	337121	25.1	6.2	1.1	2099960	26.5	1.1
5	175914	13.1	5.8	1.0	1013880	12.8	1.0
6	174171	13.0	4.0	1.2	698184	8.8	0.7
7	109687	8.2	5.0	1.2	545528	6.9	0.8
8	35101	2.6	5.7	1.3	198537	2.5	1.0

* 1- borealis és szubboreális; 2- óceáni; 3 –szub óceáni; 4 –szubkontinentális (északi); 5 – szubkontinentális (déli); 6 - mediterrán (szemiárid); 7-mediterrán (mérsékelt szubóceáni hatással); 8 – mérsékelt hegyvidéki **produktivitási viszonyszámmal kifejezve, a területegységre jutó produktivitási viszonyszámok összege *** zóna-produktivitási mutató = a klímazóna szántóinak területegységenkénti produktivitási indexek összege az EU szántóinak összes produktivitási indexe %-ában / a klímazóna szántóinak területe az EU összes szántóterületének %-ában

7.3 A környezeti szempontú földminősítés alkalmazási lehetőségei

A kidolgozott földminősítési módszertanra alapozva és az előzőekben bemutatott zalai esettanulmány példája alapján érdemes áttekinteni azon lehetőségeket, amik az integrált földminősítés segítségével kihasználhatók. A lehetőségek a mezőgazdasági és környezeti tervezés és földügyek több területét is érintik.

A táblaszintű alkalmazásokhoz megnyíló lehetőségek kihasználásának legfontosabb tárgyi feltétele a részletes talajtérkép. A nagyméretarányú (nagy részletességű) talajtérképek alkalmazása mellett, hogy a talajok térbeni heterogenitását és ebből következő termékenység különbségeket a parcella szintű alkalmazásokhoz megfelelő részletességgel csak ezekkel jeleníthetjük meg (Máté és Tóth, 2005), azért is elengedhetetlen, mert csak ezek segítségével elemezhetjük a településrendezés és birtokrendezés termőfölddel összefüggő követelményeit (Dömsödi, 2006). A talajadatokon nyugvó földminősítés a parcella szintű döntéstámogatáson kívül (a parcella szintű információkból adódóan vagy kevésbé részletes adatok alapján), regionális és országos áttekintésre és elemzésre is lehetőséget ad.

Az alábbiakban a tábla szintű információkon alapuló lehetőségeket tekintem át a földhasználat tervezése, valamint a birtokpolitikai alkalmazások szempontjából, a doktori értekezésemben bemutatott elveket követő D-e-Meter rendszer (Gaál, Máté és Tóth, 2003) segítségével. Végül egy példán keresztül az országos és regionális földrajzi elemzés lehetőségét is bemutatom.

7.3.1 Földhasználat tervezés térinformatikai támogatással

A doktori értekezésemben (3. fejezet) bemutatott földminősítési eljárás jelentette az alapját a D-e-Meter földminősítési és földhasználat-tervezési rendszernek (Gaál, Máté és Tóth 2003). A D-e-Meter egy olyan információs rendszer, amely magába foglalja:

- (1) a földminőség on-line térinformatikai eszközökkel történő térképi megjelenítését,
- (2) a földminőség és egyéb kritériumok (pl. racionális műtrágya-felhasználás) alapján történő növénytermesztési modellezést,
- (3) valamint a szántóföldi földhasználattal kapcsolatos adatszolgáltatási kötelezettségek teljesítésének támogatását, illetve az ágazati irányítással való közvetlen kommunikáció biztosítását.

A fenti rendszerrel tehát:

- (1) Elemezhetővé válik a mezőgazdasági földhasználat eredménye (a növényi produktum) és a környezeti erőforrások viszonya.
- (2) Megnyílik a növénytermesztési-környezetgazdálkodási információk naprakész nyilvántartásának lehetősége, egyszerűsödhet és gyorsulhat a gazdák és a szakigazgatás közötti információcsere.

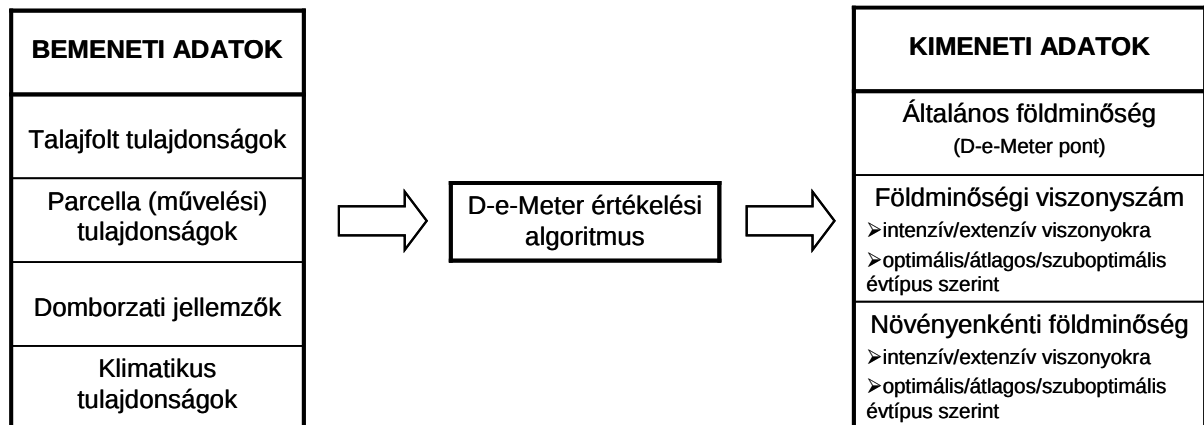
Az információs rendszer alapját az a talajtérképi, domborzati, klimatikus adatokon nyugvó, tehát környezeti szempontokat is érvényesítő földminősítő rendszer adja, amely:

- (1) kvantitatív módon határozza meg a termőhelyek produkciós potenciálját,
- (2) főbb gazdasági növények, illetve növénycsoportok szerinti értékelésre is lehetőséget ad,
- (3) tartalmazza a klimatikus hatásokból eredő, talajtani és földtani tényezőkön keresztül érvényesülő termékenységcsökkenés és termelési kockázat (aszály, belvíz) kifejezésének lehetőségét,
- (4) a produkciós viszonyokat különböző művelési intenzitási szinteken is jellemzi.

A D-e-Meter rendszer földminősítési algoritmusa és az egész informatikai rendszerterv úgy lett kialakítva (7.3.1.1. ábra), hogy a minősítési folyamat működése során beérkező adatok (pl. agrotechnikai-, meteorológiai- vagy talajtani adatok) statisztikai elemzése és azok eredményei folyamatos visszacsatolásban legyenek a rendszer különböző értékelési moduljaival, és így az egyre növekvő alapadattázból egyre megbízhatóbb minősítési értékszámok kalkulálhatók. Így a jövőben egyre egzaktabb, objektívebb földminősítési viszonyszámokat használhatunk a különböző feladatok végrehajtására.

A földminősítési rendszer a térbeli információk térképi megjelenítése által alkalmazkodhat legjobban a sokféle felhasználói követelményekhez. A D-e-Meter rendszer térinformatikai alkalmazási lehetőségei ezért oly módon kerültek kidolgozásra, hogy a földminősítés során nyert adatok térképi megjelenítése - így a földhasználati döntések támogatása - könnyen megoldható legyen. (Gaál et al., 2006; Hermann et al., 2008; Vass et al., 2003.) A digitális földminősítési térképeken nem csak a tárolás módját kell érteni, hanem a földrajzi vonatkozással bíró adatok és a felhasználó közötti interaktív grafikus kommunikáció

eredményeként létrejött tematikus térképet. A változtatható méretarányon kívül ezek nagy előnye, hogy a felhasználó választhat a megjelenítendő elemek köréből, amit a rendszer egy központi alapadatbázisból táplálkozva jelenít meg. Természetesen ez nemcsak az aktuális állapotokra vonatkozhat, hanem adatbázisban tárolt archív adatok lekérdezésére is mód nyílik, mind attribútum, mind pedig grafikus adat formájában. A kiválasztott területre vonatkozó olyan információk is megjeleníthetők, amik nem homogén egységként jellemzik a parcellákat, hanem kiemelhetők azok a területek, ahol a növénytermesztést limitáló valamely környezeti tényező a parcellán belül jelentkezik (pl. belvíz-érzékenység; gyökérfejlődést gátló talajtulajdonság; eróziós veszélyeztetettség).



7.3.1.1. ábra. Földminősítési pontszámítás, be- és kimenő adatok
a D-e-Meter rendszerben Vass et al. (2003) nyomán

A felhasználói igények kiszolgálása szempontjából fontos a megjelenítési felület tervezése, hiszen ez az első, amivel az érdeklődő találkozik. A D-e-Meter rendszer felületeinek létrehozásakor a funkcionalitás volt az elsődleges szempont, segítségével a létrehozott adatbázis úgy tölthető fel, hogy minden beavatkozás nélkül felépülnek az objektumok között szükséges térinformatikai kapcsolatok is. A felületek megjelenését és gyakorlati funkcióit az alábbiakban Gaál és munkatársai (2003) leírása alapján mutatom be.

A D-e-Meter informatikai rendszer használata során a vektoros kataszteri térképek, ortofotók és/vagy topográfiai térképek segítségével a gazdálkodók meghatározhatják gazdaságuk területét (Mellékletek 6a. és 6b. ábrái), majd a kijelölt területeken, szintén online térképszerkesztéssel kialakíthatják tábláikat, melyek a művelés hosszú távon állandónak tekinthető területi egységei (Mellékletek 6c. ábra). A gazdálkodás tervezése során a földminőség (és a támogatási-elvonási rendszerek) ismeretében alakíthatják ki a gazdák időszakos parcelláikat és tervezhetik az adott időszakra növénytermesztésüket (Mellékletek 6d. és 6e. ábrák). A gazdálkodás folytatásáról pontos nyilvántartás vezethető, amely magába foglalja a talajművelési, trágyázási vagy növényvédelmi, meliorációs, öntözési stb. beavatkozásokat (pl. Melléklet 6f. ábra). A használt területek, azok növénytermesztési szempontból fontos tulajdonságai és a rajtuk elvégzett munkák elektronikus táblatörzskönyvekbe szervezhetők, amelyek segítik a további tervezési munkákat is (Melléklet 6g. és 6h. ábrák).

A bemutatott eljárás a földminőség-alapú parcella, illetve gazdaság-szintű mezőgazdasági földhasználat tervezésre hozott példát. Ugyanakkor amellett, hogy a mezőgazdasági termelés eredményessége az üzemszabályozáson alapuló földhasználati optimalizálással jelentősen növelhető (Alvincz et al., 2008) és ebben a földminőség pontos ismerete is segíthet, a részletes földminőségi térképek segítségével a földhasználat regionális és országos szintű optimalizálása is lehetőség nyílik. A mezőgazdasági termelés mellett a területhasználat szélesebb összefüggései szempontjából is hasznos lehet a földek termelési potenciáljának ismerete. A környezetgazdálkodás olyan területeire is hatással lehet, mint például az épített infrastruktúra (utak, települések stb.) fejlesztésének térbeli tervezése a környezeti erőforrások legkisebb károsításával.

7.3.2 Földértékelési és birtokpolitikai alkalmazás

Magyarországon a legfontosabb birtokpolitikai gondot az osztatlan közös tulajdonok problémaköre és az elaprózódott birtokstruktúra jelentik (Hermann és Dömsödi, 2008). Ezek rendezése a mezőgazdaság és élelmiszeripar gazdasági teljesítményét egyaránt emelhetné, emiatt megoldásuk sürgető. Komlóssy (2008) nyugat-európai tapasztalatokra hivatkozva kimutatta, hogy a földek tagosításával, birtokrendezéssel akár felére csökkenthetők a termelési költségek.

A birtokrendezéssel kapcsolatos földügyi átalakításoknak, de a földdel kapcsolatos piaci tranzakcióknak (adás-vétel, bérlet, kisajátítás, földcsere stb.) is alapvető kívánalma, hogy olyan viszonyrendszer alapján történjen a föld minősítése és értékelése, ami megbízható és igazságos kiindulást jelent. A tagosítási, kisajátítási, vagy piaci tranzakciók során a földrészek minőségbeli összehasonlíthatósága alapvető követelmény, hiszen csak kölcsönösen elismert értékegyezés esetén bonyolítható igazságosan és vitamentesen. Természetesen a használók általi elfogadottság is fontos kívánalom, aminek csak egy olyan földminősítési, földértékelési rendszer felelhet meg, ami egzakt módon, objektíven értékeli a földek produkciós képességét, illetve gazdasági hasznát (Hermann és Dömsödi 2008, Máté és Tóth 1996). Következésképpen egy objektív alapokon nyugvó, környezeti szempontokat is érvényesítő földminősítő rendszer olyan eszköz lehet, aminek segítségével a birtokpolitika, a mezőgazdasági termelés-fejlesztés és a környezet érdekei könnyebben harmonizálhatók, egyszerűbben áttekinthetők (Gaál et al., 2003).

Ahhoz, hogy az új, objektív szemléletű földminősítő rendszer az ingatlan-nyilvántartáshoz és birtokpolitikához tartozó célokra és az aranykorona leváltására is alkalmassá váljon, a D-e-Meter rendszer fejlesztése során olyan lépésekre került sor, amik alkalmassá tehetik a sokoldalú feladatok ellátására.

A D-e-Meter értékelési algoritmussal növényenként kalkulált termékenységi viszonyszámok az egyes szántóföldi kultúrák termesztésének eredményességét tükrözik. Az egyes növények szerinti ún. növény-specifikus földminőségek egymáshoz viszonyított értékeit adja meg egy egységes skálán. Ez a földminőségi értékszám, egy adott termőhely termékenységi viszonyait tükrözi, és természetesen a környezeti tényezők változásának köszönhetően akár középháttérben változhat is (pl. klímaváltozás és hatásai!). Egy adott termőhely termékenységi viszonyait csak bizonyos feltételekkel tekinthetjük állandónak,

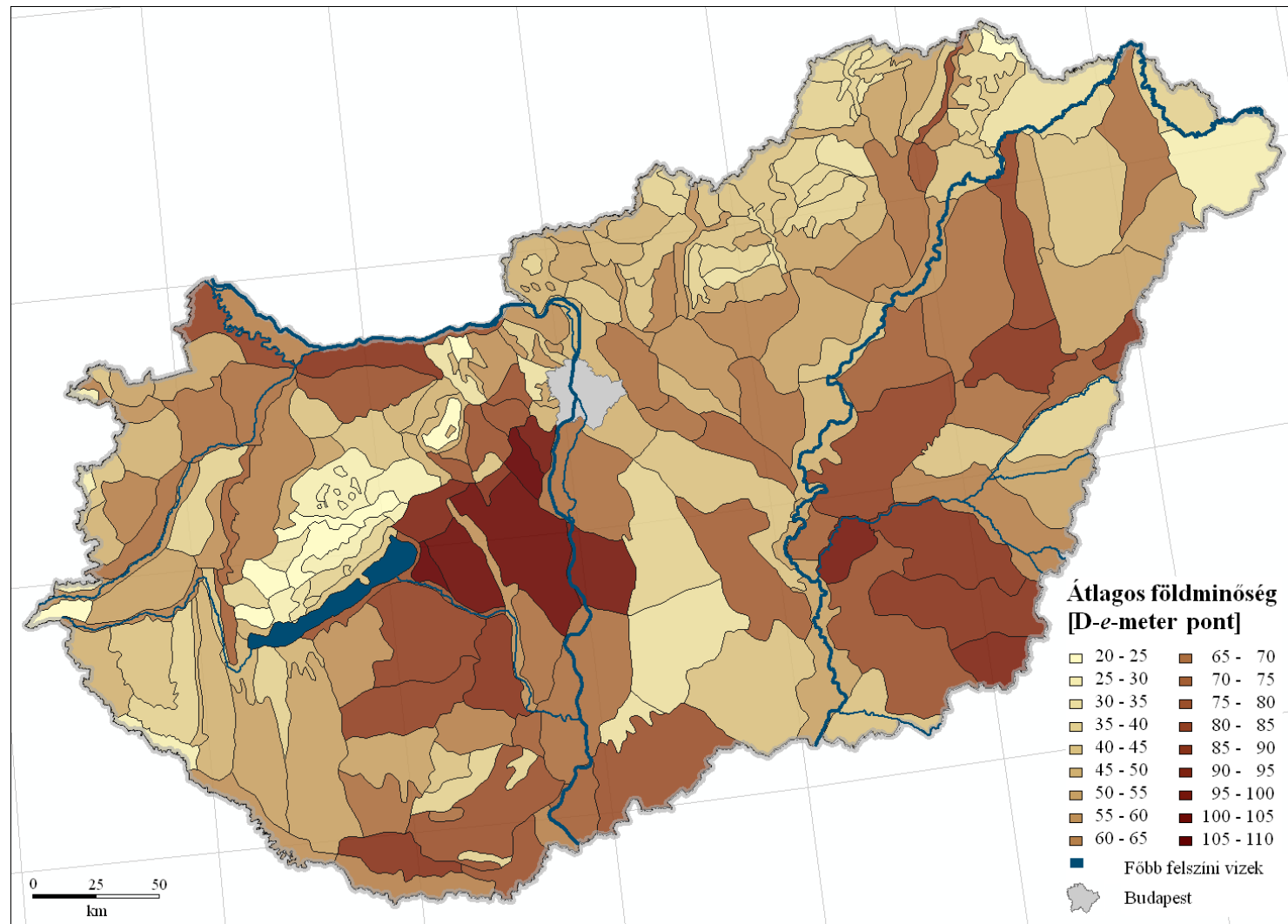
hiszen azt többek között a talajt érő degradációs folyamatok is csökkenthetik, vagy az agrotechnikai színvonal emelkedése is növelheti.

A földérték megállapításához és földhivatali bejegyzéséhez azonban szükség van egy viszonylag állandó értékszámra, ami viszont nem növény-specifikus, hanem egy általános értékmérő. Ezt az általános földminőséget a D-e-Meter rendszer automatikusan generálja egy adott parcellára, vagy földrészletre (kataszteri egységre) vonatkoztatva. Az általános földminőség meghatározása a növény-specifikus termékenységi viszonzyszámok felhasználásával történik oly módon, hogy a kalkulált növényenkénti értéket az országos vetésszerkezetben betöltött szerepüknek megfelelően súlyozva egy általános pontértékre átlagoljuk. Ez így már egy általános értékszámot ad a földek általánosságban vett produkciós viszonyainak kifejezésére. Ezt az általános földminőséget veszi alapul a D-e-Meter rendszer legújabb fejlesztései alapján kidolgozott közgazdasági modul, mellyel kiegészülve már eljutunk egy egzakt számításra alapuló, természettudományos alapokon nyugvó közgazdasági szempontból is értelmezhető értékszámig, az ún. Euro-hozadékgig (Szűcs et al. 2007; Tóth T. et al. 2006). Ez az egységes értékmérő – országos összehasonlíthatóságából fakadóan – képes betölteni funkcióját a föld adás-vétele, bérlete során megkövetelt korrekt érték megállapításkor, vagy akár földcsere során felmerülő értékegyeztetésnél. További előnye, hogy a szántóföldön kívüli művelési ágak földminősítése során kapott mutatók közgazdasági alapon összehasonlíthatóvá válnak általa (Tóth T. et al., 2007).

7.3.3 Hazánk földminőségének áttekintő térképe

Kiemelve a parcella szintű alkalmazásokban rejlő lehetőségek minden más alkalmazásnál nagyobb jelentőségét, a kevésbé részletes alkalmazásokra is érdemes tekintettel lenni. Munkatársaimmal (Tóth et al., 2014) az új földminősítési eljárást használva készítettünk országos áttekintő földminőség térképeket (7.2.3.1. és 7.2.3.1. ábrák). Térképeink megrajzolásánál a természeti földrajzi viszonyok alapján lehatárolt kistájakat vettük figyelembe, amelyek a magyarországi földrajzi elemzések alapegységének tekinthetők (Marosi és Somogyi, 1990; Dövényi 2010). A térképszerkesztéshez használt geoinformatikai adatbázis geometriai alapja a kistáj-határok vektoros digitalizált térképi állománya, amelyhez kapcsolódó relációs adattáblában a kistájak poligonjaihoz hozzárendeltük az ott előforduló talajok listáját, a kistájban betöltött területi arányukkal és a hozzájuk tartozó földminőségi viszonzyszámmal együtt. A földminőségi viszonzyszámok meghatározása a D-e-Meter rendszer eljárásán nyugszik (Gaál, Máté és Tóth, 2003). Az itt bemutatott térképek a szántók - intenzív művelés mellett számolt - földminőségét tükrözik. A kistájra jellemző átlagos földminőséget a kistájban előforduló talajféleségek földminősége alapján, azok területi arányával súlyozva számoltuk⁶. Természetesen vannak kistájak, ahol a talajféleségek változatossága a földminőség változatosságát is jelenti, így az „átlagos” érték mögött fontos különbségek bújnak meg. (Nem véletlen, hogy bármely földminősítés valójában csak parcella szinten - vagy parcellán belüli talajfoltra! - ad igazán megbízható értéket.) A kistájak földminőségét bemutató térképek olyan újfajta áttekintést adnak hazánk talajtakarójának hasznosítási lehetőségeiről, amelyek segítséget nyújthatnak a természetföldrajzi környezetbe illesztett további regionális elemzésekhez, valamint oktatási célra is javasolhatók.

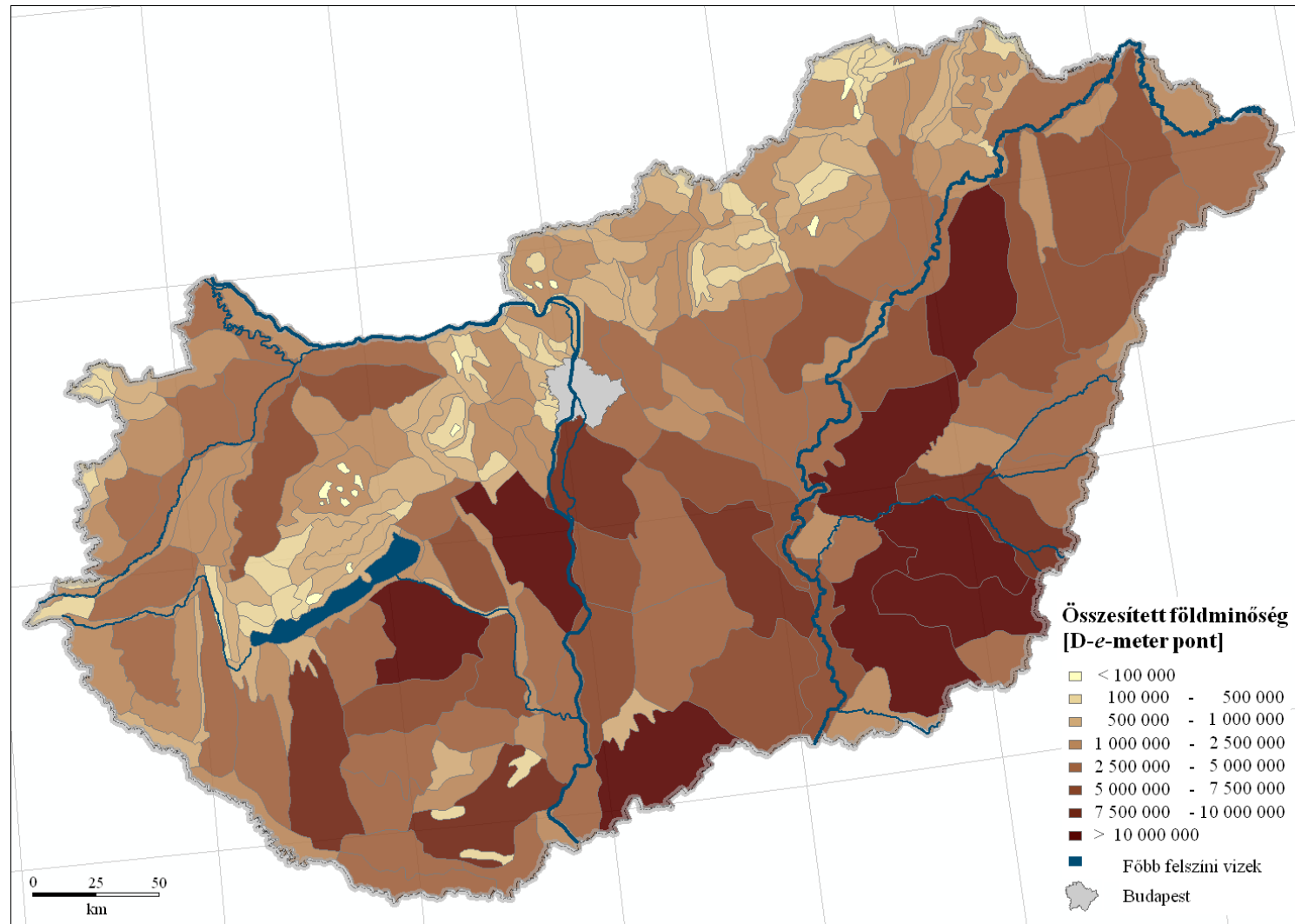
⁶ Ebben a munkánkban 3.5 fejezetben ismertetett skálázási lehetőségek közül azt választottuk, ahol az intenzív termelési viszonyok mellett számolt viszonzyszám felső határa nem limitált.



7.3.3.1. ábra. Áttekintő térkép Magyarország kistájainak földminőségéről

a D-e-Meter rendszer szántó minősítési eljárása szerint

(Tóth, Rajkai, Bódis és Máté, 2014)



7.3.3.2. ábra. Magyarországi kistájak összesített földminősége a D-e-Meter rendszer

szántóföldminősítési eljárása alapján (D-e-Meter ponttal kifejezve)

(Tóth, Rajkai, Bódis és Máté, 2014)

Az ország fő tájegységei termőhelyi potenciáljának a kistájak földminőségi pontjai alapján számított pontérték alapján megállapítottuk, hogy a hat főbb tájegység átlagos földminőség értékei között jelentősek a különbségek (7.3.3.1. táblázat). A természetföldrajzi nagytájak közül a Kisalföld a legtermékenyebb, 68,9 pontos földminőségi átlagával. Ezt a Nagyalföld (63,4 pont), Dunántúli Domság (60,9 pont) majd a jóval kevésbé termékeny Nyugat-magyarországi peremvidék (48 pont) Észak-magyarországi-középhegység (46,8 pont) és az általában legkedvezőtlenebb termőhelyi adottságú Dunántúli-középhegység (41,6 pont) követi. Országosan egységes viszonyítási rendszerbe helyezve újabb számszerű bizonyítást nyert a közismert tény, hogy - az ország összpotenciáljának mintegy 60%-ával - hazánk nagytájai közül az Alföld rendelkezik a kimagaslóan legnagyobb növénytermesztési potenciállal, a jó földminőségnek és a nagy területi kiterjedésnek tulajdonthatóan (7.3.3.1. táblázat).

7.3.3.1. táblázat

Magyarország nagytájainak földminősége D-e-Meter értékszámokkal kifejezve

A nagytájak			
neve	területe (km ²)	átlagos földminősége (D-e-Meter pont)	összesített földminősége országos összehasonlításban (%)
Nagyalföld	51344	63,4	59,4
Kisalföld	5576	68,9	7,0
Nyugat-magyarországi peremvidék	7195	48,0	6,3
Dunántúli-dombság	11822	60,9	13,1
Dunántúli-középhegység	6377	41,7	4,9
Észak-magyarországi- középhegység	10882	46,8	9,3

Az 7.3.3.1. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a Dunántúlon nagy különbségek vannak az egyes kistájak szántóinak átlagos termékenységeiben, míg a Duna-Tisza közén a kistájak földminőségi átlaga kiegyensúlyozottabb. A Duna-Tisza köze kistájai földminőségének kiegyensúlyozottságát az alacsony és közepes minőségű területek túlsúlya adja. A Dunántúl változatos földminőségi mintázata és a Tiszántúli vidékek átlagosan nagyobb értékű földminősége is világosan látszik az 7.3.3.1. ábrán bemutatott térképen. Ez a mintázat jó hasonlóságot mutat az ország földminőségét ábrázoló korábbi térképek mintázataival, így Máté és Szűcs (1974) térképével.

A kistájak átlagos növénytermesztési potenciálja, illetve annak kiaknázási lehetőségei mellett a szántóföldi területek összes potenciálja is fontos lehet. A D-e-Meter pontértékkel jellemzett földminőség kistájankénti összesített értékeit ezért külön térképen ábrázoltuk (7.3.3.2. ábra). A legnagyobb, azaz 100.000 hektárnál nagyobb szántóterülettel rendelkező kistájak (Csongrádi-sík, Szolnok-túri-sík, Bácskai löszös síkság, Békési-hát, Közép-Mezőföld, Békési-sík) területei egyben kiváló minőségűek is. A Dunántúli-középhegység és az Észak-Magyarországi-középhegység kistájain ezzel szemben kis területű, és rossz minőségű szántók találhatók. Természetesen a mezőgazdasági hagyományok, a tájképi elemek védelme, a természetvédelmi és a társadalmi szempontok ezekben kistájokban is indokolhatják a szántók további művelését.

A földminőség mintázatának ismerete a mezőgazdasági fejlesztések tervezésén túl komplex földhasználat-tervezési döntéshozatalt is segíthet, például az infrastruktúráis

beruházások területi optimalizálását is. A termőföldcsökkenés, ezen belül is a jó minőségű szántók – infrastruktúra-fejlesztési célú – művelésből kivonásának Európában megfigyelhető trendje az elmúlt években Magyarországon is érvényesült (Tóth, 2012). A kistájak szántóföldjeinek minőségét bemutató térkép (7.3.3.1. ábra) tehát segít a természetföldrajzi szempontokat is érvényesítő, az ország hosszú távú élelmiszerbiztosítását és gazdaságát szolgáló fejlesztések kidolgozásához, a fenntratható talajvagyon gazdálkodás tervezéséhez és végrehajtásához.

7.4 Következtetések az integrált földminősítés és az európai talajvédelmi stratégia összefüggésében

Amint azt a doktori értekezés bevezetőjében tárgyaltam, az Európai Unió Talajvédelmi Stratégiájának fő célja, a talajfunkciók fönntartása és javítása, a talajdegradáció megelőzésével és a degradált talajok helyreállításával. A talajvédelmi stratégiához készített hatástanulmány (EB, 2006b) azt is kimutatja, hogy a talajvédelem érdekében hozott intézkedések környezeti, gazdasági és társadalmi haszna jelentősebb a várható költségeknél.

A talajvédelmi stratégiában megfogalmazott keretirányelv javaslat (EB, 2006b) szerint a tagállamoknak azonosítani kell az egyes degradációs folyamatok (erózió, szerves anyag csökkenése, tömörödés, szikesedés, földcsuszamlások) által veszélyeztetett területeket, illetve a talajszennyezés esetében a szennyezett területeket. Az elképzelések szerint szintén tagállami köteleesség lesz intézkedéseket hozni a talajt károsító tényezők ellen. Ugyanakkor az irányelv szabadságot biztosít a tagországoknak a tekintetben, hogy ennek az elvárásnak milyen módon felelnek meg. A célok elérésének módjáról és a vállalható degradációs kockázat mértékéről tehát maguk a tagállamok határozhatnak. A javaslat alapján egy keretrendszer jön létre, amelyen belül a megfelelő földrajzi és adminisztratív szinten lehet terveket elfogadni azoknak a veszélyeknek a kezelésére, amelyek az adott helyen előfordulnak

A doktori értekezésben bemutatott talajminősítési módszer kiegészülve a talajminőséghez igazodó talajhasználati ajánlásokkal segíthet a megfelelő, költséghatékony intézkedések meghozatalához, és így hozzásegíthet a talajfunkciók fönntartásához és javításához. Ugyanakkor egy talajminősítő rendszer, legyen az bármilyen sokoldalú és megbízható, önmagában természetesen nem elegendő eszköz a talajvédelmi stratégiában megfogalmazott célok eléréséhez. Azokhoz pontosan számba kell venni a hazánk talajait érintő degradációs folyamatokat, regionális és helyi (tábla, illetve talajfolt szintű) érvényesülésük okait és következményeit. Hazánk európai összehasonlításban kedvező helyzetben van, hiszen ennek a munkának áttekintésére és első lépéseként elkészült az 'Országos Talajvédelmi Stratégia' tudományos háttérét összefoglaló ajánlás (Németh et al., 2005). Az ajánlás alapján a degradációs folyamatok és hatásaik felmérésére vonatkozó módszereket a helyi lehetőségeknek leginkább megfelelő módon kell tovább pontosítani. Erre a lehetőség adott, mivel az EU közösségi jogalkotóinak elképzelése szerint a talajvédelmi stratégia az arányosság biztosítása érdekében a tagállamokra bízta a legmegfelelőbb földrajzi és közigazgatási szinten a legmegfelelőbb specifikus intézkedések azonosítását (EB, 2006a). (Teszi ezt annak biztosítása érdekében, hogy a talaj sokfélesége, felhasználásai, a

helyi éghajlati feltételek és a társadalmi-gazdasági szempontok területén jelentkező regionális és helyi sajátosságokat megfelelő módon lehessen figyelembe venni.)

Mivel a beavatkozás módját és szintjét is a tagállamok határozzák meg, ezért Magyarországon is adott a lehetőség a hazai ismereteknek leginkább megfelelő tervezésre. Nem elsődleges cél tehát a hazai gyakorlat külföldi példáknak való megfeleltetése, sokkal inkább egy, a hazai körülményeknek leginkább megfelelő módszer kidolgozása (aminek megfeleltetését más rendszerekhez vagy a fejlesztés során, vagy azt követően lehet megvizsgálni).

Az európai talajvédelmi stratégia végrehajtását illetően az EU döntéshozó és döntéstámogató társszerveinek ajánlásai is fontos szempontot nyújtanak. A Régiók Tanácsának a talajvédelmi stratégia kialakításának javaslatához (CdR, 2003) fűzött véleménye világít rá a végrehajtás során elvárható azon szempontokra, amik aláhúzzák a földminősítés jelentőségét valamint a stratégia céljainak helyi megvalósítása és az eredmények európai összehasonlíthatóságának összefüggéseit. A Régiók Tanácsának (kivonatolt) véleménye szerint:

- A talajhasználat lehetőségeit a helyi viszonyokra adaptált talajminőség normák szerint kell meghatározni
- A talajminőség indikátoroknak célirányosnak és alkalmazás-alapúnak kell lenni, valamint pragmatikus és helyi viszonylatban érvényes kockázat-elemzés orientált és költséghatékony programok kialakítását kell segíteniük.
- Standardizált módszerek és ezek megfelelő minőségellenőrzése az előfeltétele egy Európán átnyúló talajminősítésnek.

A Régiók Tanácsának véleménye tehát a talajvédelmi stratégia végrehajtását illetően túlmutat az Európai Bizottsági előterjesztésben kötelező érvényűnek szánt javaslaton. A talajminősítést, mint a fenntartható talajhasználat tervezés kritériumát jelöli meg. A komplex talajértékelés jelen doktori disszertációban ismertetett módszere jelentheti az alapot egy helyi érvényességű (pl. magyarországi szántók) és európai összehasonlíthatóságot is lehetővé tevő rendszer kidolgozásához. Egyúttal lehetőséget biztosítva a Talajvédelmi stratégia közvetlen céljainak támogatásán túl annak más, európai, regionális és helyi programokkal történő integrálására.

Hazánkban nagyrészt biztosítottak a feltételek egy, parcella szintű döntések támogatását is lehetővé tevő integrált rendszer bevezetéséhez (Szabóné, 1999). Míg regionális bevezetésre már indultak kezdeményezések, amik az elkövetkező években megvalósulhatnak (PE, 2004, 2009), addig a teljes körű, országos bevezetéshez a részletes talajtérképeket azokra a területekre (az ország szántóinak mintegy harmadára) is el kell készíteni, amikre jelenleg nincsenek ilyenek. A tartamos talajkondíció értékeléshez vezető integrált alkalmazások érdekében pedig a szelvényadatok teljes körű feldolgozását tartalmazó megújított térképezési módszertanra és ilyen módszertan alapján elkészített térképekre lesz szükség.

Európai harmonizációs lehetőségek: adatháttér

A talajvédelemmel kapcsolatos információk európai összehasonlíthatóságát azok a törekvések segíthetik, amelyek a tagállamokban egységes, de legalább is egymással összevethető és átjárható téradatrendszer kialakítását célozzák a területi jellegű, nagy jelentőségű és általánosan használt környezeti és társadalmi információk előállítására és kezelésére vonatkozóan. Ezen törekvések előmozdítására az EU jogalkotó szervei egységes irányelvben (az ún. INSPIRE irányelvben) fektették le a harmonizációs lépések alapjait (EU, 2007). Az elképzelések és elvárások a lehetőségeknek megfelelően különböző szinten harmonizált téradat infrastruktúráról szólnak, illetve az egységes értelmezhetőség lehetőségét hordozó megfeleltetési rendszer kialakítását propagálják. Az adatokat a harmonizálási kritériumok szigorúsága szerint három csoportba osztják: az első csoportba kerülnek azok az adatok, amik egységes térbeli referenciát biztosítanak (pl. közigazgatási határok, kataszteri parcellák) a többi csoportba sorolt környezeti tematikus adatok publikálásra.

A második és harmadik csoportba került adatok esetén (pl. domborzat, talaj) a követelményrendszer már kevésbé szigorú, de az adatbázisok felépülésének és adattartalmának egymással megfeleltethetőnek kell lenniük. Ez utóbbi csoportba tartoznak azok az - egyébként térbeli elhelyezkedésük szempontjából is fontos - adatok, amelyek valójában csak hosszabb távon egységesíthetők, harmonizálhatók.

Az elképzelések szerint a talajadatokra vonatkozóan is célszerű volna olyan ajánlásokat megfogalmazni, amik megkönnyítik a különböző – az adminisztratív, közigazgatási egységek vagy a természeti környezet szempontjából lehatárolható – területekre rendelkezésre álló térbeli információk kezelését, értelmezését. Ezek az európai érvényességű ajánlások, ill. adatspecifikációk azonban egyelőre nem készültek el.

A talajtani adatok vonatkozásában a jelenlegi helyzet Európa szerte nagyon változatos. Országoként és régióként eltérő térbeli és tematikus részletességű és minőségű információ áll rendelkezésre (Jones et al., 2005). Európai szinten jelenleg csupán az áttekintő, 1:1.000.000 léptékű térképi megjelenítésre lehetőséget nyújtó Európai Talajadatbázis áll rendelkezésre (EC, 2003) illetve a FAO-nak a kontinensre vonatkozó információi (FAO, 1974, 1990). Az 1980-as évek közepére elkészült az Európai Közösség akkori területét - 12 tagállamot - lefedő áttekintő talajtérkép (CEC, 1985), aminek magyarázó szövegével megjelent újabb kiadása svájci adatokra is kiterjedt (ISSS, 1986). Ezek a térképek a Világ Talajtérkép (FAO, 1974) jelkulcsának adaptálásával mutatták a talajok térbeli mintázatát, Európának a nyugati és délnyugati régióira. Az Európai Talajadatbázis tartalmának térbeli (és tematikus) fejlődésével mára az egész kontinensre rendelkezésre állnak talajadatok. Igaz, az egyes országokból beérkezett adatok harmonizációja még nem teljes körű. A kontinens első áttekintő talajtérképe, amely a Világ Talajainak Referencia Bázisa (WRB: FAO, 1998) szerinti jelkulcsot használta 2001-ben jelent meg (EC, 2001).

Az európai Talajvédelmi stratégia végrehajtásához feltétlenül szükség lesz részletes pán-európai talajinformációkra illetve azok kritikai elemzésére. Az Európai Bizottság Közös Kutatóintézetében folyó európai talajminősítési kutatások szintén igénylik a jól dokumentált térbeli talajinformációkat. Ezen igények alapján a rendelkezésre álló Európai Talajadatbázis földolgozásával, munkatársaimmal elkészítettem az Európai Unió talajtípusainak első, talajföldrajzi szempontú részletes jegyzékét (Tóth et al., 2008a). Ebben a munkában a WRB

(FAO, 1998) második szintjének talajegységei szerint mutattuk be talajok kiterjedését és térbeli elhelyezkedését az EU 27 tagországának területén, valamint jellemeztük azokat a főbb tulajdonságaik és diagnosztikai kritériumaik szerint.

Az EU Közös kutatóközpontjában jelenleg is tovább folynak a kutatások és fejlesztések egy harmonizált, többszintű európai talajinformációs rendszer kiépítésére (Panagos et al., 2006; JRC, 2009), aminek eredményeként a jövőben kiszélesedhetnek a talajinformációk páneurópai alkalmazásának lehetőségei.

Európai harmonizációs lehetőségek: módszerek

Európában a földminősítési és a degradációs folyamatok felmérésével és modellezésével kapcsolatos munkák eredményeit összekapcsoló rendszerre még nincs példa. Az európai földminősítési rendszerek részletes számba vételére több mint húsz éve nem készült tanulmány és a korábbi munkák sem térnek ki részleteiben a harmonizálási lehetőségeikre (FAO, 1975; Norr, 1986). Az európai talajtani kutatások közelmúltbeli időszakát túlsúlyban a degradációs folyamatok vizsgálata jellemezte. A degradációs folyamatok felmérésével, monitoringjával, modellezésével és összehasonlításával kapcsolatban számos olyan tanulmány jelent meg az elmúlt években, amik kifejezetten a talajvédelmi stratégia céljainak megvalósítását kívánják elősegíteni (Eckelmann et al., 2006; Huber et al., 2008.) Ezen munkákba bekapcsolódva munkatársaimmal összegeztük az európai léptékű talajdegradációs folyamatok és a földminőség modellezésének és térképi megjelenítésének lehetőségeit, a Talajvédelmi stratégia által meghatározott főbb degradációs folyamatok és talajfunkciók vonatkozásában (Tóth et al., 2008b). Ezek az első lépések a harmonizált pán-európai módszertani harmonizáció és térképi megjelenítések irányába. Amint azt azonban van Beek és Tóth (2009) megállapítják, a talajdegradációs folyamatok felmérési módszereinek európai harmonizációja érdekében további jelentős erőfeszítésekre van szükség és egy lehetséges módja az egymástól különböző módszerekkel kapott eredmények összehasonlításának a degradációs veszélyeztetettség index alkalmazása lehet.

Összességében úgy gondolom, hogy az Európán átívelő földminősítési és degradáció értékelési alkalmazások közös pontját egy egységes földminősítési kategóriarendszer jelentheti, ami függetlenül a kategóriák kialakításához használt módszertől, a felmérések eredményeit összehasonlíthatóvá teszi. Az integrált talajminőség kifejezésének a doktori értekezésben bemutatott módszere egységes keretet adhat egy ilyen kategóriarendszer kialakításához. Ennek pontosításához vezethet a későbbiekben az adat-felvételezés és különböző célú felmérések eljárásainak harmonizálása.

A talajminőség értekezésemben ismertetett újradefiniálása meghatározó hatással lehet a nemzeti és nemzetközi szintű talajmonitoring programokra és a környezeti beszámolók módszertanára is (Montanarella, 2008).

Ahhoz, hogy a gyakorlatba ültetett programok által nyert információk egymással összehasonlíthatók legyenek, összeurópai viszonylatban - de hazánkban is - megvalósításra vár a térbeli talajtani adatok alkalmazhatóságának összehangolása. Erre vonatkozóan javoljuk az európai Területi információs infrastruktúrához (EU, 2007) illeszkedő, több léptékű, interneten keresztül hozzáférhető és sokoldalúan alkalmazható talajinformációkat tartalmazó

Talaj Téradat Infrastruktúra kiépítését (Tóth és Máté, 2006). A Talaj Téradat Infrastruktúrának a felhasználó központúság, hálózatos szolgáltatás, adatminőség és alkalmazhatóság kritériumainak megfelelően, az egyéb térbeli adatokkal (pl. kataszteri, domborzati adatok) együttes értelmezésére is lehetőséget kell nyújtania. A jövőben kifejlesztendő, részletes talajinformációkon alapuló, harmonizált európai alkalmazásokhoz a doktori értekezésemben (5. fejezet) bemutatott, mintaterületi megvalósítás nyújthat példát.

dc_879_14

8. Összefoglalás

A talajok degradációjának és az ennek következtében jelentkező járulékos környezeti károknak a társadalomra gyakorolt lehetséges hatását felismerve, az Európai Bizottság közleményben fogalmazta meg az Európai Unió talajvédelemről szóló tematikus stratégiáját (Talajvédelmi stratégia; EB, 2006a). A Talajvédelmi stratégia rámutat, hogy a talajoknak az ökoszisztémában betöltött szerepe és a társadalom számára nyújtott szolgáltatásai Európa nagy részén nem teljesülhetnek a kívánatos mértékben. Ennek okai elsősorban az emberi tevékenység okozta negatív hatások, amik főleg a helytelen mezőgazdasági és erdészeti gyakorlat, a turizmus, a városok-, ipari területek- és közlekedési infrastruktúra területi növekedésének következményei. A Talajvédelmi stratégia fő célja, a talajfunkciók megóvása és javítása, a talajdegradáció megelőzésével és a degradált talajok helyreállításával.

A Talajvédelmi stratégia az Európai Unió Alapjogi Chartájában lefektetett alapelveket tiszteletben tartva és azokkal összhangban próbálja elősegíteni a talajvédelem közösségi környezetvédelmi politikákba történő integrációját. A közösségi politikáknak való megfelelés egyben azt is jelenti, hogy a jövőben a földügyeket kizárólag a társadalmi igazságosság és a természeti erőforrások megóvásának kettős kritériuma mentén szabad kezelni.

A környezet, benne a talajerőforrás megóvását biztosítandó, Európa-szerte, így hazánkban is indultak a földhasználat gyakorlatát szabályozó programok. Ezeket a programokat (pl. a jó mezőgazdasági gyakorlat, vagy kölcsönös megfeleltetés programját) az Európai Unió is hivatalos vidékpolitikájának fókuszába emelte. Így válik a környezetvédelem a mezőgazdasági politika, és a vidékfejlesztés egyre meghatározóbb részévé. Ez a folyamat ugyanakkor még épp, hogy elkezdődött, környezeti hatásairól nincsenek részletes ismereteink. Az EU vidék- és agrárpolitikájának (támogatáspolitikájának) változásai jól követhető társadalmi változásokat indukáltak, indukálnak, miközben a természeti tényezők (pl. talaj, légkör, biodiverzitás) állapotára gyakorolt hatása, annak közvetettsége, és a mérési mechanizmusok hiányosságai miatt is, nagyrészt ismeretlen.

Egy környezeti szempontokat is érvényesítő földminősítő rendszer olyan eszköz lehet, aminek segítségével a birtokpolitikai háttérű mezőgazdasági termelés-fejlesztés és a környezet érdekei könnyebben harmonizálhatók, egyszerűbben áttekinthetőbbek lehetnek. Evvel szemben, a hazánkban jelenleg is használatban lévő földértékelési módszer (az ún. aranykorona rendszer) a természeti tényezőket eredetileg csak közvetett módon figyelembe vevő, és mára gazdaságilag is túlhaladott, a modern társadalmi igényeknek megfelelni nem tudó rendszer. Így a mezőgazdasági-, földügyi- és környezeti politika tervezésének egyik lehetséges eszköze marad a mai állapotok miatt kihasználatlanul; továbbá a termőföld nem tudja kellően betölteni a földjelzáló-hitelezésben, és általában az elvonások és támogatások rendszerében betöltendő szerepét sem. Az e nélkül is tökehiányos agrár-ágazat gazdasági teljesítménye emiatt is korlátozódik.

A hazánk mezőgazdaságának versenyképességének növeléséhez elengedhetetlen modernizáció, az egészséges birtokszerkezet kialakítása és a környezetvédelem szempontjainak érvényesítése (egymással nagyon szoros összefüggésben), csak oly módon valósítható meg, ha a lehetőségek (potenciálok), és ezek kiaknázása következtében jelentkező hatások (környezeti és társadalmi hatások) ismertek, a köztük lévő harmónia megteremthető.

Mindezek alapján fontos, hogy hazánkban kidolgozásra és bevezetésre kerüljön egy környezetgazdálkodási megközelítésű földminősítési rendszer, ami viszonyítási alapot jelenthet a piaci és állami földalapú műveletekhez, segítséget nyújthat az ország földhasználati stratégiájának alakításához, a helyi fölhasználati döntések támogatásához, és az Európai Unió Talajvédelmi stratégiájának hazai végrehajtásához is.

Doktori értekezésemben hazánk szántóföldjeinek termékenységük szerinti osztályozási rendszerének továbbfejlesztéséhez, és új szempontok szerinti bővítéséhez kívántam olyan, tudományosan megalapozott módszerrel szolgálni, ami lehetővé teszi, hogy a földminősítés és földértékelés hagyományos alkalmazási lehetőségeit a környezeti szempontok érvényesítésére is kiterjesszük.

Munkámnak kettős feladata volt:

- A hazai földminősítési rendszerünk megújításához kellett egy olyan, tudományos módszert kidolgozni, amivel számszerűsíteni lehet a talajféleségek termékenységét a különböző gazdasági növények relációjában, a termékenység változását az agrotechnika színvonalának függvényében és a klimatikus hatásokból eredő növénytermelési különbségeket is.
- Egy olyan, integrált talajminősítési keretrendszert kellett megtervezni, ami a talajfunkciók és degradációs veszélyeztetettségük együttes értékelésével az EU Talajvédelmi stratégiájában lefektetett célok egységes értelmezési lehetőségét kínálja.

A hazánkban mindeztidáig kidolgozott, becsléses földminősítési eljárásokkal szemben, egy pontosabb és megbízhatóbb rendszer csak mért adatok statisztikai feldolgozásán alapulhat, ezért a földminősítési munkák elméleti megalapozása során számba kellett venni a rendelkezésre álló adatok körét. Mivel a gyakorlati hasznosíthatóságot szem előtt tartva kellett eljárni, olyan adatokra támaszkodhattam, amelyek a földminősítési rendszer használata során is rendelkezésre állnak. Ez a megfontolás indokolja, hogy a földminősítési rendszer kidolgozása és alkalmazása során, célszerű az 1:10000 méretarányú talajtérképek által hordozott információt a legteljesebb mértékben fölhasználni, hiszen a bevezetés is ilyen alapokon képzelhető el.

A földminősítési kutatások során a hozamokat kialakító klimatikus és trágyázási hatások figyelembe vétele mellett, statisztikai módszerekkel kerestem összefüggéseket a talajtulajdonságok és a hozamok között. A vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a termelési potenciál kifejezését, a vízgazdálkodás alakításában döntő szerepet kapó változati talajjellemzők, valamint a tápanyag-dinamikára is ható, talajtérképeken szereplő talajtani alrtípus és változati jellemzők alapján érdemes megközelíteni, és a tápanyag-ellátottsági viszonyokat tükröző talajvizsgálati eredmények alapján érdemes pontosítani. A vizsgálatok eredményei alapján kialakított elvi alapokon folytattam további elemzéseim, a talajbonitációs, földminőségi skálák fölállítására.

Első lépésben a magyarországi talajok vízgazdálkodási kategóriái szerinti termékenységi vizsgálatok, ill. termelési viszonyok fölmerése alapján termékenységi sorok kerültek kialakításra. Ezek a termékenységi sorok a különböző vízgazdálkodási kategóriák termelési képességét az országos átlagos terméshozamok viszonylatában klímakörzetenként mutatják. A kapott viszonyszámok - melyek a legfontosabb gazdasági

növényekre készültek, kétféle input-intenzitási szinten (intenzív és extenzív művelés mellett) és háromféle meteorológiai évtípusra (optimális, átlagos és szuboptimális) - jelentették az alapját a részletes talajbonitációs táblázatok kialakításának. Második lépésben a talajváltozatok várható hozamai alapján határoztam meg talajtani altípusonként a talajváltozatokra vonatkozó lehetséges talajbonitációs faktorok értékeit, szintén főbb gazdasági növényenként, kétféle input-intenzitási szinten és háromféle karakteres klimatikus évtípusra. Ezt oly módon végeztem, hogy a rokon taxonómiai egységek talajbonitási értékei harmonikus átmenettel illeszkedjenek egymáshoz. Ez a megközelítés a talajbonitáció pontosabbá tételén túl gyakorlati jelentőséggel is bír, hiszen ily módon a talajtérképezés során elkövetett esetleges téves osztályozásokból adódó hibák következményeit is minimalizálni lehet.

A vízgazdálkodási és tápanyaggazdálkodási kutatások eredményeit integrálva kerültek kialakításra a növényenként, évjáratípusonként, tápanyagellátottsági szintenként és trágyázási intenzitás szerint részletezett talajbonitációs táblázatok. A talajbonitációs táblázatok értékei a földminőség megállapításához tovább faktorozandók a kitétség és elővetemény szerinti korrekciós tényezőkkel.

Az aranykorona alternatíváját jelentő, általános földminőségi ponttal kifejezett viszonyszám, a főbb növények (növény-specifikus) földminősítési pontjainak az országos vetésszerkezetben elfoglalt arányuk szerinti súlyozásával kerül kialakításra. Az így kapott földminősítési pont az adott talajfoltra érvényes. Az egyes földterületek, parcellák a rajtuk található talajfoltok mérete és földminősítési pontja alapján minősíthető.

A vizsgálataim, azon túl, hogy hozzájárultak a különböző talajféleségek termékenység rangsorainak felállításához, számos talajtani összefüggést is feltártak, illetve az ezekről az összefüggésekről már meglévő ismereteinket támasztották alá új adatokkal. A használatos talajtérképezési módszertan hátrányaira is rámutattam (a humuszkategóriák példáján keresztül), és javaslatot tettem annak egyes elemei korrekciójához. A javított módszertan alapján megújított talajtérképi információbázis hozzásegíthet a kidolgozott földminősítési rendszer pontosításához, továbbfejlesztéséhez.

A doktori értekezésben bemutatott talajbonitációs-földminősítési kutatások eredményeit összegezve elmondható, hogy kialakításra került egy új, környezeti szempontokat is érvényesítő földminősítő rendszer, amely:

- kvantitatív módon határozza meg a termőhelyek produkciós potenciálját,
- főbb gazdasági növények illetve növénycsoportok szerinti értékelésre is lehetőséget ad,
- tartalmazza a klimatikus hatásokból eredő, talajtani és földtani tényezőkön keresztül érvényesülő termékenységsökkenés és termelési kockázat (aszály, belvíz) kifejezésének lehetőségét,
- a produkciós viszonyokat különböző művelési intenzitási szinteken is jellemzi.

Az új földminősítési módszer kidolgozásával (és annak informatikai rendszerbe integrálásával) megteremtődtek az alapok a sokat bírált aranykoronás földminősítési rendszer kiváltásának, valamint a környezetgazdálkodás magasabb szintű tervezésének is.

Az új földminősítési eljárás úgy lett kialakítva, hogy a minősítési folyamat az adatbázisok bővülésével (pl. új növénytermesztési, agrotechnikai-, meteorológiai-, vagy talajtani adatok révén) könnyen megismételhető legyen, így az egyre növekvő alapadatbázisból egyre megbízhatóbb minősítési értékszámok kalkulálhatók. Ennek alapján a jövőben egyre egzaktabb, objektívebb földminősítési viszonyszámokat használhatunk a különböző feladatok végrehajtására. Az új földminősítési rendszer a közgazdasági elemekkel való bővíthetőség lehetőségét is hordozza, így ezek a feladatok magukba foglalják a földek gazdasági értékeléséhez kapcsolódó célokat is.

Mivel a megfelelő részletességű (1:10000 méretarányú) talajtérképek hazánk termőterületének mintegy 2/3-ára állnak rendelkezésre, ezért a jövőben feltétlenül szükség lesz a hiányzó területek térképezésére. A nagyméretarányú talajtérképezés újraindítása az ország talajtérképekkel nem rendelkező területein szerepet játszhat a külterületi ingatlan-nyilvántartás adatbázisának korszerűsítésében is, evvel pedig nem csak az agráriumra, de az egész nemzetgazdaságra, a mezőgazdasági és nem mezőgazdasági célú területfejlesztésre egyaránt hatással lenne.

Kutatásaim során a hazai földminősítés megújításához végzett vizsgálatok tapasztalatait is fölhasználva, az Európai Unió Talajvédelmi stratégiája végrehajtásának támogatására dolgoztam ki a talajminősítés új, integrált módszerét. A talajminőség és a rá ható külső tényezők időbeni kölcsönhatásának kifejezésére bevezettem és definiáltam a „tartamos talajkondíció” fogalmát. A módszer lehetővé teszi, hogy a talajminőséget – a talajra ható külső tényezők és azok esetleges változásának figyelembe vételével - különböző időléptékek mentén is megítélhessük.

A hazai talajtani tudomány a degradációs veszélyeztetettségek tekintetében bőséges eredményekkel rendelkezik, így munkám során ezeknek az eredményeknek az adaptálására törekedtem, az új módszertan megközelítése szerint. Ugyanakkor, az integrált talajminősítés és ráépülő földminősítés tekintetében teljesen új rendszer kiépítését kellett elvégezni, felhasználva az utóbbi évtizedekben a területen felhalmozódott eredményeket és tapasztalatokat.

A degradációs veszélyeztetettség, valamint az időbeliséget is figyelembe vevő kumulatív degradációs hatás értékelési módszerét, az erózió-értékelés példáján alkalmazva ültettem át a gyakorlatba, majd kapcsoltam ezután a földminősítés integrált rendszeréhez, a tartamos talajkondíció értékelés demonstrálására.

Az eróziós veszélyeztetettségi indikátor-rendszer kidolgozásával sikerült egy olyan módszerhez jutni, amely a földminőséggel is összevethetően nyújt lehetőséget a gazdálkodás különböző időtávlatokban vizsgált környezeti feltételeinek jobb megértéséhez.

Összefoglalva elmondható, hogy, az új földminősítési módszer eredményeképpen hazánkban egy ökológiai szemléletű, rugalmas szerkezetű rendszer válthatja fel az elavult aranykoronás földminősítést, egyúttal példát mutatva más európai országok talajinformációs alkalmazásainak is. Az új rendszer alapot adhat a mezőgazdasági támogatási rendszerek környezeti tényezőket is figyelembe vevő alakításához, a mezőgazdasági hitelbiztosítási rendszerek kidolgozásához, szélesítheti a termelés- és környezetpolitika eszköztárát, és segítséget adhat a gazdák számára a racionális földhasználat, a jövedelmező gazdálkodás mindennapi gyakorlatában is. Az újfajta földminősítés alapján ugyanis lehetővé válik a

termőföldek termelékenységének pontosabb meghatározása, valamint lehetőség nyílik az időjárási szélsőségek alapján bekövetkező termésveszteségek reális felmérésére is. A rendszer általánossá válása nyomán, az ágazati irányítás megalapozottabban dolgozhatja ki évenkénti és hosszú távú támogatási terveit, ezáltal a gazdálkodók termelési biztonsága is megnövekszik.

Az EU Talajvédelmi stratégiájának kontextusában, az új földminősítéshez illeszkedő tartamos talajkondíció indikátor alkalmasnak mutatkozik a talaj funkciós képesség és degradációs stressz hatások együttes értékelésére, a természeti környezet és földhasználat időbeni változásaira is tekintettel. A javasolt integrált földminősítési rendszer a környezeti indikátorok olyan feldolgozásán nyugszik, hogy a kapott mutatószámok a természettudományos megbízhatóságuk mellett, környezetvédelmi és gazdasági összefüggésben is értelmezhetők.

Ilyen módon, az új, integrált földminősítési rendszer a saját területén megfelelő eszközként segítheti a társadalmi igazságosság és a természeti erőforrások megóvása felé irányuló törekvéseket.

dc_879_14

9. Új tudományos eredmények

1) Új földminősítési modellt dolgoztam ki Magyarország mezőgazdasági területeire:

- Ennek során elsőként egyesítettem a korszerű, természettudományos alapú és részletes talajtérképezés során alkalmazott talajosztályozást a talajegységekre vonatkozó mért és statisztikailag feldolgozott termésadatokkal, és nyertem produktívási mérőszámokat.
- A talajok minősítésére Cserhádi és munkatársai által alkalmazott, a gazdasági növények termesztésére való alkalmasság szerinti, később Géczi majd Máté által továbbfejlesztett minősítést fölhasználva, növény-specifikus produktívási mérőszámokat képeztem, illetve azok egyesítésével az aranykorona kiváltására alkalmas földértékelési eljárás kidolgozására szolgáltatottam alapot.
- Megállapítottam, hogy a hazai talajosztályozási rendszerben a talajtípus, illetve altípus kategóriákban összefoglalt tulajdonság-együttesek önmagukban is termésdifferenciáló tényezők. Evvel statisztikailag igazoltam a genetikai jegyek információtartalmának jelentőségét a talajbonitáció szempontjából. Az alacsonyabb taxonómiai szintek elkülönítésére is használt talajjellemzők termésre gyakorolt befolyásának mértékét azok vízgazdálkodásra és tápanyag feltáródásra gyakorolt hatásán keresztül állapítottam meg, és a hatások mértékét munkatársaim közreműködésével képzett viszonyszámokkal fejeztem ki, amik a minősítési modell parametrizálásában kerültek felhasználásra.
- A kidolgozott földminősítési modell alkalmas arra, hogy térinformatikai támogatással országosan alkalmazható legyen és ezt munkatársaimmal nagyméretarányú talajtérképek információbázisán mintaterületi alkalmazásokon gyakorlatba is ültettük. A megalkotott földminősítési rendszer alapján az ország természetföldrajzi kistájainak földminősítését - a kistáj kataszternek megfelelő részletességgel - munkatársaimmal elvégeztük.

2) Integrált minősítési módszert dolgoztam ki a talajra, mint multifunkcionális képződményre, és bevezettem és definiáltam a „tartamos talajkondíció” fogalmát. A módszer lehetővé teszi, hogy a talajminőséget - a talajra ható külső tényezők és azok változásának figyelembe vételével – különböző időléptékek mentén is megítélhessük. Az új talajminősítési módszerre alapozva olyan rendszer-szemléletű talajhasználat-tervezési koncepciót dolgoztam ki, amely a talajra ható külső (környezeti, antropogén) hatásokat és az idő tényezőt is figyelembe veszi. Ennek segítségével természettudományos alapokon álló, környezeti szemléletű, ugyanakkor közgazdasági szempontból is értelmezhető, a helyi ökológiai-, gazdasági- és társadalmi viszonyoknak legmegfelelőbb talajhasználati ajánlások fogalmazhatók meg, amik elengedhetetlenek a fenntartható talajvagyon-gazdálkodáshoz.

- 3) A kidolgozott integrált talajminősítési eljárást az Európai Unió Talajvédelmi stratégiájával összefüggésben teszteltem:
- Zalai mintaterületen végzett vizsgálataimmal megállapítottam, hogy a kidolgozott eljárás a talajvédelem prioritási övezeteinek jellemzéséhez jól alkalmazható.
 - A talajminőség kontinentális léptékű térbeli mintázatának felmérésére - az európai talajvédelmi stratégia végrehajtásának támogatásának részeként - elkészítettem az Európai Unió talajtípusainak első, talajföldrajzi szempontú részletes jegyzékét majd ez Európai Unió szántóföldjei minőségének kontinentális léptékű térképét.
 - Munkatársaimmal teszteltük a kidolgozott talajminősítési eljárás európai alkalmazhatóságát, és megállapítottuk, hogy a talajminőség újradefiniálása meghatározó hatással lehet a nemzeti és nemzetközi szintű talajmonitoring programokra és a környezeti beszámolók módszertanára.
- 4) Számszerűen mutattam ki a használatos talajtérképezési módszertan hátrányait (a humuszkategóriák példáján keresztül), és javaslatot tettem annak egyes elemei korrekciójához. A javított módszertan alapján megújított talajtérképi információbázis hozzásegíthet a kidolgozott talajbonitációs rendszer pontosításához, továbbfejlesztéséhez. A talajminősítési kutatásaim és az európai talajtani- talajismereti fejlődési irányok tapasztalatai alapján javaslatot tettem a talajok sokoldalú vizsgálatára és értékelésére lehetőséget nyújtó „Talajtani-téradat infrastruktúra” kiépítésére.

A kutatási eredmények fontosabb további hatásai:

- A munkám nyomán kidolgozott D-e-Meter földminősítő rendszer a szántóföldeken kívüli más művelési ágak (gyep, erdő) értékelési eljárásának alapját is képezte, és közgazdasági modellel egészült ki. Az új földértékelés – egyéb lehetőségein túl – alternatíváját jelentheti az elavult aranykoronás földértékelésnek, és az aranykorona kiváltásához vezethet a telekkönyvi és egyéb nyilvántartásokban, valamint a földdel, a föld minőségével és értékével kapcsolatos műveletek során.
- A kidolgozott földminősítési rendszer gyakorlatba ültetésekor munkatársaimmal olyan, a kor követelményeihez igazodó adatbázis szerkezetét és adatkezelői felületét alakítottunk ki a talajtérképek, a táblatorzskönyvek valamint a földművelés és növénytermesztés más adatainak a földrajzi koordináták szerinti tárolására és rendezésére, ami mintául szolgálhat egy jövőbeni komplex (talaj)kataszteri nyilvántartáshoz, és ami hálózatos megoldásainak is köszönhetően, segítheti a talajhasználati gyakorlatot, szakigazgatást és a tudományos kutatást.

10. Felhasznált irodalom

- Alvincz J., Amador G. és Schmidt R. 2008. Az önkéntes földcsere, mint a birtokrendezés lehetséges formája. Birtokpolitika és Földkérdés országos konferencia. Székesfehérvár p. 111
- Antal J. 1997. A szántóföldi termőhelyek növénytermesztési jellemzése. In: Ángyán J. és Menyhárt Z. (szerk.) Alkalmazkodó növénytermesztés, ésszerű környezetgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. pp. 256-259
- Antal J., Buzás I., Debreczeni B., Fekete A., Nagy M., Patócs I. 1979. N, P, K műtrágyázási irányelvek. In: Buzás et al. (szerk.) Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. I. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. pp. 1-47
- Antal J., Buzás I., Debreczeni B., Fekete A., Nagy M., Patócs I. 1987. Új műtrágyázási irányelvek. MÉM NAK, Budapest, p. 102
- Állami Erdészeti Szolgálat 2001. Erdőtervezési útmutató. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
- Bacsó N. 1959. Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 302
- Bacsó N. 1973. Bevezetés az agrometeorológiába. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 330
- Baranyai F. (szerk.) 1988. Útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. Agroinform. Budapest. p. 147
- Barsi Á. 1998. Felszínborítottság térképezése neuro-fuzzy módszerrel GIS-környezetben. Geodézia és Kartográfia. 1998 júniusi szám, az alábbi honlaponról:
http://www.fomi.hu/internet/magyar/szaklap/1998/06/1998_06_2.htm
- Bicheron, P., Leroy, M., Brockmann, C., Krämer, U., Miras, B., Huc, M. et al. 2006. GLOBCOVER: a 300m global land cover product for 2005 using ENVISAT/MERIS time series, Proceedings of the Recent Advances in Quantitative Remote Sensing Symposium, Valencia, September 2006
- Bidló A., Heil B., Illés G. és Kovács G. 2003. A magyarországi erdészeti termőhely-osztályozás és ennek problémái. In: Gaál Z., Máté F. és Tóth G. (szerk.) 2003. Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; pp. 115-124
- Bidló A., Kovács G. és László R. 2000. Cseri talajok vizsgálata a TAEG Rt. területén, Erdészeti Lapok, CXXXV évfolyam 2000 március, pp. 70-73
- Blaikie, P. and Brookfield, H. 1987. Land Degradation and Society. Methuen. London and New York.
- Boguslawski, E. 1965. Zur Entwicklung des begriffes Bodenfruchtbarkeit. Z. Pfl. Dung. Bodenk. 108. pp. 97-115, cit: Győri D. 1984. A talaj termékenysége. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, p. 236

- Bouma, J. 1997. The land use systems approach to planning sustainable land management at several scales. *ITC Journal* 1997-3/4, pp. 237-242
- Bouma, J. and Van Lanen, H.A.J. 1987. Transfer functions and threshold values: from soil characteristics to land qualities. In: Beek, K. J., Burrough, P. A., and McCormall D.E. (eds.) *Quantified land evaluation procedures*. ITC Publ. 6, Enschede. pp. 106-110
- Brown, R.L. and Halweil, B. 1998. China's Water Shortage Could Shake World Food Security. *World Watch*. 11. 4. pp. 10-21
- Brunsdon, C., Fotheringham, A. S., & Charlton, M. 1996. Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28, 281-289
- Burrough, P.A. 1989a. Matching spatial databases and quantitative models in land resource assessment. *Soil Use and Management*. 5. 1. pp. 3-8
- Burrough, P.A., 1989b. Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land Evaluation. *J. of Soil Sci.* 40. pp. 477-492
- CdR 2003. Opinion of the Committee of the Regions (of 12 February 2003) on the Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Towards a Thematic Strategy for Soil Protection COM(2002) 179 finalCdR 190/2002 fin EN/o; Brussels, 3 March 2003, DEVE-011, p. 9
- CEC. 1985. Explanatory text and map sheets of the 1: 1.000.000 soil map of the European Communities. Directorate-General for Agriculture. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, Luxembourg
- Centeri Cs. 2002. Az általános talajvesztesség becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. Doktori értekezés. Gödöllő, SZIE, p. 162
- Chang, L. and Burrough, P.A. 1987. Fuzzy reasoning: a new quantitative aid for land evaluation. *Soil Survey and Land Evaluation*. 7. pp. 69-80
- Curlik, J. And Surina, B. 1998. *Prirucka terenneho prieskumu a mapovania pod.* (Handbook of soil terrain investigation and mapping). Soil Science and Conservation. Research Institute, (SSCRI). Bratislava. Slovakia.
- Csathó P., Árendás T. és Németh T. 2005. Új, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer In: Németh T. és Magyar M. (szerk.) *Üzemi szintű tápanyagmérleg számítási praktikum*. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest. pp. 21-30
- Davidson, A.D. 1992. *The Evaluation of Land Resources*. Longman Scientific & Technical, Essex, England p. 198
- Debreczeni B. 1979. *Kis agrokémiai útmutató*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 265
- Debreczeni B. és Debreczeni B.-né 1983. *A tápanyag és a vízellátás kapcsolata*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 265

- Debreczeni B. és Debreczeni B.-né. 1994. Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 411
- Debreczeni B.-né, Kadlicskó B., Sárvári M., Takács L. 1999. Növény-talaj-tápanyag kapcsolat. In: Ruzsányi L., Pepó P. (szerk) "Magyarország az ezredfordulón" Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián. Növénytermesztés és Környezetvédelem. pp. 65-68
- Debreczeni B.-né, Németh T. és Tóth G. 2003. A földminőség tápanyag tényezője. In: Gaál Z., Máté F. és Tóth G. (szerk.) Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; pp. 39-48
- De La Rosa, D. and Magaldi, D. 1982. Approximation to a land evaluation system with special reference to Mediterranean regions. Technical report, CEBAC, Sevilla
- Dent, D. 2008. Pressures on Prime Agricultural Land in Europe - Context by the chairman. Pressure on Prime Agricultural Land in Europe. Conference. COPA-COGECA, Brussels, 19 November, 2008. Letölthető: <http://www.primeagriculturalland.eu/>
- Dent, D. and Young, A. 1981. Soil survey and land evaluation. London: George Allen & Unwin.
- Dér F., Fábián T., Hofmann R., Speiser F., Tóth T. 2007. Gyepterületek földminősítése, földértékelése és földhasználati információja a D-e-Meter rendszerben. In: Tóth T., Tóth G., Németh T. és Gaál Z. (szerk.) 2007. Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. Keszthely, 2007. november 22-23. Országos konferencia kiadványa. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. pp. 31-39
- Dér F., Marton I., Németh T., Pásztor L. és Szabó J. 2003. Termőhelyi minősítés a gyepgazdálkodásban. In: Gaál Z., Máté F. és Tóth G. (szerk.) Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem. ISBN 963 9495 25 5; pp. 125-130
- Dér I. 1957. Kataszteri újraosztályozás talajtani alapon. Agrártudomány. 9. 4. pp. 11-18
- Diamond, S. 1984. Land evaluation methodology: A case study in East Waterford, Ireland. In: Haans, J.C.F.M., Steur, G.G.L. and Heide, G. (eds.) 1984. Progress in Land Evaluation. Proceedings of the Seminar on Soil Survey and Land Evaluation, Wageningen, Netherlands, 26-29 September 1983. pp. 27-42
- Diepen, C.A.; Keulen, H.; Wolf, J.; Berkhout, J.A.A. 1991. Land evaluation: from intuition to quantification. Advances in Soil Science. 15. pp. 139-204
- Doran, J.W. and Parkin, T.B. 1996. Quantitative Indicators of soil Quality: A Minimum Data Set. In: Doran, J.W. and Jones, A.J. (ed.) Methods of Assessing Soil Quality. SSSA Spec. Publ. 49. SSSA. Madison, WI. pp. 25-37
- Doran, J.W., Jones, A.J., Arshad, M.A. and Gilley, J.E. 1997. Determinants of Soil Quality and Health. Chapter 2. pp 17-39. In: Lal, R. (ed.) 1997. Soil Quality and Erosion. Soil and Water Conservation Society, Ankey, IA.
- Dömsödi J. 2006. Földhasználat. Dialóg Campus Kiadó, Budapest. p. 420

- Dömsödi J. 2007. A földértékelés, földminősítés módszertani elemzése (rendszerezése) és továbbfejlesztése. *Geodézia és Kartográfia* 3. 26-33
- Dövényi Z. (szerk) 2010. Magyarország kistájainak katasztere. Második, átdolgozott és bővített kiadás Budapest: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. ISBN 978-963-9545-29-8
- Driessen, P.M. 1989. Quantified land evaluation: consistency in time and space. In: Bouma, J. and Bregt, A. K. (eds) *Land qualities in space and time. Proceedings of a symposium organized by the International Society of Soil Science (ISSS), Wageningen, The Netherlands.* pp. 3-14
- Duck T. 1960. Eróziós területek térképezése és értékelése. MTA Agrártudományok Oszt. Közl. 18. pp. 431-442 Budapest.
- Dumanski, J. and Onofrei, C. 1989. Techniques of crop yield assessment for agricultural land evaluation. *Soil Use and Management*. 5. 1. pp. 9-16
- Dumanski, J., Gamelda, S. and Pieri, C. 1998. Indicators of Land Quality and Sustainable Land Management. An Annotated Bibliography. A joint publication of the World Bank and Agriculture and Agri-Food Canada, The World Bank, Washington, D.C.
- Dzatko, M. 1995. Recent development in land evaluation and sustainable land use planning in Slovakia. In: *From Soil Suvey to Sustainable Farming. Conference to 35th Anniversary of the Institute Organized within ENCY activities. October 3-5, 1995, High Tatras, Stara Lesna, Proceedings publ. by Soil Fertility Research Institute. Bratislava.* pp. 203-210
- EB (Európai Bizottság) 2006a. A Bizottság közleménye a Tanácsnak, az Európai Parlamentnek, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. A talajvédelemről szóló tematikus stratégia. (COM 2006/231 végleges) Az Európai Közösségek Bizottsága Brüsszel. p. 13
- EB (Európai Bizottság) 2006b. COM 2006/232 2006. Javaslat - Az Európai Parlament és Tanács irányelvére a talajvédelem kereteinek meghatározásáról, valamint a 2004/35/EK irányelv módosításáról (COM 2006/232 végleges) Az Európai Közösségek Bizottsága Brüsszel. p. 31
- EC (European Commission) 2001. Soil Map for Europe. Derived from the scale 1:1.000.000. European Soil Database. Joint Research Centre, European Commission
- EC (European Commission) 2003. European Soil Database (distribution version v2.0). European Commission Joint Research Centre, Italy
- Eckelmann, W., Baritz, R., Bialousz, S., Bielek, P., Carre, F., Houšková, B., Jones, R.J.A., Kibblewhite, M.G., Kozak, J., Le Bas, C., Tóth, G., Tóth, T., Várallyay, G., Yli Halla, M. and Zupan, M. 2006. Common Criteria for Risk Area Identification according to Soil Threats. European Soil Bureau Research Report No.20, EUR 22185 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. p. 94
- Egri A. 1974. Utijelentés a Német Szövetségi Köztársasági ösztöndíjas tanulmányútról. Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Minisztérium, Budapest (kézirat).

- Erődi B., Horváth V., Kamarás M., Kiss A. és Szekrényi B. 1965. Talajvédő gazdálkodás hegy- és dombvidéken. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. P.403.
- EU (Európai Unió) 2007. Az Európai Parlament és a Tanács 2007/2/EK irányelve (2007. március 14.) az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE) kialakításáról. Az Európai Unió Hivatalos Lapja. 50. évf. L 108/1-14 (2007.04.25.)
Web:<http://eurlex.europa.eu/> (2009 januári elérés alapján)
- FAO 1974. Soil map of the world, volume 1: Legend. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO 1975. Land evaluation in Europe, report on the technical consultation. Nitra, Czechoslovakia 1 - 6 September 1975. FAO Soils Bulletin 29.
- FAO 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO, Soils Bulletin 32.
- FAO 1983. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. FAO Soils Bulletin 52. Rome.
- FAO 1985. Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture. FAO Soils Bulletin 55. Rome.
- FAO 1998. World reference base for soil resources. World Soil Resources Report 84. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO 1990. Soil map of the world: revised legend. World Soil Resources Report 60. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO 2007. Land evaluation – towards a revised framework. FAO Land and Water Discussion Paper 6. Rome Italy.
(csak PFD formátumban elérhető: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1080e/a1080e00.pdf>)
- Fekete Z. (szerk.) 1965. Útmutató a talajok gyakorlati minősítéséhez. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Ferts I. 1955. Termőföld. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Fischer, G. 2008. Agricultural Food Production and the Natural Resource Base. Pressures on Prime Agricultural Land in Europe Conference COPA-COGECA, Brussels, 19 November, 2008. <http://www.primeagriculturalland.eu/>
- Fischer, G. and Antoine, J. 1994. Agro-ecological land resources assessment for agricultural development planning, A case study of Kenya, Making land use choices for district planning. World Soil Resources Report. 71/9, FAO and IIASA, Laxenburg, Austria. p. 50
- Flang, W., Nagar, B. Soechtig, H., Tietjen, C. 1978. Organic materials and soil productivity. FAO Soils Bulletin 35.
- FM (Földművelésügyi Minisztérium) 1995. Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer. 1. kötet. Módszertan. Földművelésügyi Minisztérium. Budapest p.92
- Fórizs J.-né, Máté F. és Stefanovits P. 1972. Talajbonitáció - Földértékelés. MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei 30. 3. pp. 359-378

- Foster, G.R., 1982. Modeling the erosion process. In: Haan, C.T., H.P. Johnson, and D.L. Brakensiek (eds.), *Hydrologic Modeling of Small Watersheds*, American Society of Agricultural Engineers, Monograph no. 5., St. Joseph, MI, pp. 297-380
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C. & Charlton M. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships* Wiley: Chichester
- Fu, B. and Gulink, H. 1994. Land evaluation in an area of severe erosion: the loess plateau of China. *Land Degradation & Rehabilitation*. 5. pp. 33-40
- Gaál, Z., Debreczeni, B.-né, Kuti, L., Makó, A., Máté, F., Németh, T., Nikl, I., Speiser, F., Szabó, B., Szabóné Kele, G., Szakadát, I., Tóth, G., Vass, J. és Várallyay, Gy. 2003a. D-e-Meter az intelligens környezeti földminősítő rendszer. In: Gaál, Z., Máté, F. és Tóth, G. (szerk.) *Földminősítés és földhasználati információ*. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; pp. 3-21
- Gaál, Z., Máté, F. és Tóth, G. (szerk.) 2003b. *Földminősítés és földhasználati információ*. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; p. 379
- Gaál Z., Máté F., Tóth G. és Vass J. 2003c. Az NKFP támogatásával készülő D-e-Meter környezeti földminősítő rendszer az Európai Unió mezőgazdasági és vidékfejlesztési stratégiájának tükrében. *Agrárgazdaság, vidékfejlesztés és agrárinformatika az évezred küszöbén (AVA)* 2003. április 1-2. Debrecen. A cikk letölthető a <http://www.date.hu/rendez/ava/pdf/D157.pdf> címről; pp 1-12.
- Gaál, Z., Tóth, G., Debreczeni, B.-né, Hermann, T., Kuti, L., Makó, A., Máté, F., Németh, T., Nikl, I., Speiser, F., Szabó, B., Szabóné Kele, G., Szakadát, I., Tóth, Z., Vass, J. és Várallyay, Gy. 2007. Demeter? Földminősítés a XXI. században! In: Tóth, T., Tóth, G., Németh, T. és Gaál, Z. (szerk.) 2007. *Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ*. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. ISBN 976 963 87616 3 7; pp. 3-11
- Gaál, Z., Tóth, G., Vass, J., Nikl, I., Speiser, F. 2006. Information technology of the D-e-Meter intelligent landevaluating system, 17th ISTRO Triennial Conference (CD-ROM kiadvány), Christian-Albrechts University of Kiel, 2006. aug. 28- szept. 3., ISBN 3 981134 0 3
- Garkusa, I.F. 1958. *Pobevoje isszledovannyija pocsv. Gosz. Izd. BSzSzR Minszk.*
- Géczy G., 1960. Újabb mezőgazdasági talajhasznosítási osztályozási rendszer. *Agrokémia és Talajtan* 9. pp. 405-413
- Géczy G., 1968. *Magyarország mezőgazdasági területe*. Akadémiai Kiadó Bp,
- Gessler, P.E., Chadwick, O.A., Chamran, F., Althouse L. and Holmes K. 2000. Modeling Soil–Landscape and Ecosystem Properties Using Terrain Attributes. *Soil Science Society of America Journal* 64. pp. 2046-2056
- Giesel, W., Renger, M., Strebel, O. 1972. Berechnung des kapillaren Aufstiegs aus dem Grundwasser in den Wurzelraum unter stationären Bedingungen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde*. 132. pp. 17-30

- Góczán L. 1979. A komplex földértékelés módszere. *Geonómia és Bányászat* 12. 1-3. pp. 249-257
- Godev, G. and Klestov, V. 1971. Statistical evaluation of soil fertility at given plant environment system. In: UNDP/FAO, Bulgaria 6, Meeting of Panel of Experts on Land Productivity Evaluation, Sofia, Bulgaria, 27-29 September 1971. p. 472
- Granatstein, D. and Bezdicek, D.F. 1992. The need for a soil quality index: Local and regional perspectives. *American Journal of Alternative Agriculture*. 7. 1-2. pp. 12-16
- Győri D. 1984. A talaj termékenysége. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, p. 236
- Haans, J.C., Steur, F.M. and Heide, G. 1984. Dutch and German methods of soil survey interpretation: A critical comparison. In: Haans, J.C.F.M., Steur, G.G.L. and Heide, G. (eds.) 1984. *Progress in Land Evaluation. Proceedings of the Seminar on Soil Survey and Land Evaluation*, Wageningen, Netherlands, 26-29 September 1983. pp. 225-254
- Hamell, M. 2008. An environmental perspective. Pressure on Prime Agricultural Land in Europe. Conference. COPA-COGECA, Brussels, 19 November, 2008.
Letölthető: <http://www.primeagriculturalland.eu/>
- Hengl, T., Husnjak, S. 2006. Assessing adequacy and usability of soil resource inventories: The National soil inventory in Croatia. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 70. pp. 920-929
- Hengl, T. and Reuter, H.I. (Eds.) 2009 *Geomorphometry. Concepts, Software, Applications. Development in Soil Science*. 33. Elsevier p. 765
- Hennebert, P.A., Tessens, E., Tourenne, D. and Delvaux, B. 1996. Validation of a FAO land evaluation method by comparison of observed and predicted yields of five crops in Burundi. *Soil Use and Management*. 12. pp. 134-142
- Hermann T. és Dömsödi J. 2008. Új földminősítő rendszer bevezetésének szükségessége, a földértékeléssel összefüggő földügyi feladatok elősegítése. *Geodézia és kartográfia*. 60. 11. pp. 25-29
- Hermann T. és Dömsödi J. 2009. A hazai földminősítés felújításának igénye és lehetőségei. I. Ingatlanvagyon-gazdálkodási és ingatlan-forgalmazási országos konferencia előadásainak összefoglalója. NYME Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár.
- Hermann T., and Speiser F. 2005. Information technology of the D-e-Meter intelligent land evaluating system, International summer school, Székesfehérvár, Hungary, 2005. augusztus 12-19.
- Hermann, T., Speiser, F., Tóth, G. 2008. An internet based tool for land productivity evaluation in plot-level scale: the D-e-Meter system, IAALD AFITA WCCA 2008, Tokyo, Japan, 24-27 August, 2008
- Hermann T., Speiser F., Tóth G. és Makó A. 2007. A D-e-Meter földminősítés gyakorlati alkalmazhatósága. Előadás elhangzott a „Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ” c. konferencián. Keszthely, 2007. november 22.

- Hermann T. és Tóth G. 2011. Evaluating the Effect of Nutrient Levels of Major Soil Types on the Productivity of Wheatlands in Hungary. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* Vol. 42. Issue 13. Pp. 1497-1509.
- Horn P., Stefler J., 1990. Hagyományos és új állattenyésztési ágazatokban rejlő lehetőségek az eltérő ökológiai, piaci adottságok kihasználására. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 39. 1. pp. 27-43
- Horusitzky H. 1898. Muzsla és Béla község határainak agronom-geológiai viszonyai. *Földtani Intézet Évkönyve* XII. (2.) 197-229, Budapest cit: Fórizs, J.-né, Máté, F. és Stefanovits, P. 1972. Talajbonitáció - Földértékelés. *MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei* 30. 3. pp. 359-378
- Hu, Y., Dai, J. and Wang, R. 1999. GIS-Based Red Soil Resources Classification and Evaluation. *Pedosphere*. 9. 2. pp. 131-138
- Huber, S., Prokop, G., Arrouays, D., Banko, G., Bispo, A., Jones, R.J.A., Kibblewhite, M.G., Lexer, W., Möller, A., Rickson, R.J., Shishkov, T., Stephens, M., Toth, G. Van den Akker, J.J.H., Várallyay, Gy., Verheijen, F.G.A. (ed.) 2008. *Environmental Assessment of Soil for Monitoring: Volume I Indicators & Criteria*. EUR 23490/1 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg. p. 197
- Ihring K. 1968. A földár és földjáradék a kapitalizmusban. *MTA Közgazdasági Intézetének Kiadványai. Újsorozat* 2. pp. 9-69. Budapest
- INSAM 2009. A nemzetközi Agrometeorológiai Társaság honlapja. <http://www.agrometeorology.org/> legutóbbi hozzáférés: 2009 január.
- Irvin, B.J., Ventura, S.J. and Slater, B.K. 1997. Landform classification for soil-landscape studies. Letölthető: <http://www.esri.com/base/common/userconf/proc95/to200/p153.html>
- ISSS 1986. Soil map of Middle Europe 1:1.000.000 Explanatory Text. International Society of Soil Science (Wageningen). ISBN 9071556018; p. 124 + 1 map sheet.
- Járó Z. 1963. Talajtípusok. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest
- Járó Z. 1964. Az egyes termőhelytípusokon alkalmazható célállományok és várható növekedésük, ERTI kiadvány, Budapest
- Johnson, A.K.L., Cramb, R.A. and Wegener, M.K. 1994. The Use of Crop Yield Prediction as a Tool for Land Evaluation Studies in Northern Australia. *Agricultural Systems*. 46. pp. 93-111
- Jones, R.J.A., Houskova, B., Bullock, P. and Montanarella, L. (eds.) 2005. *Soil Resources of Europe*. European Soil Bureau Research Report No. 9. 2nd ed. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. p. 420
- JRC 2009. MEUSIS az Európai Talaj Portálon: <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/meusis/> (utolsó elérés 2009. január)
- JRC-EEA 2005. CORINE land cover updating for the year 2000: image 2000 and CLC2000. Products and Methods (Edited by Lima, V.) Report EUR 21757 EN. JRC-Ispra.

- Justyák J. 1998: Magyarország éghajlata. Kossuth Egyetemi kiadó, Debrecen, p. 118
- Karlen, D.L., Andrews, S.S. and Doran, J.W., 2001. Soil quality: current concepts and applications. *Advances in Agronomy*. 74. pp. 1–40
- Karlen, D.L., Maushbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. and Schuman, G.E., 1997. Soil Quality: A concept, Definition, and Framework for Evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61. pp. 4-10
- Karmanov, I.I. and Friyev, A. 1985. Site quality based on ecological soil indices. *Soil Survey and Land Evaluation*. 5. 1. pp. 40-48
- Kassam, A.H., van Velthuizen, H.T., Fischer, G.W. and Shah, M.M. 1991. Agro-ecological land resources assessment for agricultural development planning. A case study of Kenya. *World Soil Resources Report 71*. FAO and IIASA
- Kerényi A. 1991. Talajerózió. Térképezés, laboratóriumi és szabadföldi kísérletek. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Király L. 1993. Az aranykoronás földminősítő rendszer és annak hibája. *Talajvédelem* III. 3-4. pp. 10-16
- Kismányoky T. 2005. A globális klímaváltozás hatásai és válaszai közép- és dél-dunántúli szántóföldi növénytermelésében. *AGRO-21 2005*. 41. szám. pp. 81-94
- Kismányoky, T., Tóth, Z. 1997. Role of Crop Rotation and Organic anure in Sustainable Land Use. *Agrokémia és Talajtan*. 46. pp. 99-106
- Klingebiel, A.A. and Montgomery, P.H. 1961. Land-capability classification. *Agricultural Handbook No. 210*. USDA. Soil Conserv. Serv., Washington, DC.
- Komlóssy J. 2008. Birtokrendezési project Romániában svájci tapasztalatok alapján. *Birtokpolitika és Földkérdés országos konferencia*. Székesfehérvár. p. 109
- Koreleski, K. 1988. Adaptations of the Storie Index for land evaluation in Poland. *Soil Survey and Land Evaluation*. 8. pp. 23-29
- Kotzmann L. 1938. A Magyar Mérnök- és Építész Egylet Vegyészmérnöki Szakosztályának javaslata a talajtani kutatómunka fejlesztésére és gyakorlati eredményeinek hasznosítására célzó országos szervezet kiépítése tárgyában. *A Magyar Mérnök- és Építészegylet Évkönyve*, Budapest, cit: Fórizs J.-né, Máté F. és Stefanovits P. 1972. Talajbonitáció - Földértékelés. *MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei* 30. 3. pp. 359-378
- Kovács G.J., Csathó P. (szerk.) 2005. A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között. *Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok*. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest. pp. 235
- Kreybig L. 1937. A M. kir. Földtani Intézet talajfelvételi, vizsgálati és térképezési módszere. *Földtani Intézet évkönyve XXXI*, Budapest, cit.: Fórizs, J.-né, Máté, F. és Stefanovits, P. 1972. Talajbonitáció - Földértékelés. *MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei* 30. 3. pp. 359-378

- Kreybig L. 1938., Tiszántúl. A.M. Áll. Földtani Intézet kiadványa. Budapest.
- Kumar, R., Kalbende, A.R. and Landey, R.J. 1984a. Soil Evaluation for Agricultural Land Use – I. Characterization. J. Indian Soc. Soil Sci. 32. pp. 459-466
- Kumar, R., Kalbende, A.R. and Landey, R.J. 1984b. Soil Evaluation for Agricultural Land Use – II. Productivity Potential Appraisal. J. Indian Soc. Soil Sci. 32. pp. 467-472
- Lal, R. 1989. Productivity evaluation of some benchmark soils of India. Journal Indian Society of Soil Science. 37. pp. 78-86
- Larson, W.E. 1987. An index for assessing the long-term productivity of soil. In: Beek, K. J., Burrough, P. A. and McCormack, D. E. (eds.) Quantified Land Evaluation Procedures. ITC Publication.6., ITC Enschede. pp. 72-77
- László P. és Rajkai K. 2003. A talajerózió modellezése. Agrokémia és Talajtan.52. pp. 427-442
- László R. 1997. Részletes termőhelyfeltárás készítése és a cseri talajok tanulmányozása a Tanulmányi Erdőgazdaság RT. Iváni Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron
- Legros, J.P. 1996. Cartographies des sols. De l'analyse spatiale à la gestion des territoires. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne. p. 321
- Letey, J., Sojka, R.E., Upchurch, D.R., Cassel, D.K., Olson, K., Payne, B., Petrie, S., Price, G., Reginato, R.J., Scott, H.D., Smethurst, P. and Triplett, G. (2003) Deficiencies in the soil quality concept and its application. Journal of Soil and Water Conservation 58, 180-187.
- Lin, C.F. 1984. Fertility Capability Classification of Taiwan Soils.
- Lóczy D. 1989a Tájértékelés, földértékelés vagy mezőgazdasági célú környezetminősítés. Földrajzi Értesítő. 38. 3–4. pp. 263-282
- Lóczy D. 1989b Tájökológiai elméletek, módszerek és gyakorlati alkalmazásaik. Nemzetközi áttekintés. Földrajzi Értesítő. 38. 3–4. pp. 379-393
- Lóczy D. 2002. Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó. Budapest–Pécs. p. 307.
- Machin, J. and Navas, A. 1995. Land evaluation and conservation of semiarid agroecosystems in Zaragoza (NE Spain) using an expert evaluation system and GIS. Land Degradation and Rehabilitation. 6. pp. 203-214
- Magaldi, D. and Ronchetti, G. 1984. Report on developing project for land evaluation in Italy on a 1:1 million scale. In: Haans, J. C. F. M., Steur, G. G. L. and Heide, G. (eds.) 1984. Progress in Land Evaluation. Proceedings of the Seminar on Soil Survey and Land Evaluation, Wageningen, Netherlands, 26-29 September 1983. pp. 57-63
- Magyar Közlöny 1986. A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsának 1986. évi 27. számú törvényerejű rendelete a földértékelésről szóló 1980. évi 16. számú törvényerejű rendelet módosításáról. Magyar Közlöny 54. pp. 1462-1466

- Makhdoum, M. F. 1993. First Application of Automated Land Evaluation in Iran. Environmental Management. 17. 3. pp. 409-419
- Majer A. 1981. Erdőműveléstan I. Egyetemi jegyzet, Kézirat, Sopron
- Makó A., és Máté F. 2005. A környezeti érzékenység és környezetkímélő gazdálkodás: az erózióérékenység talajindikátorai. A GVOP-3.1.1.-2004-05-0001/3.0 azonosítójú kutatási projekt (A D-e-Meter intelligens környezeti földminősítő rendszer térségi alkalmazási lehetőségei - különös tekintettel a környezetkímélő gazdálkodásra és hátrányos helyzetű területekre) szakmai beszámolója. 4. melléklet. Pannon Egyetem, Keszthely 6p
- Makó A., Tóth B. és Rajkai K. 2007a. A talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak földminősítési célú becslése. In: Tóth T., Tóth G., Németh T. és Gaál Z. (szerk.) 2007a. Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. Keszthely, 2007. November 22-23. Országos konferencia kiadványa. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. ISBN 976 963 87616 3 7; pp. 45-49
- Makó A., Tóth G., Máté F. és Hermann T. 2007b. A talajtermékenység számítása a változati talajtulajdonságok alapján. Tudományos előadás. Elhangzott: Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. Országos konferencia. A D-e-Meter földminősítési és földértékelési rendszer bemutatása. C. szekcióban. Keszthely 2007. november 22.
- Makó A., Várallyay Gy. és Tóth G. 2003. A földminőség évjáratos változásának talaj-vízgazdálkodási tényezői. 2003. In: Gaál Z., Máté F. és Tóth G. (szerk.) Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; pp. 49-55
- Marosi S. és Somogyi S. (szerk.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere. I–II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest.
- Marsman, B. and De Gruijter, J.J. 1984. Dutch Soil Survey goes into quality control. In: Burrough, P. A. and Bie, S. W. Soil Informations Systems Technology. PUDOC, Wageningen. pp. 127-134
- Mattyasovszky J. 1953. Észak-dunántúli talajok eróziós viszonyai. Agrokémia és Talajtan 2. pp. 333-340
- Mauchbach, J.M. and Tugel, A. 1997. Soil Quality – A Multitude of Approaches. California Soil Quality: From Critical Research to Sustainable Management. Kearney Foundation Symposium, Keynote address Berkeley, California, March 25. 1997. p 13
- Máté F. 1960. Megjegyzések a talajok termékenységük szerinti osztályozásához. Agrokémia és Talajtan 9. pp. 419-426
- Máté, F. 1961. Polozsenyije gyela bonitizovki pocsv v Vengrii. Roczniki Gleboznawcze. X. pp. 241-246
- Máté F. 1999a. A termőföld minősítése a főbb növények termesztésére való alkalmasság alapján. In: Stefanovits P. és Michéli E. (szerk.) A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetőségei. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest pp. 100-109

- Máté F. 1999b. Talajadottságok szerepe a hátrányos helyzet kialakításában. In.: A mezőgazdaság szerepe a halmozottan hátrányos helyzetű térségek fejlesztésében. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. pp. 29-36
- Máté F. 2002. Magyarország szántóföldi talajainak talajképző közetei megyénkénti részletezésben. Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely. Kézirat.
- Máté F. és Szűcs L. 1974. A talajminőség térképe 1:500000 Magyarország Regionális Atlasza I-VI. MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatala, Budapest p.475
- Máté F. és Tóth G. 1996. Talajbonitáció mint a földértékelés egyik tényezője. GATE Mezőgazdasági Főiskolai Kar. Gyöngyös, 1996. március 26-27. Agrárökonómiai Tudományos Napok. 2. kötet. pp. 513-516
- Máté F. és Tóth G. 1998. Földminőség és földhasználat időszerű problémái a Dunántúl régióban. XL. Georgikon Napok, A versenyképes mezőgazdaság az évezred küszöbén. Keszthely.
- Máté F. és Tóth G. 2003. Az aranykoronától a D-e-Meter számokig. In: Gaál Z., Máté F. és Tóth G. (szerk.) Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; pp. 145-152
- Máté F. és Tóth G. 2005. A földértékelés tendenciái. In. Stefanovits P. és Michéli E. (szerk.) A talajok jelentősége a 21. században. MTA, Társadalomkutató Központ. Budapest. ISBN 9635084773; pp. 331-343
- Máté F., Tóth G. és Hermann T. 2002. A földminősítés szerepe a mezőgazdasági földhasználat tervezésében. Földminősítési Fórum kiadványkötete, Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Főiskolai Kar, Székesfehérvár. p. 23
- McBartney, A.B., De Grujtier, J.J. and Brus, D.J. 1992. Spatial predictors and mapping of continuous soil classes. Geoderma. 54. pp. 39-64
- MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium) 1978. Külföldi Földértékelési Rendszerek Áttekintése. MÉM, Budapest (kézirat)
- MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium) 1982. Táblázatok a földértékelés végrehajtásához. MÉM, Budapest
- Montanarella, L. 2008. Preface. In: Tóth, G., Montanarella, L. and Rusco, E. 2008. Threats to soil quality in Europe. EUR 23438 EN, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities ISBN 978-92-79-09529-0; pp.3
- Mori, A., Begon, C. and Duclos, G. 1991. First approximation of a national land evaluation system in France INRA, 1984, 1991 cit.: Tar, F. 1999. Termőföldértékelés az Európai Unióban. In: Stefanovits, P. és Michéli, E. (szerk.) A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetőségei. 19-42. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest
- Nemes F. 1971 Növénytermesztés II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

- Németh Á., Bella Sz., Szalai S. 2003. Aszályérzékenység vizsgálata térinformatikai eszközökkel. XIII. Országos Térinformatikai Konferencia Kiadvány. Szolnok 2003. szeptember 25-26.
<http://www.otk.hu/cd03/1szek/N%C3%A9met-Bella-Szalai.htm>
- Németh T. 2005. A hatékony tápanyag-gazdálkodás tényezői In: Németh T. és Magyar M. (szerk.) Üzemi szintű tápanyagmérleg számítási praktikum. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest. pp. 1-9
- Németh T., Stefanovits P. és Várallyay Gy. 2005. Talajvédelem. Országos Talajvédelmi Stratégia tudományos háttere. Tájékoztató. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. Budapest. ISBN 963 03 7675 X; p. 76
- Niklasz L. 1997. Birtokkonceptió, birtokrendezés: Földminősítés, földhasználat, monitoring rendszer. Birtokrendezés, Földbérlet, Jelzáloghitel Országos Szakmai Konferencia Szöveges Dokumentációja. Népszabadság Oktatási Központ, Budapest. pp. 1-8
- Norr A. H. (ed.) 1986. Computerized land evaluation data bases in the European Communities (SER). Agriculture Catalogue of questionnaire survey 1st ed. 1985 Publ. by Commission of the European Communities, Luxembourg
- Nortcliff, S. 2002. Standardisation of soil quality attributes. Agriculture, Ecosystems & Environment. 88. 2. pp. 161-168
- Panagos, P., Van Liedekerke, M., Filippi, N. and Montanarella, L., 2006. MEUSIS: Towards a new Multi-scale European Soil Information System. ECONGEO, 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Barcelona (Spain) June 13th-15th 2006. pp. 175-177.
- PE (Pannon Egyetem) 2004. A D-e-Meter intelligens környezeti földminősítő rendszer térségi alkalmazási lehetőségei - különös tekintettel a környezetkímélő gazdálkodásra és hátrányos helyzetű területekre. GVOP-3.1.1.-2004-05-0001/3.0. Kutatási pályázat és projekt dokumentáció. Pannon Egyetem, Veszprém
- PE (Pannon Egyetem) 2009. Intelligens Környezetvédelmi Adatbank – INKA. Előzetes megvalósíthatósági tanulmány (KEOP - 6.3.0.). Pannon Egyetem, Veszprém 2009.
- Pántos Gy. 1972. Termőhelyismerettan II., Egyetemi jegyzet, Kézirat, Sopron.
- Patocskai Z., Bidló A., Kovács G., Heil B. 2006. Az erdészeti termőhelyi tényezők, mint minőségi paraméterének numerikussá tételének lehetőségei a termőhelyi tényezők és a fatermő képesség számszerű meghatározásához. Szóbeli előadás, elhangzott: Sopron Talajtani Vándorgyűlés 2006 augusztus 23.
- Patocskai Z., Bidló A., Kovács G., Heil B. 2007. Erdészeti földértékelés Zalában. In: Tóth T., Tóth G., Németh T. és Gaál Z. (szerk.) 2007. Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. Keszthely, 2007. november 22-23. Országos konferencia kiadványa. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. ISBN 976 963 87616 3 7; pp. 51-57
- Péczely Gy. 1981. Éghajlat. Tankönyvkiadó, Budapest. p. 336

- Péter B. 2002. Domborzati és kitérttség hatása a mezőgazdasági termelésben. Mszh 187993. Budapest, Kézirat
- Rabus, B., Eineder, M., Roth, A. & Bamler, R. 2003. The shuttle radar topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar, Photogramm. Rem. Sens., 57, 241-262
- Rajkai K. 1988. A talaj víztartó képessége és a különböző talajtulajdonságok összefüggésének vizsgálata. Agrokémia és Talajtan 36-37. pp. 15-30
- Rajkai K., Bidló A., Heil B., Kovács G. és Patocskai Z. 2006. A mezőgazdasági és erdészeti talaj illetve termőhely osztályozási rendszer összehasonlítása. Talajtani Vándorgyűlés, Sopron, 2006. 08. 23-25.
- Rasio, R. and Vianello, G. 1995. Classificazione e cartografia del suolo. Editrice CLUEB Bologna. Italy.
- Riquier, J., Bramao, D.L. and Cornet, J.P. 1970. A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity. FAO Soil Resources, Development and Conservation Service, Land and water Development Division. FAO, Rome. p. 38
- Robert, P.C. 1989. Land evaluation at farm level using soil survey information systems. In: Bouma, J. and Bregt, A.K. (eds) Land qualities in space and time. Proceedings of a symposium organized by the International Society of Soil Science (ISSS), Wageningen, The Netherlands. pp. 299-311
- Rossiter, D.G. 1994. Lecture Notes: 'Land Evaluation'; Part 5: Uncertainty. Cornell University College of Agriculture & Life Sciences p24.
letölthető: <http://www.itc.nl/~rossiter/Docs/Scas494/s494ch5.pdf>
- Rossiter, D.G. 1996. A theoretical framework for land evaluation: discussion paper. Geoderma. 72. 1-2. pp. 165-190
- Sanchez, P.O., Couto, W. and Buol, S.W. 1982. The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability, and modification. Geoderma. 27. pp. 283-309
- Shao, X. N. 1984. Land Evaluation in China. Soil Survey and Land Evaluation. 4. 1. pp. 39-43
- 'Sigmond E., 1935. A birtokpolitikai tervek és a talaj belső értékének meghatározása. Köztelek. 44. pp. 1003-1007
- 'Sigmond E., 1936. A tagosítás és a talajban rejlő természeti erők céltudatos értékesítése. Geodéziai Közöny. XII. pp. 1-4
- Sík K. 1958. A helyi talajváltozatok országos minősítése a részletes talajtérképen. OMMI Évkönyv. IV. 1956-57. pp. 59-78
- Sinha, R. 1984. Landlessness. A Growing Problem. FAO. Economic and Social Development Series No. 28. Rome, Italy. p. 112
- Sisov, L.L., Durmanov, D.N., Karmanov, I.I., Yeframov, V.V., 1991. Teoreticeszkije osnovü i prakticeszkije szredsztva izmenenija plodorogia pocsvü. (A talajtermékenység

- befolyásolásának elméleti alapjai és gyakorlati eszközei.) Agropromizdat, WASCHNIL, Moszkva (orosz nyelven)
- Sojka, R.E. and Upchurch, D.R. 1999. Reservations regarding the soil quality concept. Soil Science Society of America Journal. 63. pp. 1039-1054
- Song, S. 1994. Termékenységi Földosztályozás Kínában. Földkategóriák közepes és alacsony termékenységű területekre valamint az ezeken alkalmazandó meliorációs technikák. Központi Talaj és Trágyázási Állomás. Kínai Népköztársaság Mezőgazdasági Minisztérium. Peking, Kína (kínai nyelven)
- Speight, J.G. 1968. Parametric description of landform. In: Stewart, G.A. (ed.) Land evaluation. Melbourne, Australia: Macmillan Co. pp. 239-250
- SPSS Inc. 1998. SPSS Base 8.0 for Windows User's Guide. SPSS Inc., Chicago IL.
- Stefanovits P. 1964. Talajpusztulás Magyarországon. OMMI, Budapest. p. 56
- Stefanovits P. (szerk) 1977. Talajvédelem, környezetvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 243
- Stefanovits P. 1975. Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 351
- Stefanovits P. 1999. A talaj minőségétől a földértékelésig. In: Stefanovits P. és Michéli E. (szerk.) A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetőségei. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. pp. 9-18
- Stefanovits P. 2005. A talajok környezeti tompítóképessége, terhelhetősége. In: Stefanovits P. és Michéli E. 2005. A talajok jelentősége a 21. században. Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián II. Az Agrárium helyzete és jövője. Budapest MTA Társadalomkutató Központ. pp. 373-400
- Stefanovits P. és Duck T. 1964. Talajpusztulás Magyarországon. Magyarázatok Magyarország eróziós térképéhez. OMMI kiadványai I. 7. Budapest. p. 58
- Storie, R.E. 1978. Storie index soil rating (revised). Special Publication Division of Agricultural Science, University of California, Berkley, CA.
- Sys, C. 1978. The outlook for the practical application of land evaluation in developed countries. In: Land evaluation standards for rainfed agriculture. World soil resources report 49. FAO, Rome. pp. 97-111
- Sys, C. 1980. Land characteristics and qualities and methods of rating them. World soil resources report 52. FAO, Rome. pp. 23-49
- Sys, C. 1985. Land Evaluation. State University of Ghent.
- Sys, C. and Frankart, R. 1971. Land capability classification in the humid tropics. African Soils. 16. 3. pp. 153-175

- Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation. Part II. Methods in Land Evaluation. Agricultural Publications 7. ITC, Univ. Of Ghent, General Administration for Development Cooperation, Brussels.
- Szabolcs I. (szerk.) 1966. A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. OMMI. Budapest
- Szabolcs, I. 1984. A világ talajainak termékenysége és eltartóképessége. Magyar Mezőgazdaság 39. 23.
- Szabolcs I. és Várallyay Gy. 1978., A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon, Agrokémia és Talajtan 27., pp. 181-202
- Szabóné Kele G. 1999. A termőhelyi értékszám meghatározásának helyzete és a talajtérképezés módszer országos befejezésének feltételei. In: Stefanovits P. és Michéli E. (szerk.) A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetőségei. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. pp. 81-99
- Szász G. 1988. Agrometeorológia - általános és speciális. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szász G. 1999. Klimatikus agrárpotenciál térképek. In: Nemzeti Agrár-Környezetvédelmi Program. FVM, Budapest.
- Szász G. 2002. Magyarország agroökológiai fajspecifikus paraméterei. Debreceni Egyetem. Agrártudományi Centrum. Kézirat. p. 18
- Szilágyi A. és Juhász I. 1988. Talajtani légifénykép-interpretáció. Módszertani útmutató nagyméretarányú genetikus talajtérképek készítéséhez. Földmérési és Távérzékelési Intézet. Budapest
- Szodfridt I. 1991. Genetikai talajtípusok és növénytársulások kapcsolata. Agrokémia és Talajtan. 40. 3-4. pp. 484-492
- Szücs I. 1999. A termőföld gazdasági értéke és ára. In: Stefanovits P. és Michéli E. (szerk.) A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetőségei. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. pp. 125-146
- Szücs I. 2003. A termőföld közgazdasági értékelése. In: Gaál, Z., Máté, F. és Tóth, G. (szerk.) Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; pp. 261-305
- Szücs I., Farkasné F.M., Vinogradov Sz. 2007. A földérték-számítás a gyakorlatban. In.: Tóth T., Tóth, G., Németh, T. és Gaál, Z. (szerk.) 2007. Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. Keszthely, 2007. november 22-23. Országos konferencia kiadványa. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. pp. 65-74
- Takezawa, K. 1999. Nonparametric Regression and Its Use in Plant Growth Analysis (Ph.D. Dissertation). Letölthető: <http://ss.inada.affrc.go.jp/~takezawa/phd.html>
- Tang, H. and Van Ranst, E. 1992. Testing of Fuzzy Set Theory in Land Suitability Assessment for Rainfed Grain Maize Production. Pedologie. XLII. 2. pp. 129-147

- Tang, H., Debaveye, J., Ruan, D. and Van Ranst, E. 1991. Land Suitability Classification Based on Fuzzy Set Theory. *Pedologie*, XLI. 3. pp. 277-290
- Tar F. 1999. Termőföldértékelés az Európai Unióban. In: Stefanovits P. és Michéli E. (szerk.) A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetőségei. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. pp. 19-42
- Tisdale, S.L. és Nelson, W.L. 1966. A talaj termékenysége és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 493
- Tóth G. 1996. Különböző külföldi talajbonitációs rendszerek struktúrájának áttekintése PATE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar II. Ifjúsági Tudományos Fóruma. Keszthely
- Tóth G. 2000. A Balaton-felvidék talajainak bonitációja. Doktori (PhD) értekezés. Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Talajtani Tanszék, Keszthely. p. 156
- Tóth, G. 2001. Soil Productivity Assessment Method for Integrated Land Evaluation of Hungarian Croplands. *Acta Agronomica Hungarica*, 49 (2) pp. 151-160
- Tóth G. 2003. Fönntartható mezőgazdasági földhasználat: az integrált tervezés lehetőségei. *Földrajzi Értesítő* LII. 3-4. pp. 215-227
- Tóth, G. 2009. Hazai szántóink földminősítése a D-e-Meter rendszerrel. *Agrokémia és Talajtan*. 58. (2.) pp. 227-242.
- Tóth G. 2013. Kontinentális talajadatbázisok Európában. *Agrokémia és Talajtan*. 62:(2) pp401-414.
- Tóth, G., Gaál, G., Máté, F. and Vass, J. 2003. Developing an Internet-Based Decision Support System for Land management Optimization of Hungarian Croplands. In.: Ulgiati, S. (ed.) *Reconsidering the Importance of Energy. 3rd Biennial International Workshop Advances in Energy Studies*. Porto Venere, Italy, September 24/28 2002. SGE, 2003. Padova. ISBN 88-86281-81-1; pp. 251-257
- Tóth, G., Gardi, C., Bódis, K., Ivits, É., Aksoy, E., Jones, A., Jeffrey, S., Petursdottir, T., Montanarella L. 2013. Continental-scale assessment of provisioning soil functions in Europe. *Ecological Processes*. 2:32 pp1-18.
- Tóth G., Guicharnaud, A., Tóth, B., Hermann, T. 2014. Phosphorus levels in croplands of the European Union with implications for P fertilizer use. *European Journal of Agronomy*. 55, 42-52
- Tóth G., Jones, A. and Montanarella, L. 2013. The LUCAS topsoil database and derived information on the regional variability of cropland topsoil properties in the European Union. *Environmental Monitoring and Assessment*. 85: 7409–7425.
- Tóth G. és Máté F. 1999. Jellegzetes dunántúli talajok főbb növényenkénti relatív termékenysége, *Agrokémia és Talajtan*. 48. 1-2. pp. 172-181

- Tóth G. és Máté F. 2006. Megjegyzések egy országos, átnézetes, térbeli talajinformációs rendszer kiépítéséhez. *Agrokémia és Talajtan*. 55. 2. pp. 473-478
- Tóth, G., Máté, F. and Makó, A. 2005. Soil Attribute Parametrization for Plant-Specific Evaluation of Cropland Productivity in Hungary. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*; vol.36, no.4-6, pp. 681-693
- Tóth, G., Montanarella, L. and Rusco, E. (eds.) 2008b. Threats to Soil Quality in Europe EUR 23438 EN, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities ISBN 978-92-79-09529-0; p. 151
- Tóth, G., Montanarella, L., Stolbovoy, V., Máté, F., Bódis, K., Jones, A., Panagos, P. and van Liedekerke, M. 2008a. Soils of the European Union. EUR 23439 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. p. 85
- Tóth G., Rajkai K., Máté F., Bódis K. 2014. Magyarországi kistájak szántóföldjeinek minősége. *Tájökológiai Lapok*. 12 (1) 183-195
- Tóth, G., Stolbovoy, V. and Montanarella, L. 2007b. Soil Quality and Sustainability Evaluation – An integrated approach to support soil related policies in the European Union. EUR 22721 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg ISBN 978-92-79-05250-7; p. 40
- Tóth, G., Makó, A., Debreczeni, K., Máté, F., Tóth, Z., Hermann, T., Tóth, T. és Németh, T. 2007c. Optimizing the nutrient management with an on-line land evaluation system In.: S. De Neve, J. Salomez, A. van den Bossche, S. Haneklaus, O. van Cleemput, G. Hofman, E. Schnug (Eds.) *Mineral versus Organic Fertilization Conflict or Synergism?* 16th International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers (CIEC) International Scientific Centre of Fertilizers (CIEC) pp. 515-521
- Tóth, T., Németh, T., Fábíán, T., Hermann, T., Horváth, E., Patocskai, Z., Speiser, F., Vinogradov, Sz. and Tóth, G. 2006. Internetbased Land Valuation System Powered by a GIS of 1:10 000 Soil Maps. *Agrokémia és Talajtan*. 55. pp. 109-116
- Tóth T., Tóth G., Németh T. és Gaál Z. (szerk.) 2007. Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. Keszthely, 2007. november 22-23. Országos konferencia kiadványa. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. ISBN 976 963 87616 3 7; p. 378
- Tóth Z. és Kismányoky T. 2001. A trágyázás hatása a talaj szervesanyag-tartalmára és agronómiai szerkezetére vetésforgókban és kukorica monokultúrában. *Agrokémia és Talajtan*. 50. 3-4. pp. 207-223
- Tóth Z., Kismányoky T. és Hermann T. 2007. A vetésváltás jelentősége és figyelembe vétele a földminősítésben. In.: Tóth T., Tóth G., Németh T. és Gaál Z. (szerk.) 2007. Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. Keszthely, 2007. november 22-23. Országos konferencia kiadványa. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. pp. 9-14
- Trashliev, H., Godev, G., Krastanov, S., Klevtsov, A., Kabakchiev, I., Hershkovich, E. and Dilkov, D. 1971. Assessment of ecological conditions for wheat and maize in Bulgaria by

- means of multivariate regression analysis. In: UNDP/FAO 472, Bulgaria 6, Meeting of Panel of Experts on Land Productivity Evaluation, Sofia, Bulgaria, 27-29 September 1971.
- Treitz P.1924. Magyarázó az országos átnézetes klimazonális talajtérképhez. Földtani Intézet Kiadványa, Budapest, cit.: Fórizs, J.-né, Máté, F. és Stefanovits, P. 1972. Talajbonitáció - Földértékelés. MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei. 30. 3. pp. 359-378
- Treitz P.1927. General map of the soil-regions of Hungary. Budapest, cit.: Fórizs J.-né, Máté F. és Stefanovits P. 1972. Talajbonitáció - Földértékelés. MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei. 30. 3. pp. 359-378
- Treitz P.1929. Csonka-Magyarország termőtalaja. Pátia, Budapest, cit.: Fórizs J.-né, Máté F. és Stefanovits P. 1972. Talajbonitáció - Földértékelés. MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei. 30. 3. pp. 359-378
- Uitto, I.J. and Akiko, O. (eds.) 1996. Population, Land Management, and Environmental Change. UNU Global Environmental Forum. The United Nations University, Tokyo, Japan. p. 88
- USDA 1951. Soil Survey Manual. Agricultural Handbook No. 18, Washington DC, p. 503
- Van Beek, C. and Tóth, G. (eds.) 2009. Risk Assessment Methodologies of Soil Threats in Europe - Status and options for harmonization- EUR nnnnn EN, nn p. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg (kézirat , lektorálás alatt)
- Van Camp. L., Bujjarabal, B, Gentile, A-R., Jones, R.J.A, Montanarella, L., Olazabal, C. and Selvaradjou, S-K. 2004. Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/1, 872pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg
- Van Lanen, H.A.J. and Bouma, J. 1989. Assessment of soil moisture deficit and soil aeration by quantitative evaluation procedures as opposed to qualitative methods. In: Bouma, J. and Bregt, A.K. (eds) Land qualities in space and time. Proceedings of a symposium organized by the International Society of Soil Science (ISSS), Wageningen, The Netherlands. pp 189-192
- Van Lanen, H.A.J., Broeke, M.J.D.H, Bouma, J. and de Groot, W.J.M. 1992a. A mixed qualitative/quantitative physical land evaluation methodology. Geoderma. 55. pp. 37-54
- Van Lanen, H.A.J., van Diepen, C.A., Reinds, G.J., de Koning, G.H.J., Bulens, J.D., and Bregt, A.K. 1992b. Physical Land Evaluation Methods and GIS to Explore the Crop Growth Potential and its Effects Within the European Communities. Agricultural Systems. 39. pp. 307-328
- Van Lanen, H.A.J., van Diepen, C.A., Reinds, G.J.; de Koning, G.H.J. 1992c. A comparison of qualitative and quantitative physical land evaluations, using an assessment of the potential for sugarbeet growth in the European Community. Soil Use and Management. 8. 2. pp. 80-89
- Várallyay Gy. 1973. A talajok nedvességpotenciálja és új berendezés annak meghatározására az alacsony (atmoszféra alatti) tenziótartományban, Agrokémia és Talajtan. 22. pp. 1-22

- Várallyay Gy. 1981. Kedvezőtlen vízgazdálkodás – korlátozott talajtermékenység, Agrokémia és Talajtan. 30. pp.151-161
- Várallyay, Gy. 1997. A talaj és funkciói. Magyar Tudomány. XLII. 12. pp. 1414-1430
- Várallyay Gy. 1999. Megjegyzések és gondolatok Tóth Gergely és Máté Ferenc: „Jellegzetes dunántúli talajok főbb növényenkénti relatív termékenysége” című közleményéhez (Agrokémia és Talajtan. 48. 1-2. pp. 172-180). Agrokémia és Talajtan. 48. 3-4. pp. 531-537
- Várallyay Gy. 2002a. Új tudományos kihívások egy korszerű földminősítési rendszerrel szemben. Geodézia és Kartográfia. 54. 7. pp. 3-11
- Várallyay, Gy. 2002b. Agriculture and Nature Links in Hungary. Paper presented at the 10th Annual Conference of European Environmental Advisory Councils (EEAC) Kilkenny, Ireland 16-19 October, 2002. (kézirat)
- Várallyay Gy. 2003. A földminőség kifejezésének céljai és lehetőségei. Gaál Z., Máté F. és Tóth G. (szerk.) 2003. Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem pp.81-97.
- Várallyay, Gy. 2005. Talajvédelmi Stratégia az Európai Unióban és Magyarországon. Agrokémia és Talajtan 54. 1-2. pp. 203-216
- Várallyay Gy., Szűcs L., Murányi A., Rajkai K., Zilahy P. 1982. Magyarország agroökológiai potenciálját meghatározó talajtani tényezők térképe. Földrajzi Értesítő. 30. pp. 235-250
- Várallyay Gy., Szűcs L., Murányi A., Rajkai K., Zilahy P. 1980. Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe II. Agrokémia és Talajtan. 29. pp. 35-36
- Várallyay, Gy., Szűcs, L., Zilahy, P., Rajkai, K., Murányi, A. 1985. Soil factors determining the agroecological potential of Hungary. Agrokémia és Talajtan. 34. pp. 90-94
- Varga-Haszonits Z. 1977. Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 323
- Vass J., Bencze T., Speiser F., Szilágyi S., Szilávik R. 2003. A D-e-Meter internet bázisú földminősítési rendszer információs technológiája, In: Gaál Z., Máté F. és Tóth G. (szerk.) 2003. Földminősítés és földhasználati információ. Keszthely, 2003. december 11-12. Országos konferencia kiadványa. Veszprémi Egyetem ISBN 963 9495 25 5; pp. 57-77
- Viljamsz V. R. 1950. A talajtan és földműveléstan alapjai. Budapest cit.: Győri D. 1984. A talaj termékenysége. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, p. 236
- Vlad, V. Munteanu, I., Vasile, C. and Ittu, U. 1997. Expert system type implementation of the Romanian methodology for land evaluation. (ExET 2.2) Proc. of the Workshop on Land Information Systems. 20-22. Nov. 1996, Hannover. p. 10
- Western, S. 1978. Soil survey contracts and quality control. (Monographs on soil survey) Oxford University Press. Oxford.
- Wilson, J.P., and Gallant, J.C. (eds.) 2000. Terrain Analysis: Principles and Applications. Wiley, New York. p. 303

- Wu, J.T. 1993. A koefficiens-szintézis alapú talajtermékenység értékelés koncepciója. Soil and Geology. pp. 269-274 (kínaiul)
- Young, A. 1998. Land Resources. Now and for the Future. Cambridge University Press. United Kingdom. ISBN 0 521 59003 5; p. 319

dc_879_14

Köszönetnyilvánítás

Kutatásaim során sokaktól kaptam olyan szakmai és emberi segítséget, amelyek nélkül nem készülhetett volna el ez az értekezés.

Dr. Máté Ferenc professzor úr iránymutatása és tanácsai pályám során meghatározók voltak, türelme pedig mindig átsegít munkám nehéz szakaszain.

Dr. Debreczeni Béláné professzor asszony, **Prof. Dr. Várallyay György**, **Prof. Dr. Németh Tamás**, **Dr. Vlagyimir Sztolbovoj** és **Dr. Kismányoky Tamás** professzor urak támogatása és útmutatásai tudományos munkám alaposságát biztosították, és olyan ismeretekre irányították figyelmem, amik nagyban hozzájárultak kutatásaim előrehaladásához.

Köszönet illeti **Dr. Gaál Zoltán** professzor urat, és a D-e-Meter projektben legközvetlenebb munkatársait, **Dr. Balogh Ágnes**t, **Dr. Makó Andrást**, **Dr. Vass Józsefet**, **Hermann Tamást**, **Speiser Ferencet**, **Szilágyi Sándort** és **Szlávik Róbertet**, akikkel magam is együtt dolgozva megtapasztaltam, hogy a közös munka nem csak eredményesebb lehet a magányos kutatásnál, de örömtelibb is.

Az országos rendszer fejlesztését célzó földminősítési kutatások során **Szabóné Kele Gabriella**, **Dr. Szász Gábor**, **Dr. Bencze Tibor**, **Szabó Béla**, **Dr. Kuti László**, **Dr. Vatai József**, **Grabarics János**, **Nikl István**, **Dr. Szakadát István**, **Biró Gyula**, **Szeredi Pál**, **Suba Zoltán** és **Fekete Balázs** tapasztalatai és hasznos ötletei sokat jelentettek, és nagyban előmozdították a kutatási tervek megvalósítását.

Hálás lehetek tanáraimnak, **Dr. Nagy Zsigmondné**nek és **Wolf József**nek, akik a természettudományok szeretetére tanítottak, **Dr. Vu Csitang**nak és kantoni egyetemem talajtani képzésében résztvevő valamennyi oktatónak, akik először nyitották szemem a talajokban rejlő szépségre és indítottak a talajok megismerésének útján.

Kezdeti kutató éveimben a keszthelyi Georgikon **Talajtani Tanszékén** kutatásaimat ideális körülmények között végezhettem, ami elsősorban az ott **dolgozók** érdeme.

Ebben az időszakban sokat jelentett **Günther Fischer**, **Dr. Szun Hujnan**, **Dr. Li Szjubin**, **Dr. Cynthia Rosenzweig** és a IIASA-ban az eurázsiai földhasználat változásának modellezésén dolgozó valamennyi kolléga szakmai támogatása, csakúgy mint a CEU-ban **Dr. Szőcs Zoltán** és a Környezettudományi Tanszék, valamint **Dr. Rudas Tamás** és az Alkalmazott Statisztikai Laboratórium munkatársainak segítségével.

Szűcs Imre és a **Veszprém Megyei Földhivatal dolgozói** talajbonitációs kutatásaim során nem csak a mintaterületi talajtérképi feldolgozásban adtak jelentős segítséget, de olyan feltételeket nyújtottak hozzá, hogy szívesen jártam Veszprémbe elvégezni azt.

Dr. Józsa Sándor a statisztikai vizsgálatok tervezése és a kapott eredmények értelmezése során sem időt, sem fáradságot nem sajnált, hogy kutató munkámat precíz észrevételeivel előmozdítsa. **Tóth Gábor** tudása és segítőkészsége nagy támogatást jelentett a környezeti adatok informatikai rendszerekbe integrálása során.

Dr. Lo Fucsentől az ENSZ Egyetem professzorától sokat tanultam a környezeti és társadalmi folyamatok kölcsönös függéséről, **Prof. Kazuhiko Takeucsitól** és **Dr. Acusi Cunekavától**, a Tokiói Egyetem tudósaitól pedig a tájértékelés komplex megközelítéséről.

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében dolgozva szerencsém volt közelebbről megismerni **Dr. Rajkai Kálmán** és **Dr. Tóth Tibor** professzorok munkáit, akiktől a későbbi tudományos együttműködések során is rengeteget tanultam.

A Pannon Egyetem Georgikon Karának Növénytermesztési és Talajtani Tanszékén, a keszthelyi kollégáktól **Dr. Makó Andrástól** (jelenleg az MTA ATC kutatója), **Dr. Kismányoky Tamástól**, **Hermann Tamástól** (jelenleg a JRC kutatója), **Dr. Tóth Zoltántól** és **Fitos Hajnalkától** mindig értékes szakmai tanácsokat és emberi támogatást kapok.

Munkatársaim a Közös Kutatóközpontban, **Dr. Luca Montanarella**, **Dr. Nicola Filippi**, **Dr. Bódis Katalin**, **Dr. Florence Carré**, **Dr. Arwyn Jones**, **Marc van Liedekerke**, **Panos Panagos** és **Dr. Melanie Weynants** a talajdegradációs folyamatok, térképezés, kontinentális léptékű alkalmazások és talajinformációs rendszerek területén meglévő alapos ismereteit szívesen megosztja velem, ezzel is előmozdítva tudományos fejlődésemet.

Szüleim önzetlenségükkel és szeretetükkel mindent elkövettek, hogy tanulmányaimon és kutatásaimon kívül másra ne legyen gondom, s olyan háttérrel biztosítottak, amit soha nem tudok eléggé meghálálni. **Feleségem** a boldog családi háttér megteremtésével és munkámat támogató önzetlen áldozatvállalásával mindent megtett, ami egy (kutató) ember életét teljessé teheti.

Mindannyiuknak köszönöm a sok segítséget.

dc_879_14

Mellékletek

Mellékletek

1. Táblázatok

1. táblázat. A búza klimatikus potenciálja meteorológiai körzetenként

Búza (bruttó produkció t/ha)							
Alkörzet	Max	P<0,5Max	Átl.	Alkörzet	Max	P<0,5Max	Átl.
1.1	16.2	8.1	12.2	17.1	18.7	9.4	14.0
1.2	16.6	8.3	12.5	17.2	18.5	9.3	13.9
2.1	16.5	8.3	12.4	17.3	18.9	9.5	14.2
2.2	16.3	8.2	12.2	18.1	18.1	9.1	13.6
3.1	14.5	7.3	10.9	18.2	18.2	9.1	13.7
3.2	14.6	7.3	11.0	19.1	19.8	9.9	14.9
3.3	14.9	7.5	11.2	20.1	17.3	8.7	13.0
4.1	14.5	7.3	10.9	20.2	17.6	8.8	13.2
4.2	14.3	7.2	10.7	21.1	17.4	8.7	13.1
5.1	18.4	9.2	13.8	22.1	14.6	7.3	11.0
5.2	18.5	9.3	13.9	22.2	14.9	7.5	11.2
5.3	18.8	9.4	14.1	23.1	16.6	8.3	12.5
6.1	16.9	8.5	12.7	23.2	16.5	8.3	12.4
6.2	17.4	8.7	13.1	23.3	16.8	8.4	12.6
7.1	17.1	8.6	12.8	24.1	15.9	8.0	11.9
7.2	17.6	8.8	13.2	24.2	16.1	8.1	12.1
7.3	17.8	8.9	13.4	25.1	17	8.5	12.8
8.1	17.9	9.0	13.4	25.2	17.6	8.8	13.2
8.2	17.2	8.6	12.9	26.1	18.8	9.4	14.1
9.1	17.4	8.7	13.1	26.2	19.4	9.7	14.6
9.2	17.6	8.8	13.2	27.1	18.5	9.3	13.9
9.3	17.7	8.9	13.3	27.2	18.3	9.2	13.7
9/a.1	17.6	8.8	13.2	27.3	18.3	9.2	13.7
9/a.2	17.5	8.8	13.1	28.1	18.1	9.1	13.6
10.1	17.6	8.8	13.2	28.2	18.4	9.2	13.8
10.2	18.0	9.0	13.5	29.1	17.9	9.0	13.4
10.3	17.7	8.9	13.3	29.2	17.1	8.6	12.8
11.1	16.5	8.3	12.4	29.3	16	8.0	12.0
12.1	17.0	8.5	12.8	29.4	17.5	8.8	13.1
12.2	16.4	8.2	12.3	30.1	15.2	7.6	11.4
13.1	17.8	8.9	13.4	30.2	15.4	7.7	11.6
13.2	17.9	9.0	13.4	31.1	15	7.5	11.3
14.1	18.9	9.5	14.2	31.2	15	7.5	11.3
14.2	19.4	9.7	14.6	32.1	14.2	7.1	10.7
15.1	18.6	9.3	14.0	32.2	14	7.0	10.5
15.2	19.0	9.5	14.3	33.1	14.6	7.3	11.0
16.1	19.0	9.5	14.3	33.2	14.8	7.4	11.1
16.2	19.2	9.6	14.4				

2. táblázat. A vízgazdálkodási kategóriarendszer paraméter-kódjai (Makó és mtsai. 2003)

Paraméterlista	Mértékegység	Jelölés	A becsléshez felhasználható rendelkezésre álló paraméterek	Fokozatok									
				1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Talaj altípus	-	T	talaj altípus	T ₁₀ – T ₄₀₃									
Talaj rétegzettség	kódszámok	i	talaj altípus	1	2	3	4	5	6	7			
Fizikai féleség	-	a	K _A	dh	h	hv	v	av	a	na	láp, tőzeg	durva váz-részek	szikes
pF 2,5 (VK _{sz})	tf %	d	K _A , humusz %, CaCO ₃	<10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50<
pF 4,2 (HV)	tf %	e	K _A , humusz %, CaCO ₃	<2	2-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40<
Diszponibilis víz (DV)	tf %	f	pF 2,5; pF 4,2	<2	2-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30<		
Talajvíz átlagos mélysége	m	j	talajvízszint	0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-4	4-6	6<			
Kapilláris vízpótlás	mm/év	h	fizikai féleség kód, talajrétegzettség kód, talajvízszint kód	<0	0-50	50-100	100-150	150-200	200<				
Térfogattömeg	g/cm ³	b	K _A , humusz %, CaCO ₃	<1,0	1,0-1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,6<					
pF 0 (VK _{max})	tf %	c	K _A , humusz %, CaCO ₃	<35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60<			
Hidraulikus vezetőképesség	cm/nap	g	K _A , humusz %, CaCO ₃	<0,01	0,01-0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-5	5-10	10-50	50-100	100-500	500<

3. táblázat. A vízgazdálkodási kategóriákhoz tartozó szántóföldi vízkapacitás, holtvíz és diszponibilis víz kódok. (Makó és mtsai. 2003)

Vízgazdálkodási kategória

$$VKsz = 6,953 + 0,719 \cdot K_A - 4,232E-03 \cdot K_A^2 + 0,897 \cdot H\%$$

$$HV = -10,18 + 0,934 \cdot K_A - 6,105E-03 \cdot K_A^2 - 0,315 \cdot CaCO_3\% +$$

$$3,896E-03 \cdot CaCO_3\%^2 + 4,68E-02 \cdot CaCO_3\% \cdot H\%$$

$$DV = VKsz - HV$$

Elvileg lehetséges alkategória, a 2. táblázat szerint nem...

AIIR-ban előforduló kategória kódok

Vízgazdálkodási kategória	"Alkategória"	Fizikai talajfőlés kód	Talaj rétegzettség kód	Rétegződés példa
1.	1/1.	1. (dh. durva homok)	1.	(dh. dh. dh. dh)
	1/3.		3.	(dh. hv. av. av)
	1/6.		6.	(dh. dv. h. dh)
	1/7.		7.	(dh. av. dh. av)
2.	2/1.	2. (h. homok)	1.	(h. h. h. h)
	2/2.		2.	(h. h. dh. dh)
	2/3.		3.	(h. hv. av. av)
	2/4.		4.	(h. h. dh. h)
	2/5.		5.	(h. hv. av. h)
	2/6.		6.	(h. dv. h. h)
	2/7.		7.	(h. av. h. av)
3.	3/1.	3. (hv. homokos vályog)	1.	(hv. hv. hv. hv)
	3/2.		2.	(hv. h. h. dh)
	3/3.		3.	(hv. hv. av. av)
	3/4.		4.	(hv. hv. h. hv)
	3/5.		5.	(hv. hv. a. hv)
	3/6.		6.	(hv. dv. hv. hv)
	3/7.		7.	(hv. a. hv. a)
4.	4/1.	4. (v. vályog)	1.	(v. v. v. v)
	4/2.		2.	(v. v. h. dh)
	4/3.		3.	(v. v. av. a)
	4/4.		4.	(v. v. h. v)
	4/5.		5.	(v. v. a. v)
	4/6.		6.	(v. dv. v. v)
	4/7.		7.	(v. av. v. a)
5.	5/1.	5. (av. agyagos vályog)	1.	(av. av. av. av)
	5/2.		2.	(av. av. h. dh)
	5/3.		3.	(av. av. a. na)
	5/4.		4.	(av. av. h. av)
	5/5.		5.	(av. av. na. av)
	5/6.		6.	(av. dv. av. av)
	5/7.		7.	(av. a. av. dh)
6.	6/1.	6. (a. agyag)	1.	(a. a. a. a)
	6/2.		2.	(a. a. hv. h)
	6/3.		3.	(a. a. na. na)
	6/4.		4.	(a. a. hv. a)
	6/5.		5.	(a. a. na. a)
	6/6.		6.	(a. dv. a. a)
	6/7.		7.	(a. h. a. hv)
7.	7/1.	7. (na. nehéz agyag)	1.	(na. na. na. na)
	7/2.		2.	(na. na. av. hv)
	7/4.		4.	(na. na. v. na)
	7/6.		6.	(na. dv. na. na)
	7/7.		7.	(na. h. na. hv)
8.	8/7.	8. (l. lap. t. tőzeg)	7.	-
9.	9/7.	9. (dv. durva vázrész)	7.	-
10.	10/1.	10. (szikes talajok)	1.	szoloncsák (h-v)
	10/2.		2.	szoloncsák (av-na)
	10/3.		3.	szolonyec 0-20 (h-v)
	10/4.		4.	szolonyec 0-20 (av-na)
	10/5.		5.	szolonyec 20< (h-v)
	10/6.		6.	szolonyec 20< (av-na)

VKsz	HV	DV (a már összevont fokozatok)
4,5	2,3	2,3
4,5	3,4	2,3
4,5,6	3,4,5	2,3
5,6	4,5	2,3
6,7	4,5,6	2,3
6,7	5,6,7	2,3
7,8	6,7	2,3
Rosszul becsülhető...		

4. táblázat. A vízgazdálkodási kategóriákhoz tartozó kapilláris vízpótlás kódok

Vízgazálkodási kategória		"Alkategória"	Fizikai talajfőleőség kód	Talaj rétegzettség kód	Rétegződés példa												
1.	1/1.	1. (dh: duva homok)	1.	(dh, dh, dh, dh)	> 300	5	141-300	3,4	138-141	3	135-138	3	124-135	3	124 >	1,2,3	
	1/3.		3.	(dh, hv, av, av)	> 500	5	373-500	5	319-373	5	289-319	4,5	271-289	4	271 >	1,2,3,4	
	1/6.		6.	(dh, dv, h, dh)	Rosszul becsülhető....												
	1/7.		7.	(dh, av, dh, av)	> 300	5	142-300	3,4	138-142	3	135-138	3	124-135	3	124 >	1,2,3	
2.	2/1.	2. (h: homok)	1.	(h, h, h, h)	> 300	5	180-300	3,4	168-180	3	164-168	3	157-164	3	157 >	1,2,3	
	2/2.		2.	(h, h, dh, dh)	> 300	5	141-300	3,4	138-141	3	135-138	3	124-135	3	124 >	1,2,3	
	2/3.		3.	(h, hv, av, av)	> 500	5	373-500	5	319-373	5	289-319	4,5	271-289	4	271 >	1,2,3,4	
	2/4.		4.	(h, h, dh, h)	> 300	5	142-300	3,4	138-141	3	135-138	3	124-135	3	124 >	1,2,3	
	2/5.		5.	(h, hv, av, h)	> 300	5	200-300	4	189-200	3	183-189	3	179-183	3	179 >	1,2,3	
	2/6.		6.	(h, dv, h, h)	Rosszul becsülhető....												
	2/7.		7.	(h, av, h, av)	> 300	5	184-300	3,4	169-184	3	165-169	3	158-165	3	158 >	1,2,3	
3.	3/1.	(hv: homokos vályog)	1.	(hv, hv, hv, hv)	> 400	5	253-400	4,5	215-253	4	195-215	3,4	183-195	3	183 >	1,2,3	
	3/2.		2.	(hv, h, h, dh)	> 300	5	163-300	3,4	156-163	3	151-156	3	149-151	3	149 >	1,2,3	
	3/3.		3.	(hv, hv, av, av)	> 500	5	373-500	5	319-373	5	289-319	4,5	271-289	4	271 >	1,2,3,4	
	3/4.		4.	(hv, hv, h, hv)	> 300	5	179-300	3,4	165-179	3	158-165	3	154-158	3	154 >	1,2,3	
	3/5.		5.	(hv, hv, a, hv)	> 400	5	270-400	4,5	232-270	4	213-232	4	201-213	4	201 >	1,2,3,4	
	3/6.		6.	(hv, dv, hv, hv)	Rosszul becsülhető....												
	3/7.		7.	(hv, a, hv, a)	> 500	5	378-500	5	289-378	4	241-289	4	213-241	4	213 >	1,2,3,4	
4.	4/1.	4. (v: vályog)	1.	(v, v, v, v)	> 400	5	253-400	4,5	215-253	4	195-215	3,4	183-195	3	183 >	1,2,3	
	4/2.		2.	(v, v, h, dh)	> 300	5	163-300	3,4	156-163	3	151-156	3	149-151	3	149 >	1,2,3	
	4/3.		3.	(v, v, av, a)	> 500	5	373-500	5	319-373	5	289-319	4,5	271-289	4	271 >	1,2,3,4	
	4/4.		4.	(v, v, h, v)	> 300	5	179-300	3,4	165-179	3	158-165	3	154-158	3	154 >	1,2,3	
	4/5.		5.	(v, v, a, v)	> 400	5	270-400	4,5	232-270	4	213-232	4	201-213	4	201 >	1,2,3,4	
	4/6.		6.	(v, dv, v, v)	Rosszul becsülhető....												
	4/7.		7.	(v, av, v, a)	> 500	5	378-500	5	289-378	4	241-289	4	213-241	4	213 >	1,2,3,4	
5.	5/1.	5. (av: agyagos vályog)	1.	(av, av, av, av)	> 500	5	373-500	5	319-373	5	289-319	4,5	271-289	4	271 >	1,2,3,4	
	5/2.		2.	(av, av, h, dh)	> 300	5	163-300	3,4	156-163	3	151-156	3	149-151	3	149 >	1,2,3	
	5/3.		3.	(av, av, a, na)	> 700	5	511-700	5	433-511	5	389-433	5	359-389	5	359 >	1,2,3,4,5	
	5/4.		4.	(av, av, h, av)	> 300	5	184-300	3,4	169-184	3	165-169	3	158-165	3	158 >	1,2,3	
	5/5.		5.	(av, av, na, av)	> 500	5	386-500	5	332-386	5	303-332	5	285-303	4	285 >	1,2,3,4	
	5/6.		6.	(av, dv, av, av)	Rosszul becsülhető....												
	5/7.		7.	(av, a, av, dh)	> 300	5	166-300	3,4	155-166	3	153-155	3	152-153	3	152 >	1,2,3	
6.	6/1.	6. (a: agyag)	1.	(a, a, a, a)	> 700	5	511-700	5	433-511	5	389-433	5	359-389	5	359 >	1,2,3,4,5	
	6/2.		2.	(a, a, hv, h)	> 300	5	200-300	4	188-200	3	182-188	3	177-182	3	177 >	1,2,3	
	6/3.		3.	(a, a, na, na)	> 700	5	511-700	5	433-511	5	389-433	5	359-389	5	359 >	1,2,3,4,5	
	6/4.		4.	(a, a, hv, a)	> 500	5	378-500	5	289-378	4,5	241-289	4	213-241	4	213 >	1,2,3,4	
	6/5.		5.	(a, a, na, a)	> 700	5	511-700	5	433-511	5	389-433	5	359-389	5	359 >	1,2,3,4,5	
	6/6.		6.	(a, dv, a, a)	Rosszul becsülhető....												
	6/7.		7.	(a, h, a, hv)	> 400	5	270-400	4,5	232-270	4	213-232	4	201-213	4	201 >	1,2,3,4	
7.	7/1.	7. (na: nehéz agyag)	1.	(na, na, na, na)	> 700	5	511-700	5	433-511	5	389-433	5	359-389	5	359 >	1,2,3,4,5	
	7/2.		2.	(na, na, av, hv)	> 500	5	373-500	5	319-373	5	289-319	4,5	271-289	4	271 >	1,2,3,4	
	7/3.		3.	(na, na, v, na)	> 500	5	378-500	5	289-378	4,5	241-289	4	213-241	4	213 >	1,2,3,4	
	7/6.		6.	(na, dv, na, na)	Rosszul becsülhető....												
7/7.	7.	(na, h, na, hv)	> 400	5	270-400	4,5	232-270	4	213-232	4	201-213	4	201 >	1,2,3,4			
8.	8/7.	8. (l: láp, t: tőzeg)	7.	-													
9.	9/7.	9. (dv: duva vázrészt)	7.	-													
10.	10/1.	10. (székes talajok)	1.	szolonscák (h-v)													
	10/2.		2.	szolonscák (av-na)													
	10/3.		3.	szolonyec 0-20 (h-v)													
	10/4.		4.	szolonyec 0-20 (av-na)													
	10/5.		5.	szolonyec 20< (h-v)													

5. táblázat. Különböző vízgazdálkodási kategóriákba (v.g.-i kat.) sorolt talajok t/ha terméseredményei közötti kapcsolatok vizsgálatának eredményei (Tukey-próba; N=22045)

Búza jelzőnövény, meteorológiai hatással korrigált terméseredményekkel számolva. A búzatermesztési klímaföldrajzi III. nagytáj (Szász 1999) talajaira. Azon vízgazdálkodási típusokra, amelyek a nagytájban legalább 1%-os területi reprezentátságuak (a 3. klímaföldrajzi nagytájban összesen 85 féle vízgazdálkodási kategóriájú talajváltozat fordul elő, ebből 24 féle területe haladja meg a nagytáj összterületének 1%-át).

22110	2,024											
	0,939											
22220	5,891*	3,866*										
	1,096	0,750										
33332	9,584*	7,560*	3,694*									
	0,916	0,447	0,722									
33432	8,808*	6,784*	2,918*	-0,776								
	0,905	0,424	0,708	0,372								
43444	11,712*	9,688*	5,822*	2,128*	2,904*							
	0,968	0,546	0,787	0,507	0,487							
43543	8,744*	6,720*	2,854	-0,840	-0,064	-2,968*						
	0,970	0,549	0,789	0,509	0,489	0,598						
43544	12,876*	10,851*	6,985*	3,291*	4,068*	1,164	4,132*					
	0,995	0,592	0,819	0,556	0,537	0,638	0,640					
43645	12,158*	10,133*	6,268*	2,574*	3,350*	0,446	3,414*	-0,717				
	0,965	0,540	0,783	0,500	0,480	0,591	0,593	0,633				
44442	13,530*	11,505*	7,639*	3,945*	4,721*	1,818	4,785*	0,654	1,371			
	1,139	0,811	0,989	0,785	0,772	0,846	0,847	0,876	0,842			
53554	9,684*	7,659*	3,793*	0,099	0,875	-2,029	0,939	-3,192*	-2,475*	-3,846*		
	1,026	0,642	0,856	0,609	0,592	0,685	0,687	0,722	0,680	0,910		
53555	11,316*	9,291*	5,425*	1,731	2,507*	-0,396	2,571*	-1,560	-0,843	-2,214	1,632	
	1,004	0,607	0,830	0,572	0,554	0,652	0,654	0,691	0,647	0,886	0,735	
53564	13,184*	11,160*	7,294*	3,600*	4,376*	1,472	4,440*	0,308	1,026	-0,345	3,501*	
	1,095	0,749	0,939	0,720	0,706	0,786	0,787	0,818	0,781	0,988	0,855	
53655	8,391*	6,366*	2,500	-1,194	-0,418	-3,322*	-0,354	-4,485*	-3,768*	-5,139*	-1,293	
	1,059	0,694	0,896	0,663	0,648	0,734	0,736	0,769	0,729	0,948	0,808	
53664	8,527*	6,502*	2,636	-1,058	-0,282	-3,186*	-0,218	-4,349*	-3,632*	-5,003*	-1,157	
	1,161	0,842	1,015	0,817	0,805	0,875	0,877	0,904	0,871	1,061	0,938	
53665	16,329*	14,305*	10,439*	6,745*	7,521*	4,617*	7,585*	3,453*	4,171*	2,800	6,646*	
	0,925	0,465	0,733	0,418	0,393	0,522	0,525	0,570	0,516	0,795	0,622	
53765	9,698*	7,674*	3,807*	0,114	0,890	-2,014	0,954	-3,178*	-2,460*	-3,832*	0,014	
	0,950	0,513	0,764	0,470	0,448	0,565	0,568	0,610	0,559	0,824	0,659	
53767	9,156*	7,131*	3,265	-0,429	0,348	-2,556	0,412	-3,720*	-3,002	-4,374*	-0,528	
	1,131	0,800	0,980	0,773	0,760	0,834	0,836	0,865	0,830	1,027	0,900	
54665	15,948*	13,923*	10,057*	6,363*	7,140*	4,236*	7,204*	3,072	3,789*	2,418	6,264*	
	1,158	0,837	1,011	0,812	0,800	0,871	0,872	0,900	0,867	1,057	0,934	
64886	11,777*	9,753*	5,887*	2,193*	2,969*	0,065	3,033*	-1,098	-0,381	-1,752	2,094	
	1,014	0,624	0,843	0,590	0,573	0,668	0,670	0,706	0,663	0,898	0,749	
64888	10,604*	8,579*	4,713*	1,019	1,795	-1,109	1,859	-2,272	-1,555	-2,926	0,920	
	0,981	0,568	0,802	0,530	0,511	0,616	0,618	0,657	0,610	0,859	0,702	
65865	8,760*	6,736*	2,869	-0,824	-0,048	-2,952*	0,016	-4,116*	-3,398*	-4,770*	-0,924	
	1,018	0,630	0,847	0,596	0,579	0,673	0,675	0,711	0,668	0,901	0,753	
65888	9,077*	7,053*	3,187*	-0,507	0,269	-2,635*	0,333	-3,798*	-3,081*	-4,452*	-0,606	
	1,013	0,622	0,841	0,587	0,570	0,666	0,668	0,704	0,661	0,896	0,747	
75999	8,979*	6,955*	3,089*	-0,605	0,171	-2,733*	0,235	-3,897*	-3,179*	-4,551*	-0,704	
	0,953	0,518	0,768	0,476	0,455	0,570	0,573	0,614	0,564	0,827	0,663	
(I) ↑ V.g.-i kat. (J) →	11000	22110	22220	33332	33432	43444	43543	43544	43645	44442	53554	

Az 5. táblázat folytatása.

53564	1,869												
	0,829												
53655	-2,925*	-4,794*											
	0,780	0,895											
53664	-2,789*	-4,658*	0,136										
	0,914	1,014	0,974										
53665	5,014*	3,145*	7,939*	7,803*									
	0,586	0,731	0,675	0,827									
53765	-1,618	-3,486*	1,308	1,172	-6,631*								
	0,624	0,763	0,709	0,854	0,487								
53767	-2,160	-4,028*	0,765	0,629	-7,173*	-0,542							
	0,875	0,979	0,938	1,052	0,783	0,813							
54665	4,632*	2,764	7,557*	7,421*	-0,381	6,250*	6,792*						
	0,910	1,010	0,970	1,081	0,822	0,850	1,048						
64886	0,462	-1,407	3,387*	3,251	-4,552*	2,079	2,622	-4,170*					
	0,719	0,842	0,794	0,926	0,603	0,641	0,887	0,922					
64888	-0,712	-2,581	2,213	2,077	-5,726*	0,905	1,448	-5,344*	-1,174				
	0,670	0,801	0,750	0,889	0,545	0,586	0,849	0,884	0,686				
65865	-2,556	-4,424*	0,369	0,233	-7,569*	-0,938	-0,396	-7,188*	-3,017*	-1,843			
	0,723	0,846	0,798	0,929	0,609	0,646	0,891	0,925	0,738	0,691			
65888	-2,238	-4,107*	0,687	0,551	-7,252*	-0,621	-0,078	-6,870*	-2,700*	-1,526	0,317		
	0,717	0,840	0,792	0,924	0,601	0,639	0,886	0,920	0,731	0,684	0,736		
75999	-2,337*	-4,205*	0,589	0,453	-7,350*	-0,719	-0,177	-6,969*	-2,798*	-1,624	0,219	-0,098	
	0,629	0,766	0,713	0,858	0,493	0,538	0,816	0,853	0,645	0,591	0,650	0,643	
(I) ↑ V.g.-i kat. (J) →	53555	53564	53655	53664	53665	53765	53767	54665	64886	64888	65865	65888	

*Az átlagok különbsége (I-J) szignifikáns (5 %-os szinten). A dőlt betűs számok a különbség hibáját mutatják. (276 pár, ebből 157 szignifikánsan különbözik).

6. táblázat. Különböző talaj altípusokⁱ terméseredményei közötti kapcsolatok vizsgálatának eredményei (Tukey-próba; N=15124)
 Búza jelzőnövénnel, meteorológiai hatással korrigált terméseredményekkel számolva. A búzatermesztési klímaföldrajzi III. nagytáj (Szász 1999) talajaira
 (Az ország azon legelterjedtebb talaj altípusaira, amelyek a nagytájban is értékelhető nagyságú területen fordulnak elő.)

112	6,169** 0,684													
131	8,695** 0,718	2,526** 0,405												
132	2,494 0,761	-3,675** 0,478	-6,202** 0,525											
191	13,238** 0,743	7,069** 0,449	4,543** 0,499	10,745** 0,559										
192	10,535** 0,908	4,366** 0,687	1,840 0,721	8,042** 0,764	-2,703* 0,747									
201	14,626** 0,712	8,456** 0,394	5,930** 0,451	12,132** 0,517	1,387 0,490	4,090** 0,715								
202	13,161** 0,765	6,992** 0,483	4,466** 0,531	10,667** 0,588	-0,077 0,564	2,626* 0,768	-1,464 0,522							
301	8,136** 0,730	1,967** 0,426	-0,559 0,479	5,643** 0,541	-5,102** 0,516	-2,399 0,733	-6,489** 0,469	-5,025** 0,547						
302	8,297** 0,708	2,127** 0,386	-0,399 0,444	5,803** 0,511	-4,942** 0,484	-2,239 0,711	-6,329** 0,434	-4,865** 0,516	0,160 0,463					
311	7,723** 0,778	1,554 0,504	-0,972 0,549	5,229** 0,605	-5,515** 0,582	-2,812* 0,781	-6,902** 0,541	-5,438** 0,609	-0,413 0,565	-0,574 0,536				
312	7,276** 0,716	1,107 0,402	-1,419 0,458	4,783** 0,523	-5,962** 0,496	-3,259** 0,720	-7,349** 0,448	-5,885** 0,528	-0,860 0,476	-1,020 0,441	-0,447 0,547			
391	10,623** 0,938	4,453** 0,726	1,927 0,759	8,129** 0,800	-2,616 0,783	0,087 0,940	-4,003** 0,753	-2,539 0,803	2,486 0,770	2,326 0,749	2,900* 0,816	3,346** 0,757		
392	8,833** 0,931	2,664* 0,718	0,138 0,750	6,339** 0,792	-4,405** 0,775	-1,702 0,934	-5,792** 0,745	-4,328** 0,795	0,697 0,762	0,537 0,740	1,110 0,808	1,557 0,749	1,789 0,963	
(I) ↑ Talaj altípusok (j) →	51	112	131	132	191	192	201	202	301	302	311	312	391	

Az átlagok különbsége (I-J) szignifikáns (*5 %-os szinten; ** 1%-os szinten). A dőlt betűs számok a különbség hibáját mutatják (91 pár, ebből 54 szignifikánsan különbözik 1%-os szinten; 5 pedig 5%-os szinten). ⁱA talaj kódok jelentését a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat. A talajosztályozási egységek termőhelyi besorolása*

termőhelyi típus	termőhely típus	talajtípus/altípus	talajkód
I.		humuszkarbonát talajok	60
I.		csernozjom barna erdőtalajok	160
I.		karbonátos csernozjom barna erdőtalaj	161
I.		nem karbonátos csernozjom barna erdőtalaj	162
I.		erdőmaradványos csernozjom talajok	170
I.		karbonátos erdőmaradványos csernozjom talaj	171
I.		nem karbonátos erdőmaradványos csernozjom erdőtala	172
I.		kilúgozott csernozjom talajok	180
I.		meszes vagy mészlepedékes csernozjom talajok	190
I.		típusos (mészlepedékes) csernozjom	191
I.		alföldi csernozjom	192
I.		réti csernozjom talajok	200
I.		karbonátos réti csernozjom talaj	201
I.		nem karbonátos réti csernozjom talaj	202
I.		mélyben sós réti csernozjom talaj	203
I.		mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj	204
I.		szolonyeces réti csernozjom talaj	205
I.		terasz csernozjom talajok	210
I.		karbonátos terasz csernozjom talaj	211
I.		nem karbonátos terasz csernozjom talaj	212
I.	III. (ha $K_A > 50$)	csernozjom réti talajok	330
I.	III. (ha $K_A > 50$)	karbonátos csernozjom réti talaj	331
I.	III. (ha $K_A > 50$)	típusos csernozjom réti talaj	332
I.	III. (ha $K_A > 50$)	mélyben sós, vagy mélyben szolonyec csernozj. réti	333
I.	III. (ha $K_A > 50$)	szolonyeces csernozjom réti talaj	334
I.	III. (ha $K_A > 50$)	csernozjom eredetű lejtőhordalék talaj	401
II.		podzolos barna erdőtalajok	100
II.		agyagbemosódásos barna erdőtalajok	110
II.		podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalajok	111
II.		nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalajok	112
II.		Ramann-féle barna erdőtalajok	130
II.	IV. (ha $K_A < 38$)	típusos (Ramann-féle) barna erdőtalaj	131
II.	IV. (ha $K_A < 38$)	rozsdabarna erdőtalaj	132
II.		kovárványos barna erdőtalajok	140
II.		típusos kovárványos barna erdőtalaj	141
II.		podzolos kovárványos barna erdőtalaj	142
II.		agyagbemosódásoskovárványos barna erdőtalaj	143
II.		humuszos kovárványos barna erdőtalajok	144
II.		karbonátmaradványos barna erdőtalajok	150
II.		lejtőhordalék talajok	400

termőhelyi típus	termőhely típus	talajtípus/altípus	talajkód
II.		erdőtalaj eredetű lejtőhordalék talaj	402
II.	III.	deluviális és aluviális vegyes üledék talaj	403
IV.		humuszos homoktalajok	50
IV.		karbonátos humuszos homoktalajok	51
IV.		nem karbonátos humuszos homoktalaj	52
IV.		karbonátos többretegű humuszos homoktalaj	53
IV.		nem karbonátos többretegű humuszos homoktalaj	54
IV.		kovárányos humuszos homoktalaj	55
VI.		fekete nyirok	80
III.		pangóvízes (pszeudoglejes) barna erdőtalajok	120
III.		podzolos pszeudoglejes barna erdőtalajok	121
III.		agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalaj	122
III.		szolonyeces réti talajok	290
III.		szolonyeces réti talaj	291
III.		erősen szolonyeces réti talaj	292
III.		régi talajok	300
III.		karbonátos réti talaj	301
III.		nem karbonátos réti talaj	302
III.		mélyben sós réti talaj	303
III.		mélyben szolonyeces réti talaj	304
III.		öntés réti talajok	310
III.		karbonátos öntés réti talaj	311
III.		nem karbonátos öntés réti talaj	312
III.		lápos réti talajok	320
III.		típusos lápos réti talaj	321
III.		szoloncsákos lápos réti talaj	322
III.		szolonyeces lápos réti talaj	323
III.		régi öntés talaj	395
VI.		rendzina talajok	70
VI.		fekete rendzina	71
VI.		barna rendzina	72
VI.		vörös agyagos rendzina	73
II.		erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj	90
II.		ranker talaj	91
IV.	III. (ha $K_A > 38$)	humuszos öntés talajok	390
IV.	III. (ha $K_A > 38$)	karbonátos humuszos öntés talaj	391
IV.	III. (ha $K_A > 38$)	nem karbonátos humuszos öntés talaj	392
IV.	III. (ha $K_A > 38$)	karbonátos több rétegű humuszos öntés talaj	393
IV.	III. (ha $K_A > 38$)	nem karbonátos több rétegű humuszos öntés talaj	394
V.		szoloncsák talajok	220
V.		karbonátos szoloncsák talajok	221
V.		karbonátszulfátos szoloncsák talaj	222
V.		karbonátkloridos szoloncsák talaj	223
V.		szoloncsák-szolonyec talajok	230

termőhelyi típus	termőhely típus	talajtípus/altípus	talajkód
V.		karbonátos szoloncsák-szolonyec talaj	231
V.		karbonátszulfátos szoloncsák-szolonyec talaj	232
V.		karbonátkloridos szoloncsák-szolonyec talaj	233
V.		réti szolonyec talajok	240
V.		kérges réti szolonyec talaj	241
V.		közepes réti szolonyec	242
V.		mély réti szolonyec	243
V.		sztyeppesedő réti szolonyec talajok	250
V.		közepes sztyeppesedő réti szolonyec	251
V.		mély sztyeppesedő réti szolonyec	252
V.		szology talajok	260
V.		másodlagosan elszikesedett talajok	270
V.		szoloncsákos másodlagosan elszikesedett talaj	271
V.		szolonyeces másodlagosan elszikesedett talaj	272
V.		szoloncsákos réti talajok	280
V.		szulfátos vagy kloridos szoloncsákos réti talaj	281
V.		karbonátos szoloncsákos réti talaj	282
VI.		köves, sziklás váztalaj	10
VI.		kavicsos váztalaj	20
VI.		földes kopár talajok	30
VI.		karbonátos földes kopár talaj	31
VI.		nem karbonátos földes kopár talaj	32
IV.		futóhomok talajok	40
IV.		karbonátos futóhomok	41
IV.		nem karbonátos futóhomok	42
IV.		karbonátos lepelhomok	43
IV.		nem karbonátos lepelhomok	44
IV.		kovárányos futóhomok	45
IV.		tereprendezett futóhomok talaj	46
VI.		lecsapolt és telkesített rétláp talajok	360
VI.		lecsapolt tűzegláp talaj	361
VI.		lecsapolt tűzezes láp talaj	362
VI.		lecsapolt kotusláp talaj	363
VI.		telkesített rétláp talaj	364
III.(kötött)	IV. (ha $K_A < 31$)	nyersöntés talajok	380
III.(kötött)	IV. (ha $K_A < 31$)	karbonátos nyersöntés talaj	381
III.(kötött)	IV. (ha $K_A < 31$)	nem karbonátos nyersöntés talaj	382
III.(kötött)	IV. (ha $K_A < 31$)	karbonátos többretegű nyersöntés talaj	383
III.(kötött)	IV. (ha $K_A < 31$)	nem karbonátos többretegű nyersöntés talaj	384
		mohaláp talajok	340
		rétláp talajok	350
		mocsári erdőtalajok	370

* A besoroláshoz felhasznált szakirodalom:

1. Útmutató a nagyméretarányú térképezés végrehajtásához (MÉM, 1988)
2. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer (MÉM NAK, 1979)

8. táblázat. A talajok (termőhelyek) tápanyagtartalmának határértékei az ellátottsági szintek megítéléséhez

8/a. táblázat.

A talaj humusztartalmának határértékei /a N-ellátottság megítéléséhez/

Szántóföldi termőhely	K _A	H u m u s z %					
		igen gyenge	gyenge	közepes	megfelelő	jó	igen jó
I.	- 42 42 -	-1,50 -2,00	1,51-1,80 2,01-2,30	1,81-2,30 2,31-2,80	2,31-2,80 2,81-3,30	2,81-3,25 3,31-3,75	3,26- 3,76-
II.	- 38 38 -	-1,00 -1,25	1,01-1,25 1,26-1,50	1,26-1,60 1,51-2,00	1,61-2,00 2,01-2,50	2,01-2,50 2,51-3,00	2,51- 3,01-
III.	38-50 51-60 61 -	-1,25 -1,50 -1,75	1,26-1,75 1,51-2,00 1,76-2,25	1,76-2,55 2,01-2,50 2,26-2,75	2,56-3,20 2,51-3,25 2,76-3,50	3,21-3,75 3,26-4,00 3,51-4,25	3,76- 4,01- 4,26-
IV.	- 30 31-38	-0,50 -0,75	0,51-0,75 0,76-1,00	0,76-1,00 1,01-1,50	1,01-1,40 1,51-2,00	1,41-1,75 2,01-2,50	1,76- 2,51-
V.	38-50 51-60 60 -	-1,60 -1,80 -2,00	1,61-1,90 1,81-2,10 2,01-2,30	1,91-2,25 2,11-2,45 2,31-2,75	2,26-2,80 2,46-3,00 2,76-3,20	2,81-3,60 3,01-3,80 3,21-4,00	3,61- 3,81- 4,01-
VI.	- 42 42 -	-1,00 -1,30	1,01-1,35 1,31-1,75	1,36-1,75 1,76-2,15	1,76-2,15 2,16-2,75	2,16-2,75 2,76-3,25	2,76- 3,26-

8/b. táblázat.

A talaj oldható foszfortartalmának határértékei
/a felvehető foszforellátottság megítéléséhez/

Szántóföldi termőhely	CaCO ₃ % vagy pH _{KCl}	AL-oldható P ₂ O ₅ mg/1000 g /ppm/					
		igen gyenge	gyenge	közepes	megfelelő	jó	sok
I.	- 1 % 1 %-	- 80 -120	81-110 121-160	111-150 161-200	151-190 201-240	191-250 241-300	251- 301-
II.	pH 5,5- 5,5-6,5 6,5-	- 45 - 60 - 75	46- 90 61-110 76-120	91-130 111-150 121-170	131-180 151-200 171-220	181-200 201-240 221-280	201- 241- 281-
III.	- 1 % 1 %-	- 60 -100	61-100 101-140	101-140 141-180	141-180 181-220	181-220 221-260	221- 261-
IV.	- 1 % 1 %-	- 50 - 80	51- 80 81-110	81-120 111-150	121-160 151-190	161-200 191-230	201- 231-
V.	pH-6,5 6,5-	- 50 -100	51-100 101-150	101-140 151-180	141-180 181-220	181-220 221-260	221- 261-
VI.	pH-5,5 5,5-6,5 6,5-	- 45 - 75 -100	46- 75 76-110 101-140	76-100 111-145 141-175	101-145 146-190 176-235	146-180 191-230 236-275	181- 231- 276-

8/c. táblázat.

A talaj oldható káliumtartalmának határértékei
/a felvehető K-ellátottság megítéléséhez/

Szántóföldi termőhely	K _A	AL-oldható K ₂ O mg/1000 g /ppm/					
		igen gyenge	gyenge	közepes	megfelelő	jó	sok
I.	-42 42-	-150 -200	151-200 201-250	201-240 251-300	241-280 301-340	281-320 341-380	321- 381-
II.	-42 43-50 50-	-120 -140 -160	121-150 141-170 161-190	151-180 171-200 191-220	181-210 201-235 221-255	211-250 236-275 256-300	251- 276- 301-
III.	-	-150	151-210	211-300	301-380	381-450	451-
IV.	-30 31-38	- 50 - 75	51- 75 76-100	76-110 101-140	111-170 141-200	171-250 201-280	251- 281-
V.	38-50 51-	-150 -180	151-200 181-225	201-275 226-300	276-365 301-380	366-445 381-480	446- 481-
VI.	-42 42-	-120 -160	121-160 161-200	161-200 201-240	201-250 241-290	251-300 291-340	301- 341-

9. táblázat. A D-e-Meter földminősítési rendszerben alkalmazott elővetemény faktorok táblázata (Tóth, Kismányoky és Hermann, 2007)

Utónövények	Elővetemények																
	ősz búa	Rozs	Őszi árpa	Tavaszi árpa	Zab	Kukorica	Szója	Borsó	Cukorrépa	Napraforgó	Káposztarepce	Kender	Len	Burgonya	Zöld takarmányok	Silókukorica	Szártott tömegtakarmányok
Őszi búa	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	1,03	0,97	0,97	1,03	0,98	1,03	1	1,04	1	1
Rozs	1	1	1	1	1	0,98	0,98	1,03	0,97	0,97	1,03	0,97	1,03	1	1,04	0,99	0,99
Őszi árpa	1	1	0,95	0,95	0,98	0,95	0,95	1,04	0,96	0,96	1,04	0,96	1,04	0,9	1,04	0,98	0,98
Tavaszi árpa	0,98	0,98	0,95	0,95	0,98	1	0,95	0,98	1,04	1	1,03	1	1,04	1,02	1,03	1	1
Zab	1	1	1	1	1	1	1	1,03	0,98	1	1,03	1	1,03	0,98	1,03	1	1
Kukorica	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	0,98	0,98	1,03	1	0,98	1,03	0,98	1,03	1	1,03	1	1
Szója	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	0,98	0,98	0,98	1	0,98	1	0,98	1,03	1	1,03	1	1
Borsó	1,02	1,02	1,02	1,04	1,04	1	0,95		1	1	1,02	1	1,03	1,02	1,03	1	1
Cukorrépa	1,02	1,02	1,02	1,04	1,04	0,98	0,96	1		0,98	1,02	0,98	1,03	1	1,03	1	1
Napraforgó	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	0,98	0,96	1	1	0,95	0,96	0,98	1,03	1	1,03	1	1
Káposztarepce	1,02	1,03	1,03	1,02	1,01			1,04	0,95	0,95	0,95	0,95	1,03	0,96	1,04	0,98	0,96
Rostnövények	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	0,96	0,97	1	1	0,96	1,02	1	0,95	1	1,04	1	1
Burgonya	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	0,96	0,98	1,03	0,98	0,96	1,03	0,96	1,03	0,96	1,03	1	1
Zöld takarmányok	1,02	1,03	1,03	1,02	1,01	1	1	1,03	0,98	1	1,03	1	1,03	1	1,03	1	1
Silókukorica	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1	1	1,03	1,01	1	1,04	1	1,04	1	1,03	1	1
Szártott tömegtakarmányok	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1	1	1,03	1	1	1,02	1	1,02	1	1,03	1	1
Lucerna	1,02	1,02	1,04	1,03	1	0,96			0,96	0,96	1,04	0,96	1,03	0,96	1,04	0,96	0,96
Vöröshere	1,02	1,02	1,04	1,03	1	0,96			0,96	0,96	1,04	0,96	1,03	0,96	1,04	0,96	0,96
Herefűves keverék	1,03	1,03	1,04	1,03	1,01	0,96	0,98	0,98	0,96	0,96	1,04	0,96	1,03	0,96	1,04	0,96	0,96
Lédús tömegtakarmányok	1,03	1,03	1,03	1,03	1	1	1,04	1,04	0,96	1	1,03	1	1,03	1	1,03	1	1

10. táblázat. A különböző humusztartalmú agyagbemosódásos barna erdőtalajok termékenységeinek különbségei (Tukey próba)

Humusz % (A)	Humusz % (B)	Humusz kategória	Humusz kategória	Az átlag különbsége (A-B)	Az átlag hibája
0-1	1,0-1,5	II.	II.	-4,619*	1,216
1,0-1,5	1,5-2,0	II.	III.	0,218	0,373
1,5-2,0	2,0-2,5	III.	III.	3,909**	0,447
2,0-2,5	2,5-3,0	III.	III.	0,088	0,759
2,5-3,0	3,0-3,5	IV.	IV.	-0,587	1,483

*SzD_{5%}; **SzD_{1%}

11a-d. táblázatok. Az erózió-érzékenység megítélése, Makó és Máté (2005) alapján.

11a. táblázat. A rendszertani besorolással kapcsolatba hozható eróziós érzékenységi fokozatok

Főtípus	Típus	Altípus	Vízgaz- dálkodási kategória	Alcsoport	Erózió veszélyeztetettség			Felületi vízképződés	Szelvényen belüli víztorlódás (talajfolyás, suvadás)	Eróziós érzékenység kód
					A szint	B szint	C szint			
Váz- tala- jok	Földes kopár talajok (030)	Karbonátos (031), Nem karbonátos (032)	3/2				****			I.
Közép- és délkelet-európai barna erdőtalajok	Csernozjom barna erdőtalajok (160)	Karbonátos (161), Nem karbonátos (162)	3/2 4/2		**	**	****	*		III.
	Karbonátmaradványos barna erdőtalajok (150)	-	3/2 4/2		**	**	****	*		III.
	Ramann-féle barna erdőtalajok (130)	Típusos (131), Rozsdabarna (132)	3/1 4/1	Teljes szelvény	**	*	****	*	*	III.
				B szintig erodált		*	****	**		IV.
	Agyagbemosódásos barna erdőtalajok (110)	Podzolos (111), Nem podzolos (112)	4/1 5/1	Teljes szelvény	**	*	****	*	***	III.
				B szintig erodált		*	****	***		IV.
	Pszudoglejes barna erdőtalajok (120)	Podzolos (121), Agyagbemosódásos (122)	6/2		*			****	**	IV.
	Podzolos barna et. (100)	-	4/1; 5/1		***	*	**		*	II.
	Kovárványos barna erdőtalajok (140)	Típusos (141), Podzolos (142) Agyagbemosódásos (143), Humuszos kovárványos (144)	1 2/1	Defláció						V.
	Erősen savanyú, nem podzolos barna et. (090)	Ranker (091)	5/1		**	*	**		*	III.

11a. táblázat folytatása.

Főtípus	Típus	Altípus	Vízgaz- dálkodási kategória	Al-csoport	Erózió veszélyeztetettség			Felületi vízképződés	Szelvényen belüli víztorlódás (talajfolyás, suvadás)	Eróziós érzékenység kód
					A szint	B szint	C szint			
Kőzet-hatású talajok	Humuszkarbonát talajok (060)	-	3/2		***	***	**		***	II.
	Rendzina talajok (070)	Fekete rendzina (071), Barna rendzina (072), Vörös agyagos rendzina (073)	9		****	****			***	I.
	Fekete nyirok talajok (080)	-	5/2					****		V.
Csernozjom talajok	Erdőmaradványos csernozjom talajok (170)	Karbonátos (171), Nem karbonátos (172)	3/2 4/2		**	**	****	*		III.
	Kilúgzott csernozjom talajok (180)	-	3/2 4/2	morzsás, jó szerkezet	*	*	****			IV.
	Mészlepedékes csernozjom talajok (190)	Típusos (191), Alföldi (192)	3/2 4/2							
	Réti csernozjom talajok (200)	Karbonátos (201), Nem karbonátos (202), Mélyben sós (203), Mélyben szolonyeces (204), Szolonyeces (205)	3/1	poros, leromlott szerkezet	***	*	****	*	*	II.
	Terasz csernozjom talajok (210)	Karbonátos (211), Nem karbonátos (212)	2/1 3/1							

11b. táblázat. A fizikai talajféleség és az eróziós érzékenység kapcsolata

Talajok fizikai félesége	Szerkezetesség, szerkezetstabilitás	Víznyelés, vízvezetés	Eróziós érzékenység
Durva homok (1)	egyedi szerkezet	igen nagy	4
Homok (2)	egyedi vagy törési szerkezet	nagy	3
Homokos vályog (3)	gyengén-közepesen aggregálódott, kis stabilitás	közepes	2
Vályog (4)	aggregálódott, kis v. közepes stabilitás	közepes	1
Agyagos vályog (5)	aggregálódott, közepes stabilitás	közepes	2
Agyag (6)	aggregálódott, nagy stabilitás	kicsi	3
Nehéz agyag (7)	aggregálódott, nagy stabilitás	igen kicsi	4

11c. táblázat. A humusz- és mésztartalom eróziós érzékenységre gyakorolt hatása

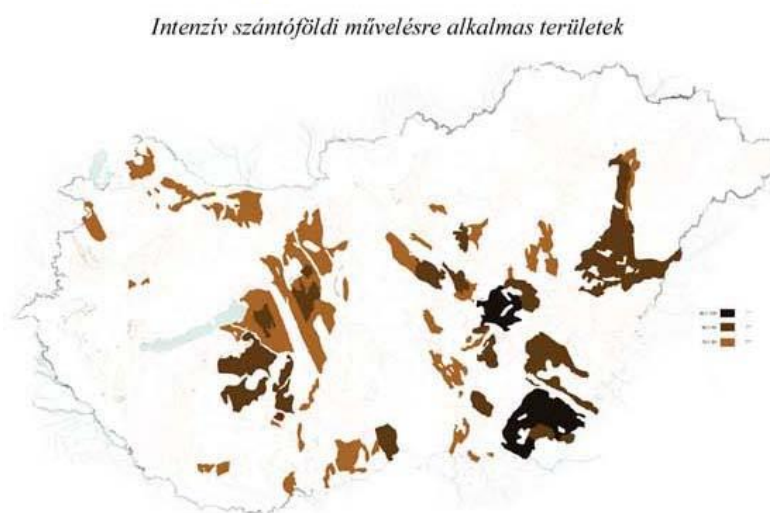
Humusz %	CaCO ₃ %	Eróziós érzékenység
Nem tartalmaz humuszt (1)	mészmentes (0 %) (1)	1
	meszes (0,1 ≤ %) (2 – 5)	1
Gyengén humuszos (2)	mészmentes (0 %) (1)	1
	meszes (0,1 ≤ %) (2 – 5)	3
Közepesen humuszos (3)	mészmentes (0 %) (1)	2
	meszes (0,1 ≤ %) (2 – 5)	4
Erősen humuszos (4)	mészmentes (0 %) (1)	3
	meszes (0,1 ≤ %) (2 – 5)	5
Igen erősen humuszos (5)	mészmentes (0 %) (1)	3
	meszes (0,1 ≤ %) (2 – 5)	5

11d. táblázat. A talajok termőréteg vastagságának és az eróziós érzékenységnek a kapcsolata

Termőréteg vastagsága (cm)	Záróréteg minősége (talajhibák kódja)	Eróziós érzékenység
0 – 20 (1)	vízáteresztő záróréteg (03; 04; 09)	8
	vízzáró záróréteg (02; 05 – 08)	1
21 – 40 (2)	vízáteresztő záróréteg (03; 04; 09)	8
	vízzáró záróréteg (02; 05 – 08)	2
41 – 50 (3)	vízáteresztő záróréteg (03; 04; 09)	8
	vízzáró záróréteg (02; 05 – 08)	3
51 – 70 (4)	vízáteresztő záróréteg (03; 04; 09)	8
	vízzáró záróréteg (02; 05 – 08)	4
71 – 100 (5)	vízáteresztő záróréteg (03; 04; 09)	8
	vízzáró záróréteg (02; 05 – 08)	5
101 – 150 (6)	vízáteresztő záróréteg (03; 04; 09)	8
	vízzáró záróréteg (02; 05 – 08)	6
150 < (7)	vízáteresztő záróréteg (01; 03; 04; 09)	8
	vízzáró záróréteg (02; 05 – 08)	7

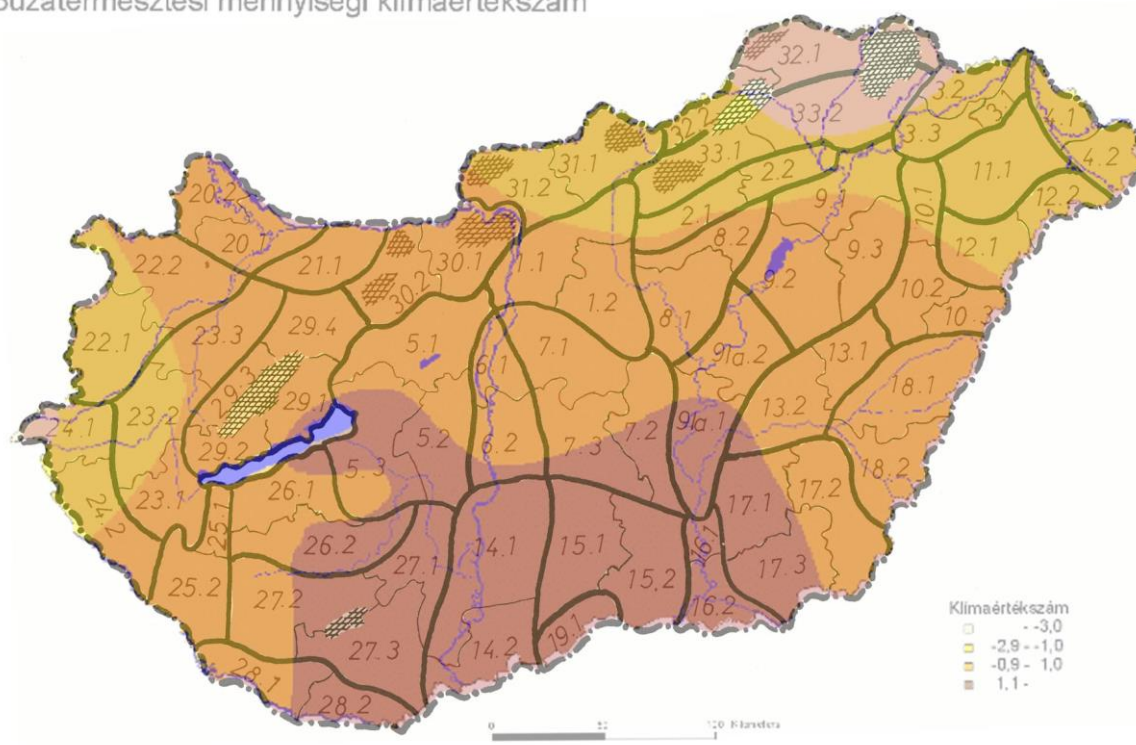
Mellékletek 2. Ábrák

1. ábra. Földminősítés a földhasználati tervezésben (Máté, Tóth és Hermann 2002)
Az ábra országos, áttekintő léptékben mutatja be azokat a területeket, ahol a földminőség és más, környezeti megfontolások együttes mérlegelése szükséges a mezőgazdasági földhasználati forma helyes megválasztásához.



2. ábra. A búzatermesztés mennyiségi klímaértékszámai a meteorológiai körzethatárokkal
(Szász 1999 alapján)

Búzatermesztési mennyiségi klímaértékszám

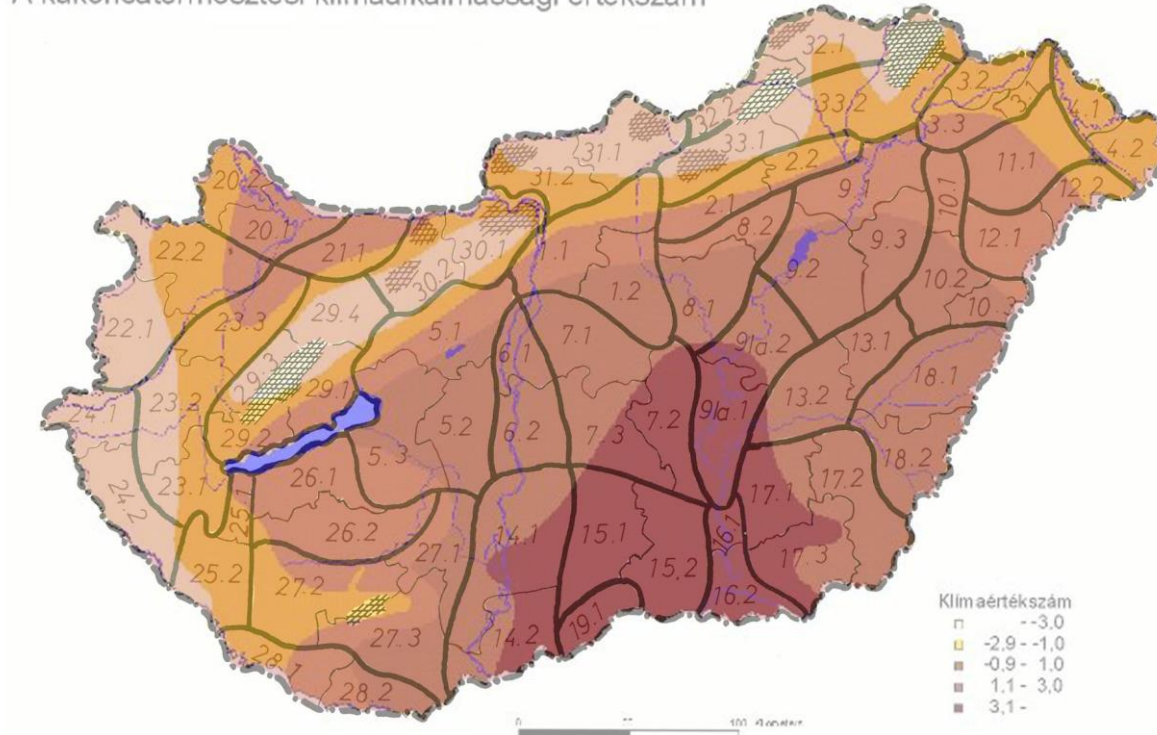


A meteorológiai körzetek klímaértékszámai

< -3,0	I. Nagytáj (körzetek: 321;332)
-2,9 < -1,0	II. Nagytáj (körzetek: 221;232;241;242;91;311;312;21;22;331;322;31;32;33;41;42; 101;111;121;122)
-0,9 < 1,0	III. Nagytáj (körzetek: 201;202;211;222;231;233;251;252;261;272;281;291; 292;293;294;51;61;62;71;9a2;172;131;132;181;182;92;93;81;82;11;12; 301;302;102;103)
1,1 <	IV. Nagytáj (körzetek: 262;271;273;282;52;53;72;73;141;142;151;152;161; 162;9a1;171;191;173)

3. ábra. A kukoricatermesztés mennyiségi klímaértékszámai a meteorológiai körzethatárokkal (Szász 1999 alapján)

A kukoricatermesztési klímaalkalmassági értékszám



A meteorológiai körzetek klímaértékszámai

< -3,0 I. Nagytáj (körzetek:
221;232;241;242;293;294;301;302;311;331;321;322)

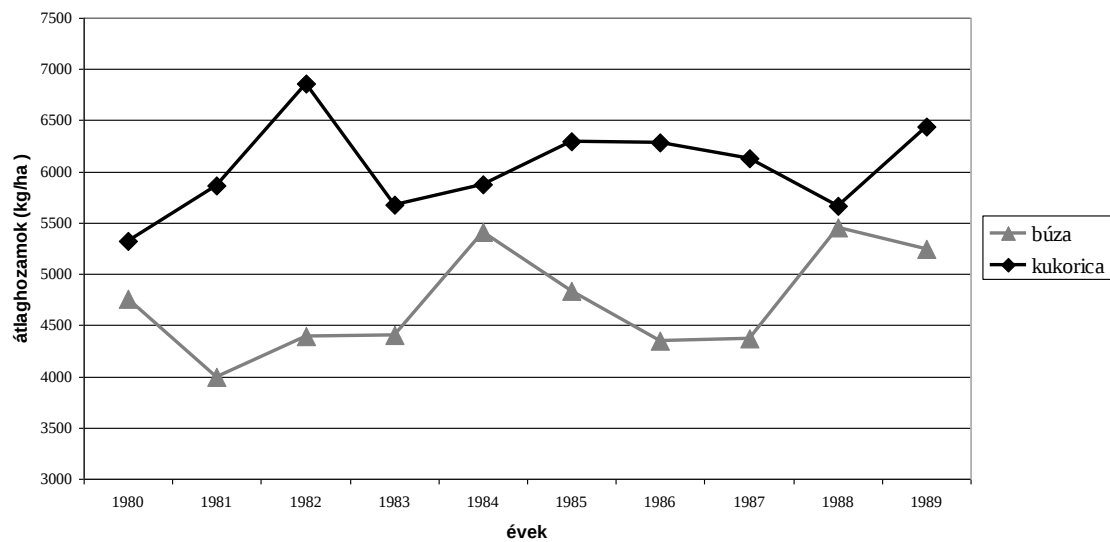
-2,9 < -1,0 II. Nagytáj (körzetek:
202;222;231;233;251;252;272;292;312;21;22;332;31;32;41;42)

-0,9 < 1,0 III. Nagytáj (körzetek:
261;262;281;282;291;51;91;82;11;33;101;111;121;201;211)

1,1 < 3,0 IV. Nagytáj (körzetek:
271;273;282;52;53;61;62;71;141;9a2;172;131;132;181;
182;92;93;81;12;102;103)

3,1 < V. Nagytáj (körzetek: 72;73;142;151;152;161;162;9a1;171;191;173)

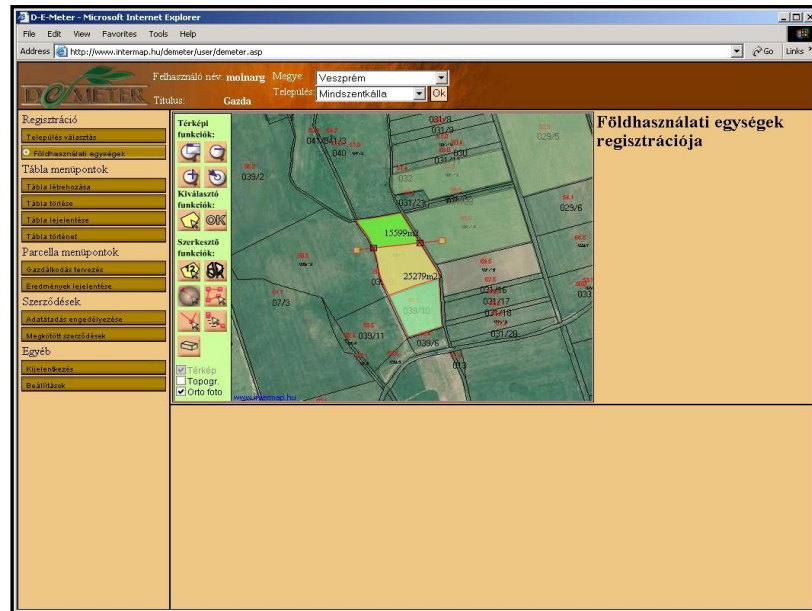
4. ábra. Búza és kukorica országos termésátlagai a nyolcvanas években (1980-1989)



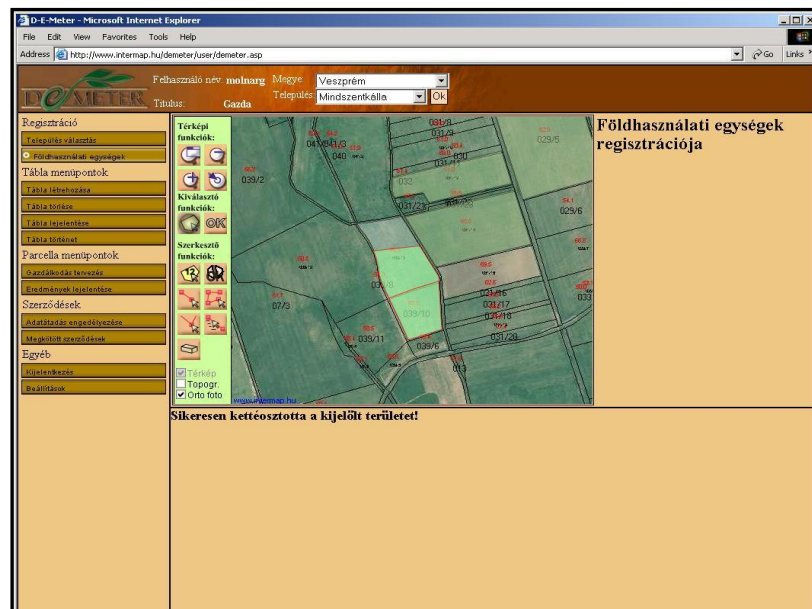
Forrás: KSH 2008 (http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/agrar/html/tabl1_4_3_1.html)

6. ábra. A D-e-Meter földminősítési rendszer on-line megjelenítési felülete

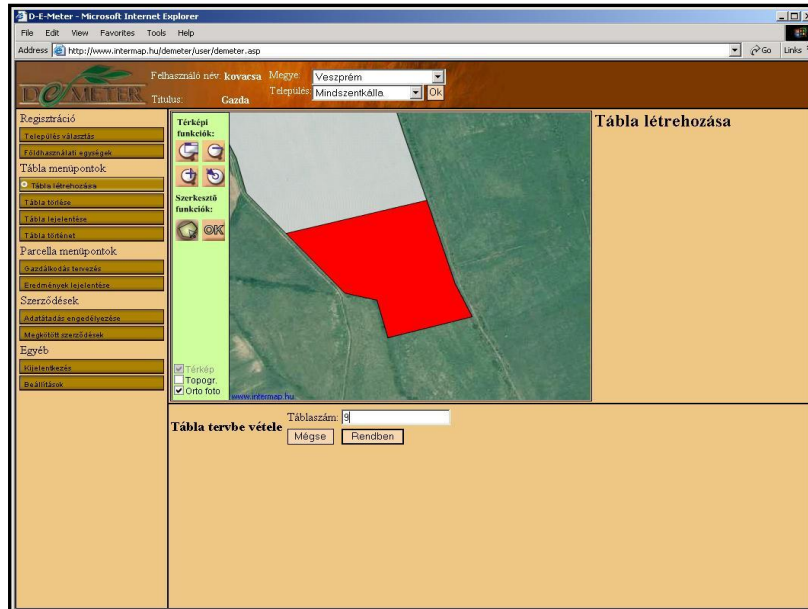
6a. ábra. A használni kívánt terület kijelölése



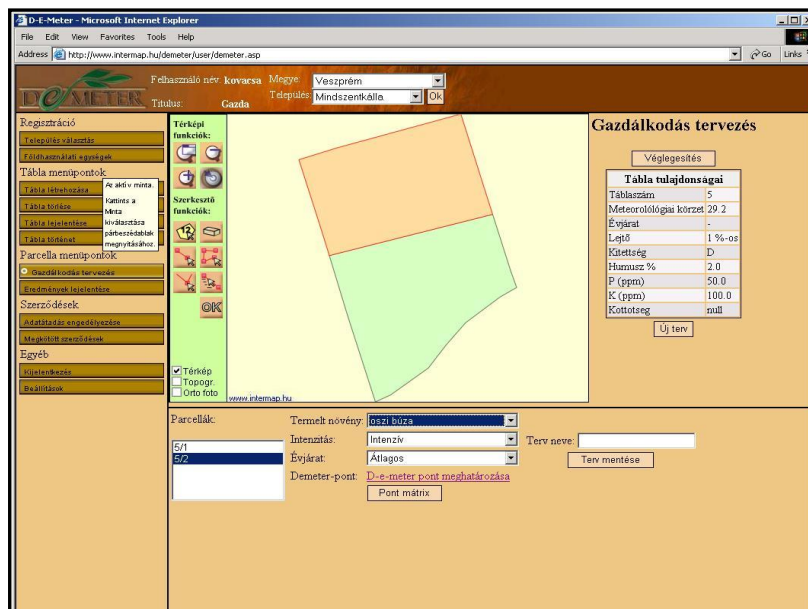
6b. ábra. A használni kívánt terület meghatározása



6c. ábra. Tábla létrehozása a kijelölt területen



6d. ábra. Parcella kijelölése és növénytermesztés tervezés a kiválasztott táblán.



6e. ábra. A kiválasztott parcella on-line számított földminőségi viszonyismái

oszi búza					
Átlagos		Kedvezőtlen		Kedvezo	
Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív
45.75	25.77	38.77	21.74	53.41	30.13
kukorica					
Átlagos		Kedvezőtlen		Kedvezo	
Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív
43.93	29.89	37.4	25.44	47.8	32.52
napraforgó					
Átlagos		Kedvezőtlen		Kedvezo	
Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív
34.52	23.49	22.27	15.15	41.89	28.49
oszi árpa					
Átlagos		Kedvezőtlen		Kedvezo	
Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív
58.81	40.01	39.89	27.14	78.42	53.34
tavaszi árpa					
Átlagos		Kedvezőtlen		Kedvezo	
Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív
55.78	37.95	35.28	24	72.88	49.58
rozsa					
Átlagos		Kedvezőtlen		Kedvezo	
Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív	Intenzív	Extenzív

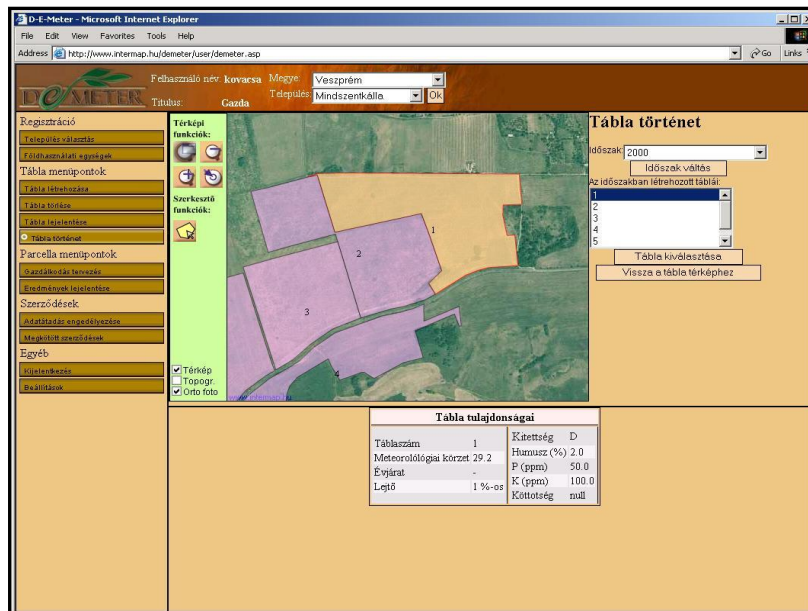
6f. ábra Gazdálkodási beavatkozás regisztrációja (talajművelés)

Talajművelés célja:

Talajművelés módja:

Talajművelés ideje:

6g. ábra. Tábla kiválasztása tábla történet megtekintéséhez



6h. ábra. Tábla parcellái adott időszakra vonatkozó információinak megtekintése

