

dc_879_14

MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**A földminősítés tudományos alapjai és szerepe
a fenntartható talajvagyon-gazdálkodásban**

Tóth Gergely

Ispra

2014

Tartalom

1. Bevezetés.....	1
2. Célok	2
3. A magyarországi szántók földminősítése	3
4. Áttekintő térkép az Európai Unió szántóinak minőségéről.....	17
5. Komplex talajminősítés és az integrált földminősítés rendszere.....	20
6. Megjegyzések a nagyméretarányú talajtérképezési módszertanhoz.....	25
7. Az integrált földminősítés és az európai talajvédelmi stratégia összefüggései	26
8. Új tudományos eredmények	28

1. Bevezetés

A termőföldek termelési értékének reális megítélése iránti igény nem újkeletű. 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. Megfelelő, talajtani alapokon álló földminősítési és földértékelési rendszer híján a mezőgazdasági és környezeti politika tervezésének, a talajvagyon-gazdálkodásnak egyik lehetséges eszköze marad kihasználatlanul, de a termőföld nem tudja kellően betölteni a földjelzőlog-hitelezésben, és általában az elvonások és támogatások rendszerében betöltendő szerepét sem. Az e nélkül is tökehiányos agrár-ágazat gazdasági teljesítménye emiatt is korlátozódik. Éppen ezért sürgető feladat, hogy mielőbb kidolgozásra és bevezetésre kerüljön egy új, a hazai adottságoknak legjobban megfelelő és a rendelkezésre álló talajtani adatokból építkező földminősítési rendszer.

A termőföld, mint gazdasági erőforrás és termelőeszköz kiaknázását a mezőgazdaság számára rendelkezésre álló területek csökkenése és a talajdegradáció egyaránt 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. A Talajvédelmi stratégia rámutat, hogy a talajoknak az ökoszisztémában betöltött szerepe, és a társadalom számára a talajfunkciókon keresztül 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 Talajvédelmi stratégia fő célja a talajfunkciók megóvása és javítása, a talajdegradáció megelőzésével és a degradált talajok helyreállításával. A Talajvédelmi stratégiában megfogalmazott célkitűzések teljesítésére a talajhasználat optimalizálása vezethet. A talajhasználat optimalizálását szakszerűen csak úgy lehet megoldani, ha egyéb szempontok mellett a talaj minősége is mérlegelés tárgyát képezi.

A talaj minőségének megítélésére hagyományosan a mezőgazdasági termelésben betöltött szerepének meghatározása, tehát termékenysége meghatározása szolgál. 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.

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 integrálhatók egy természettudományos 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, amely az Európai Unió Talajvédelmi stratégiájának végrehajtásához nyújtott támogatáson túl a hazai mezőgazdasági-, földügyi és környezetpolitikai tervezés és végrehajtás számára is értékes eszköz lehet.

2. Célok

Kutatásaimmal hazánk szántóföldjeinek termékenységük szerinti osztályozási rendszerének továbbfejlesztéséhez, új szempontok szerinti bővítéséhez és alkalmazási lehetőségeinek kiterjesztéséhez kívántam 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 **doktori értekezésemben 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 teremti.

Doktori értekezésem egy korszerű, új földértékelési rendszer ökológiai tényezőit hivatott tisztázni és értékelésüket egységes földminősítő 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-termékenység 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 veszélyeztetettség 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.

3. A magyarországi szántók földminősítése

Az aranykoronás rendszer bevezetése óta a talajtani tudomány fejlődése és az ezzel párhuzamos talajtérfépi állomány gyarapodása elősegítette a földminősítési módszertan megújítását is, ami az 1970-es évekre kidolgozott ún. 100 pontos bonitációs rendszeren alapuló földminősítés hivatalos bevezetését is eredményezte, közvetlenül a rendszerváltás előtti években. A rendszerváltás során azonban az aranykorona rendszer a reprivatizáció kapcsán újra használatba került és máig használatban maradt. A százpontos rendszer kidolgozása óta, a talajtani és növénytermesztési adatbázisok növekedésének és számítástechnika robbanásszerű fejlődésének is köszönhetően olyan új földminőség-modellezési és felhasználási lehetőségek nyíltak meg, amik már sokkal árnyaltabb, sokoldalúbb földértékelési rendszereket is áttekinthetővé, kezelhetővé tesznek.

Doktori dolgozatom első részében egy új földminősítési rendszer kiépítésének módszertanát valamint a földminősítési vizsgálatok lépéseit és eredményeit mutatom be.

3.1 A földminősítés szempontjai

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

- a) a minősítésnek a művelésben álló, vagy művelésbe vonható hazai talajféleségek - ezzel együtt a szántó termőhelyek - összességére érvényes eljárásnak 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 mutatót 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 előállíthatók. A földminősítéshez nélkülözhetetlen információt nyújtó, a hazai talajváltozatosság egészét megjelenítő talajtérfépeink a természettudományos, genetikai talajosztályozás egységeinek térbeli elhelyezkedését jelenítik meg. Taxonómiai részletesség tekintetében a talaj főtipustól a változatig és változati tulajdonságokig (helyi változatig) az időben stabilnak tekinthető talajjellemzők szerepelnek a térképeken.. A térképi információk jelenthetik a háttérét a különböző talaj-funkciókat kifejező értékelési skáláknak is, ez lehet közöttük az összekötő kapocs.

/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 néhány száz tíz hektáros üzemméretek léptéke is ezt indokolja. Az 1:10.000 léptékű talajtérfépek, és a rajtuk lehatárolt talajfoltok megfelelő részletességűek a mezőgazdasági parcellák produkciós viszonyainak

elkülönítéséhez. Ezért elsősorban az 1:10.000 léptékű talajtérképek kartogramjain szereplő információk földminősítési célú alkalmasságát, érvényességét kellett megvizsgálni, illetve a kartogramokon feltüntetett talajtulajdonságok termésképzésre gyakorolt hatását volt szükséges számszerűsíteni a térképeken elkülönített talajfoltok vonatkozásában.

/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 viszonszám kialakítását is csak a növények szerinti speciális viszonszámokból képzett mutató lehet. A mezőgazdasági gyakorlat és a termelést befolyásoló támogatási-elvonási rendszerek változatossága szintén kikényszeríti a mezőgazdasági parcellák növény-specifikus produkciós potenciáljának számszerű kifejezését. A növények szerinti mutató azonban nem helyettesítheti egy általános jellegű földminősítési viszonszámot. Éppen ezért azt javaslom, hogy egy általános érvényű viszonszámot különböző haszonnövényekre kapott viszonszámokból alakítsunk minden talajfoltra, oly módon, hogy az egyedi viszonszámokat az adott növény országos vetésszerkezetben elfoglalt arányával súlyozzuk és az így kapott parciális viszonszámok 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 viszonszámokat különböző klímahatásokkal számolva is érdemes kiszámolni.

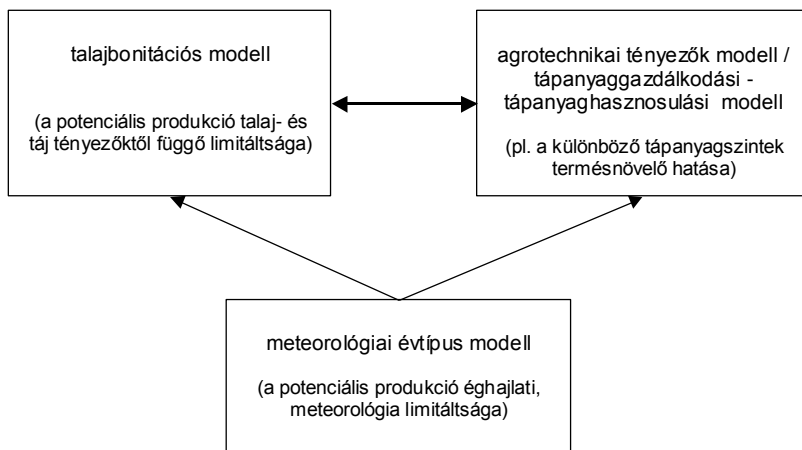
/e) A növénytermesztés eredményessége nagy részben az alkalmazott agrotechnika és a technológiai eljárások függvénye. Reálisan ugyanakkor egyelőre nem vállalkozhattam az emberi beavatkozások és agrotechnika valamennyi tényezőjének hatását pontosan kifejezni, annak egyik legnagyobb hatású és környezeti szempontból is az egyik legfontosabb elemét, a trágyázást viszont feltétlenül integrálni lehetett a földminősítési rendszerbe. Az agrotechnológia input-intenzitásának trágyázási tényezőjét tehát érdemes külön is a földminősítési eljárásba vonni, amely eljárást az intenzív és extenzív művelés tapasztalható szétválása is indokol. Az intenzív és extenzív művelés közötti különbségtétel alapja éppen az alkalmazott trágya-hatóanyag mennyisége lehet. Emiatt úgy gondolom, hogy a földminőséget két, a trágya bevitel mennyisége által definiált input-intenzitási szinten érdemes kiszámolni.

/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. 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 fölépíteni, 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.

3.2 A földminősítési modell

A földminősítő 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. 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 1. ábrán bemutatott egyszerűsített modell, ami a későbbiekben bővült, részletezésre illetve pontosításra került.

A produkciós potenciál elemeinek egymásrahatása, a részmodellek összefüggései

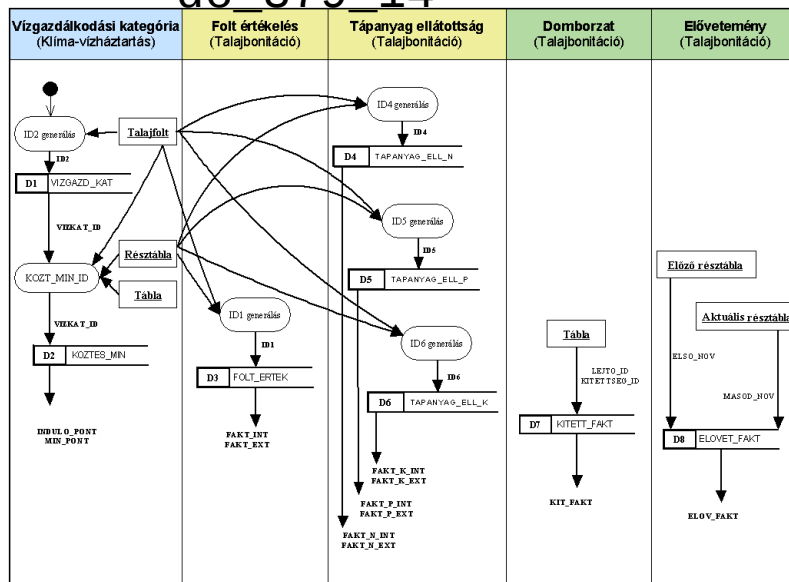


1. ábra. A produkciós potenciál értékelési modell elemeinek összefüggései.

A megfogalmazott elvek és rész eljárások integrálásával építettünk föl a szántók földminősítésére javasolt általános modellt. A modell alkalmazásával [I.] a különböző gazdasági növények, [II.] a 3 alapvetően eltérő évjárat (optimális, várható, szuboptimális), és [III.] a művelés intenzitását kifejező kétféle trágya input szerint, külön eljárásban számolhatók a termőhelyek földminősítési viszonzyszámai. Ilyen szempontból tehát annyiszor 6 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 2. 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 tényezőt, a domborzatot és az elővetemény értékelése következik.



2. ábra. A földminősítés eljárásának informatikai megközelítése, az almodellek bemutatásával.

A 2. ábra Gaál és mtsai. (2006) által közölt informatikai eljárásban mutatja meg a modell működését. Az ábrán fölüntetett "IDx generálás" azokra a műveletekre utal, amikor a térben megjelenő, a különböző (vízgazdálkodási, tápanyagfeltárolási) szempontból azonos hatású – talajtani, növénytermesztési, klimatikus jellemzőket tartalmazó – tulajdonságkombinációk egyedi azonosítót kapnak:

- ID1 A talajtulajdonságok együttes hatásának értékeléséhez
- ID2 Vízgazdálkodási kategória megállapításához
- ID3 N-ellátottság hatásának értékeléséhez
- ID4 P-ellátottság hatásának értékeléséhez
- ID5 K-ellátottság hatásának értékeléséhez

További jelölések az ábrán:

KOZT_MIN_ID Köztes földminőség meghatározásáhozAz azonos hatású tulajdonságkombinációk azonos vízgazdálkodási kategóriákat vagy tápanyagdinamikai kategóriákat jelölnek. A talajfolt, résztabla (parcella), tábla a földminősítési eljárásba vont területi egységek; 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 viszonzyszama; D3 FOLT_ERTEK – az adott talajfoltra jellemző talajtulajdonságok produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonzyszám; D4 TAPANYAG_ELL_N – a talajok különböző nitrogén ellátottsági szintjének produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonzyszám; D5 TAPANYAG_ELL_P – a talajok különböző foszfor ellátottsági szintjének produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonzyszám; D6 TAPANYAG_ELL_K – a talajok különböző kálium ellátottsági szintjének produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonzyszám; D7 KITETT_FAKT – a domborzat (kitettség) produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonzyszám; D8 ELOVET_FAKT – az elővetemény produkciós potenciált módosító hatását kifejező viszonzyszám

3.3 A vizsgálatokhoz felhasznált adatbázisok

A földminősítési rendszer kidolgozása talajtani-, földtani-, klíma-, valamint idősoros növénytermesztési-, talajvizsgálati- és trágyázási adatok feldolgozásával történt. 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. (Amit a Budapest Fővárosi Növény- és Talajvédelmi Szolgálat bocsátott rendelkezésre.) 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 terméshozam adatait tartalmazza.

2) A Szász és munkatársai (1999, 2003) a növénytermesztés agrometeorológiai tényezőit számszerűsítő adatbázisa és térképei. Szász és munkatársai a földminőség meteorológiai determinánsait a magyarországi agrometeorológiai körzetekre kidolgozott ún. fajspecifikus paraméterekkel jellemezték. Az idősoros meteorológiai és növénytermesztési információk feldolgozásával nyert adatbázis meteorológiai alkörzetenként tartalmazza a főbb gazdasági növények eltérő klimatikus évtípusaiban várható bruttó növényprodukciókat.

3) Mintaterületi adatbázis. A földminősítési rendszer gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek kidolgozására és az eljárás tesztelésére mintaterület esettanulmányt folytattunk. A fölépített mintaterületi adatbázis egy, a Zalai-dombságban, az Alsó-Zala-völgyben működő, főként szántóföldi gazdálkodást folytató gazdaság részletes talajtani és domborzati információit tartalmazza.

3.4 A földminősítési munkák lépései

A klímahatás számszerűsítése

A klimatikus hatások számszerűsítésének módja úgy foglalható 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, három fő meteorológiai évtípus szerint (optimális, átlagos és szuboptimális évtípus).

A talajok vízgazdálkodásának hatása a produkciós potenciálra

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

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a vízgazdálkodási kategóriák szerint csoportosított talajok terméshozamai statisztikailag igazolható mértékben különböznek.

Ezek az eredmények azt igazolták, hogy a földminősítési rendszert érdemes a talajok vízgazdálkodására alapozva kidolgozni. A földminősítési parametrizálási eljárást tehát a vízgazdálkodási kategóriákban csoportosított talajféleségekkel kezdtük meg, vagyis a vízgazdálkodási kategóriákra dolgoztuk ki a növényenként érvényes, meteorológiai évtípusok szerint számolt viszonyszámot: az úgynevezett köztes minőségjelzőt (1. táblázat).

(búza jelzőnövény, 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.

A talajtulajdonságok együttes hatása a produkciós potenciálra

A talajok produkciós képességét nem csupán a növények számára rendelkezésre álló víz határozza meg, hanem olyan tényezők is, mint a gyökernövekedés lehetőségei, a talaj levegő mennyisége és összetétele, a sav-bázis tulajdonságok, a szerves és szervetlen talajalkotók összetétele, szerkezete és mállási jellemzői valamint a talaj hógazdálkodási 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 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. Úgy ítéltük meg, hogy talajtulajdonság-kombinációk mintegy reprezentálják a növény-növekedés-dinamika ismert vízhozafférés mellett (vízgazdálkodási kategória, klimatikus évtípus) megjelenő feltételeit.

Azt, hogy a talajtulajdonságokat ilyen szempontból bevonva a földminősítési folyamatba tovább szűkíthetjük a kidolgozott viszonyszámok szórás képét, eredményeink igazolták. A statisztikailag elkülöníthető produktivitású talajtulajdonság együttesek növénytermelést befolyásoló hatásának értékelésére oly módon képeztünk viszonyszámokat, hogy a növényenkénti klímájuk átlagos termékenységgű talajához viszonyítottuk a vizsgált talajváltozat termékenységét (1. sz. egyenlet).

$$f_{Ti} = \frac{P_{Ti}}{\sum_{Ti \rightarrow Tn} \bar{P}}$$

1. 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 (2. táblázat).

2. táblázat. Talajbonitációs faktortáblázat, a búzatermő képesség értékeléséhez

(II. búzatermesztési nagytáj, átlagos évtípus, agyagbemosódásos barna erdőtalaj)

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 factor	1.12	1.11	1.11	1.13	1.14

*A talajtésképi útmutató (Baranyai et al. 1988) szerinti kódok.

Az így számolt talajbonitációs faktorral szorozva módosítottuk a talajtésképeken elkülöníthető talajféleségek köztes minőségjelző számait a talajbonítás kifejezéséhez. A 2. táblázatban hozott példa az agyagbemosódásos barna erdőtalaj néhány kiválasztott változatára érvényes talajbonitációs faktorokat mutatja.

A talajok tápanyag ellátottságának hatása a produkciós potenciálra

A produkciós képesség nem csupán azoktól a viszonylag állandó talajtulajdonságoktól függ, amelyek általában a hagyományos talajtésképeken is szerepelnek, hanem azoktól az időben gyorsabban változó tulajdonságoktól is, amik korábban nem voltak talajtésképeken regisztrálva. Ezek elsősorban a talajok tápanyag-ellátottsági tulajdonságai. Ezért a talajbonitáció során szükséges a tápanyaggazdálkodási tényezők hatását is számba venni, illetve kifejezni. 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.

Első lépésben a trágyázási szaktanácsadási rendszerek által definiált különböző szántóföldi termőhelyek egyes ellátottsági kategóriák szerinti értékelését végeztük el, az alábbi lépésekben:

- 1) Termőhelyenként és a 6 eltérő N, P és K ellátottsági szintre (külön-külön) kiszámoltuk a várható terméshozamokat.

- 2) A 6 ellátottsági szinten várható hozamból termőhelyenként és tápanyagonként kiszámoltuk a várható „átlagos” hozamokat.
- 3) 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.

Az 3. táblázat az értékelési folyamat eredményének példaként a II. termőhelybe tartozó talajok, búza produkciót befolyásoló, különböző nitrogén-ellátottsági kategóriákhoz tartozó viszonyszámait mutatja be.

3. táblázat A nitrogén ellátottsági kategóriákhoz tartozó tápanyag faktorszámok

(II. termőhely, 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

Az ismertetett eljárással növényenként és évjáratok típusonként 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.

A termőhely értékelés domborzati tényezője

Ahhoz, hogy a földminősítési viszonyszám tovább pontosítható legyen, a domborzati elemek és növénytermesztési eljárások hatását is figyelembe kellett venni. A tudományos irodalomban fellelhető kutatási eredmények mellett a földminősítési korábbi hivatalos hazai eljárásában is alkalmaztak domborzati korrekciós viszonyszámokat. Az előzményekre tekintettel a földminősítési eljáráshoz nem dolgoztunk ki új domborzati korrekciós táblázatot, hanem a meglévő adatokat használtuk föl a korrekció képzésére. Az egyes talajfoltok domborzati jellemzői alapján képzett viszonyszámokkal módosítottam a korábbi eljárás során számolt földminőségi pontokat.

Az elővetemény hatása a produkciós potenciálra

Az elővetemény hatását a mezőgazdasági haszonnövények produkciójára Tóth, Kismányoky és Hermann (2007) munkája ismerteti részletesen. A szerzőhármás az elővetemény utónövények terméshozamaira gyakorolt hatását 17 elővetemény és 20 utónövény vonatkozásában részletesen, összesen 335 viszonyszámmal jellemzi is. 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, 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.

3.5 Hazai szántók talajainak termékenységi viszonyai

A talajok taxonomiai altípusai valamint vízgazdálkodási kategóriákba rendezett változatai növények szerinti produktivitásának különbségeit a talajbonitációs elemzések során statisztikailag igazoltam. Vizsgálataimmal feltártam a különböző rendszertani osztályaiba sorolt talajok hozambiztonságának mértékét, és rávilágítottam a tápanyag-gazdálkodás különbségeinek a terméshozamokra gyakorolt eltérő hatásaira is. A talajtani és termésadatok feldolgozásával kimutattam, 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. A talajtermékenységi vizsgálatokkal igazolást nyert a talajbonitációs modellépítés során követett eljárás helyessége.

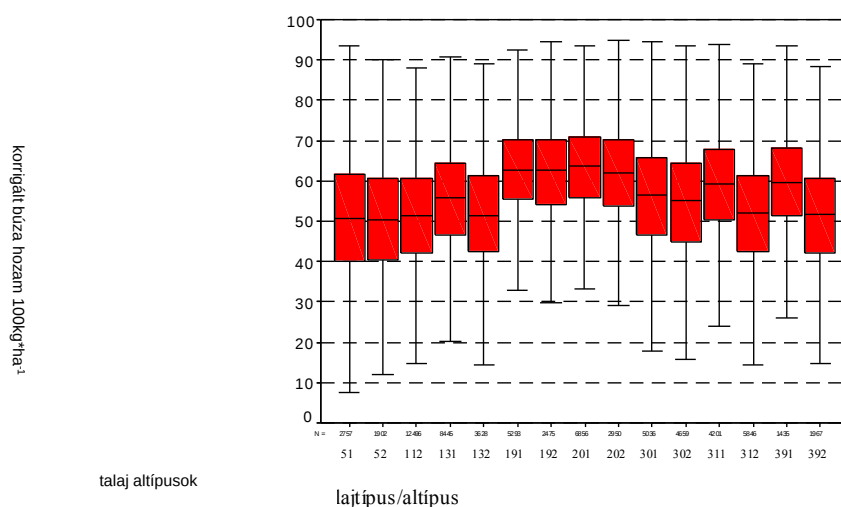
Ezt illusztrálja 3. ábráról leolvasható az a tény is, miszerint a változatos kötöttségű barna erdőtalajok és mezőszéki talajok várható búza hozamai mintegy 25%-os különbséget mutatnak.

Országos összevetésben búza esetében a sokéves átlagot és az egyes éveket tekintve is a (réti-) mezőszéki talajokon érhetők el a legmagasabb terméshozamok (3. és 4. ábrák). A fizikai féleség alapján is megállapítható a várható hozamnagyságok különbsége, ennek mértéke ugyanakkor nem éri el a genetikai talajegységek várható hozamai közötti különbség mértékét. (Érdemes ugyanakkor itt is felhívni a figyelmet a genetikai talajegységek változati tulajdonságainak sokféleségére, illetve a változatoknak - az altípus átlagában kiegyenlítődő - termékenységbeli eltéréseire is).

Csernozjom és réti csernozjom talajaink búza hozamaik stabilan magasak, és bár általában kukorica termőképességük alapján is a legmagasabb kategóriákba kerülnek (5. ábra), a rosszabb években a kukorica kultúrák itt nagyobb termésveszteséget szenvednek, mint más talajokon. 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.

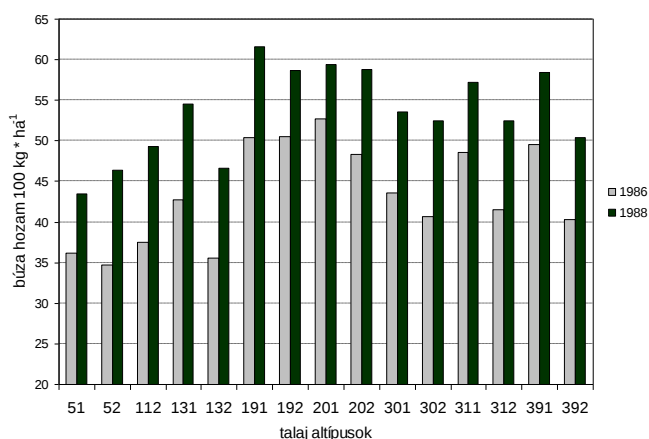
A 6. ábrán illusztrált eredmények megerősítik azt az ismeretünket, hogy az azonos műtrágya dózisok eltérő mértékben befolyásolták a talajok növényi hozamait. Az itt bemutatott ábra alapján levonható egyik legfontosabb tanulság az, hogy míg a legmagasabb trágyadózisok (és ennek megfelelően valószínűleg általában véve is magasabb agrotechnikai színvonal) mellett, a különböző 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.



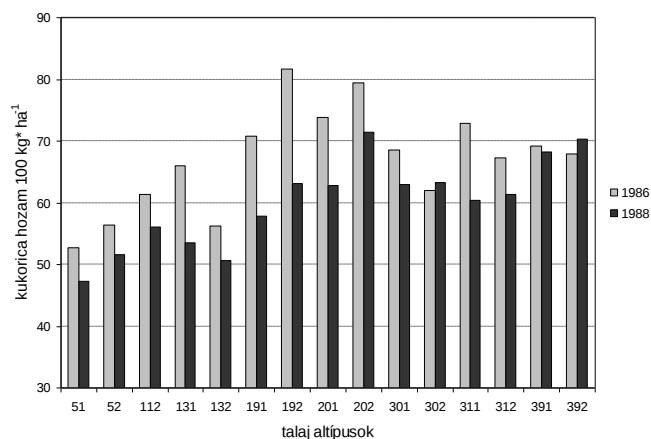
3. ábra. Legelterjedtebb talajféléseink várható búza hozamai, országos átlagok alapján.

(Az 1985-1989-es adatok alapján, meteorológiai tényezővel való korrekciók után. Az AIIR adatbázis alapján, a kiemelt 15 talajféléség borítja a mezőgazdasági területek kétharmadát.)

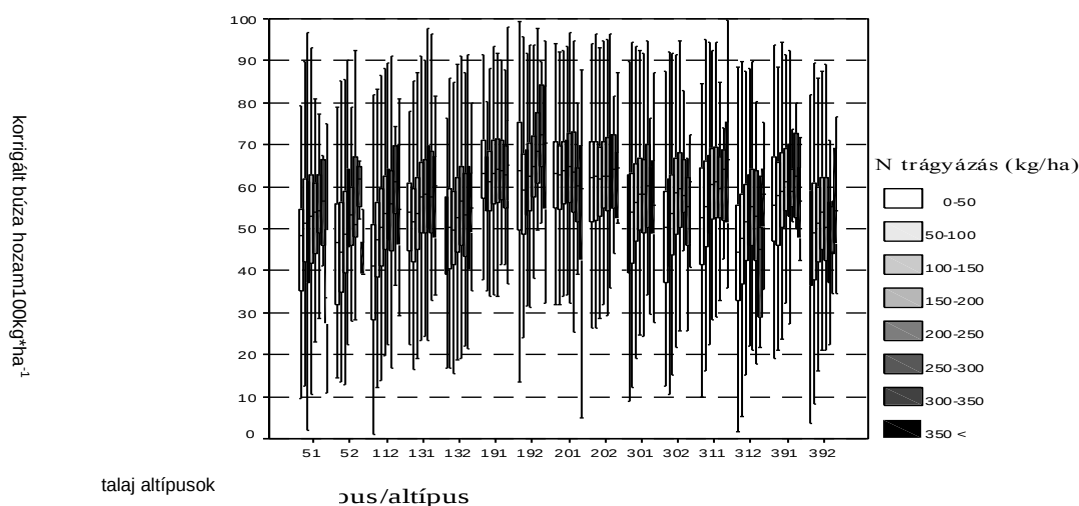
Talaj altípus kódok: 51: karbonátos humuszos homoktalaj; 52: nem-karbonátos humuszos homoktalaj; 112: agyagbemosódásos barna erdőtalaj; 131: Ramann-féle barna erdőtalaj (típusos); 132: rozsdabarna erdőtalaj; 191: típusos mészeledékes csernozjom; 192: alföldi mészeledékes csernozjom; 201: karbonátos réti csernozjom; 202: nem-karbonátos réti csernozjom; 301: karbonátos réti talaj; 302: nem-karbonátos réti talaj; 311: karbonátos öntés réti talaj; 312: nem-karbonátos öntés réti talaj; 391: karbonátos humuszos öntéstalaj; 392: nem-karbonátos humuszos öntéstalaj.



4. ábra. Néhány elterjedt talaj országos búza hozama különböző években
(össz. mintaszám = 15646; a talajtípusok/altípusok kódjait lásd a 3. ábránál)



5. ábra. Néhány elterjedt talaj országos kukorica hozama különböző években.
(össz. mintaszám = 11210; a talajtípusok/altípusok kódjait lásd a 3. ábránál)



6. ábra. Legelterjedtebb talajféleségeink várható búza hozamai
különböző adagú N-trágázás mellett.

(Az 1985-1989-es országos adatok alapján, meteorológiai tényezőkkel való korrekciók után, N= 69127; a talajtípusok/altípusok kódjait lásd a 3. ábránál)

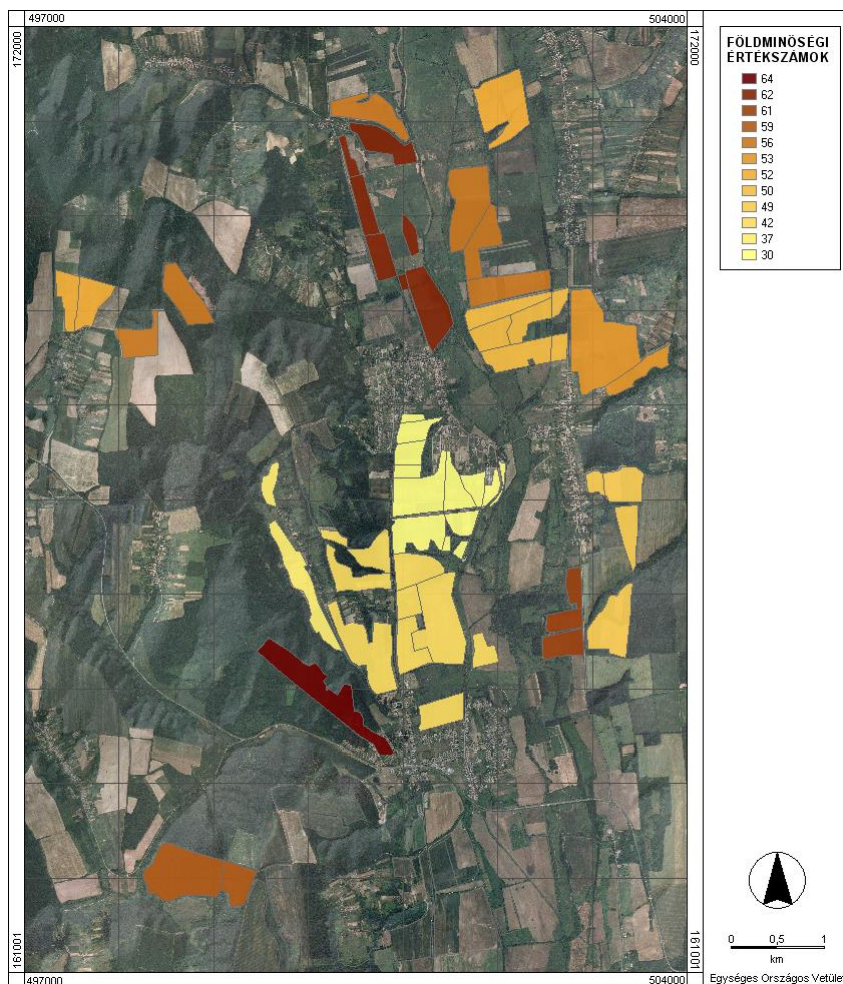
3.6 Esettanulmány zalai mintaterületen

A kidolgozott földminősítési rendszert az Alsó-Zala-völgyben 797ha területen elterülő, 59 mezőgazdasági parcellát magába foglaló mintaterületen teszteltük (7. ábra). A mintaterület talajtani sokszínűségét jól jellemzi, hogy az 1:10000 léptékű talajtérképek alapján a természettudományos osztályozási rendszer 24 altípusa is föllelhető rajta. A terület domborzati tulajdonságait tekintve szintén a nagy változatosság a jellemző. A növényproduktiót befolyásoló tényezők nagyfokú heterogenitása a parcellák földminőség különbségeiben is kifejezésre jut.

Az eredményeket bemutató térképről (7. ábra) leolvasható, hogy a különböző földminőségű területek mozaikos elhelyezkedésben váltják egymást. A mintaterületi tesztelésben kapott eredmények tehát rávilágítanak a földminősítés alapjául szolgáló talajtérképek léptékének jelentőségére. (Az 1:10000 méretarányúnál kevésbé részletes térbeli adatok alapján folytatott földminősítés a szomszédos, vagy egymáshoz közeli táblák különbségeit eltakarhatja, így nagyon félrevezető lehet.)

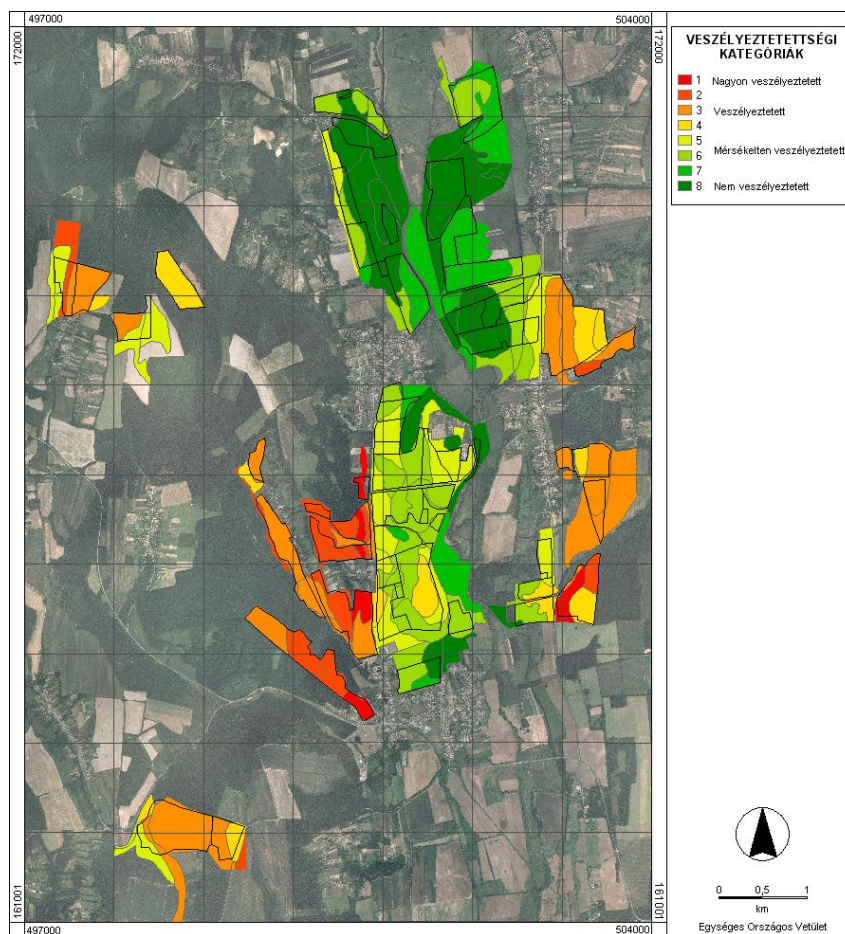
A földhasználat tervezésekor nem csupán a termőképességre kell tekintettel lenni, de a talajdegradációs folyamatok veszélyeire is. A két tényező kapcsolatrendszerét, azok időbeli kölcsönhatására is tekintettel a Tézis következő (4.) fejezetében tárgyalom. A zalai esettanulmány azonban lehetőséget biztosít arra, hogy bemutassam a különböző földminőségű területek és az eróziós veszélyeztetettség zónák lehatárolásának néhány összefüggését, ezért érdemes erre itt röviden kitérni.

A földhasználati ajánlások megfogalmazásához alapul fölmértük a mintaterület eróziós veszélyeztetettség viszonyait. Az nagyméretarányú talajtérképeken lehatárolt talajegységek adott domborzati körülmények között várható eróziós veszélyeztetettségének meghatározását Makó és Máté (2005) módszere szerint végeztük. A terület eróziós veszélyeztetettségét 8 fokozatú skálán értékeltük.



7. ábra. A mintaterület parcelláinak földminősége
(intenzív művelési viszonyok mellett)

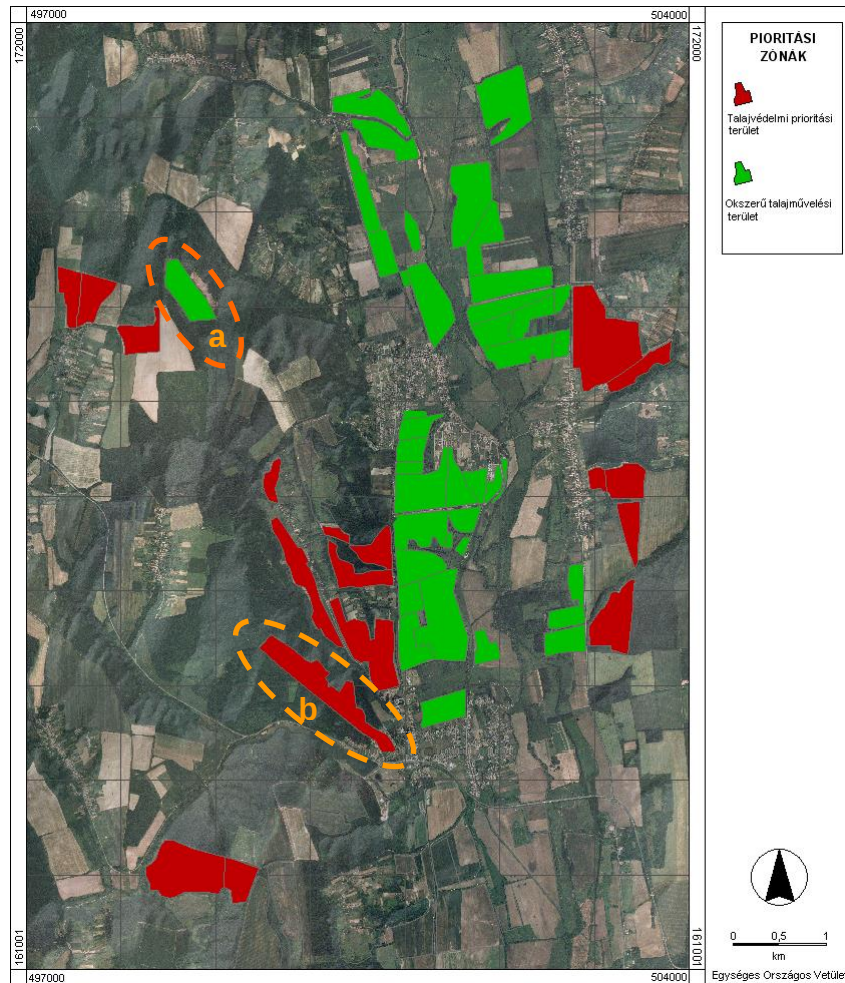
A mintaterületi erózióveszélyeztetettség térképe (8. ábra) jól tükrözi a domborzat jelentőségét, ugyanakkor talajok erózió érzékenységi különbségei is megjelennek rajta. A vizsgálat következő lépésében a talajok eróziós veszélyeztetettségét a mezőgazdasági táblákra vetítettem. A parcellák érintettségének mértékét a földhasználatra vonatkozó két kategóriával jellemeztem (9. ábra). Az első kategóriába (talajvédelmi prioritási területek) azok a parcellák kerültek, amelyekeken 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).



8. ábra. A mintaterület talajainak (talajfoltjainak) eróziós veszélyeztetettsége

A parcellák földminőségének és eróziós veszélyeztetettségének összevetéséből (7 és 8 ábrák) érdekes következtetésekre juthatunk. Van olyan kevésbé veszélyeztetett parcella (9 ábra/„a” jelű parcellája) amelyik veszélyeztetett területek határán, illetve zárványaként helyezkedik el. Termelési 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 kitettségű 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.

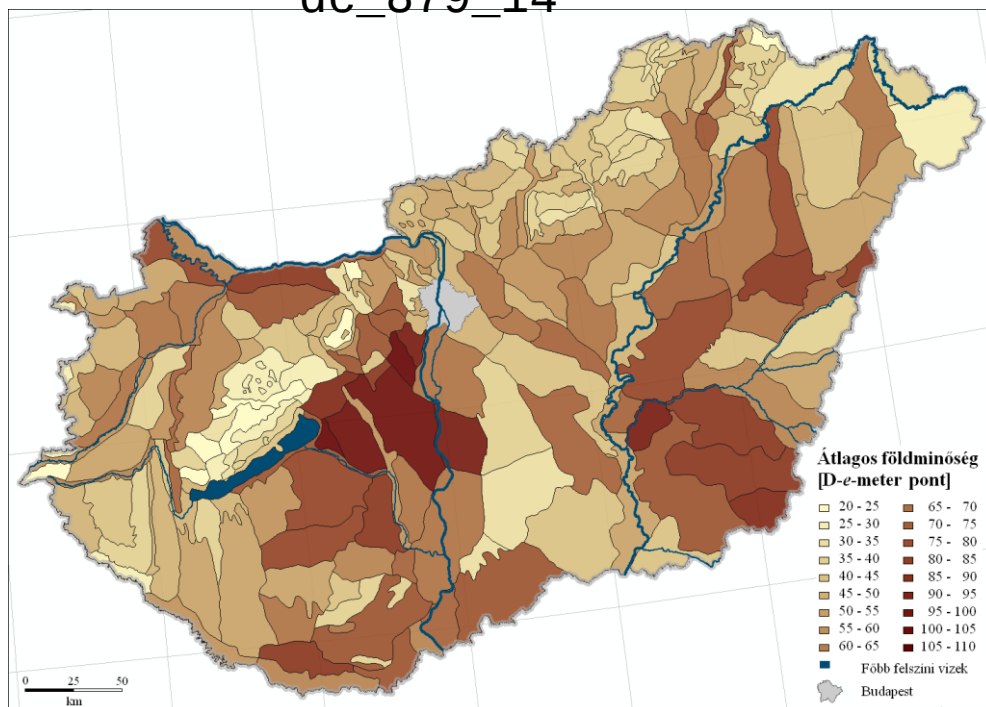
Az eredmények ismételtén aláhúzzák a parcella részletességű értékelés fontosságát és egyben igazolták, hogy a kidolgozott földminősítési rendszer a gazdálkodás környezeti feltételeinek jobb megértéséhez, és ezáltal tudatosabb tervezéséhez hasznos támogatást nyújthat.



9. ábra. A mintaterület parcellái a prioritási zónák szerint

3.7 Hazánk földminőségének áttekintő térképe

Munkatársaimmal az új földminősítési eljárást használva készítettünk országos áttekintő földminőség térképet (10. ábra). Térképünk megrajzolásánál a természeti földrajzi viszonyok alapján lehatárolt kistájakat vettük figyelembe, amelyek a magyarországi földrajzi elemzések alapegységének tekinthetők. A térképszerkesztéshez használt geoinformatikai adatbázis geometriai alapja a kistájhatárok 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 viszonzszámmal együtt. Az itt bemutatott térkép a szántók - intenzív művelés mellett számolt - földminőségét tükrözi. A kistájra jellemző átlagos földminőséget a kistájban előforduló talajféleségek földminősége alapján, azok területi arányával súlyozva számoltuk. A kistájak földminőségét bemutató térkép olyan újfajta áttekintést ad hazánk talajtakarójának hasznosítási lehetőségeiről, amely segítséget nyújthat a természetföldrajzi környezetbe illesztett további regionális elemzésekhez, valamint oktatási célra is javasolható.



10. ábra. Áttekintő térkép Magyarország kistájainak földminőségéről a D-e-Meter rendszer szántó minősítési eljárása szerint (Tóth, Rajkai, Bódis és Máté 2014)

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, gyepek, erdők) 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

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.

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 a 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.

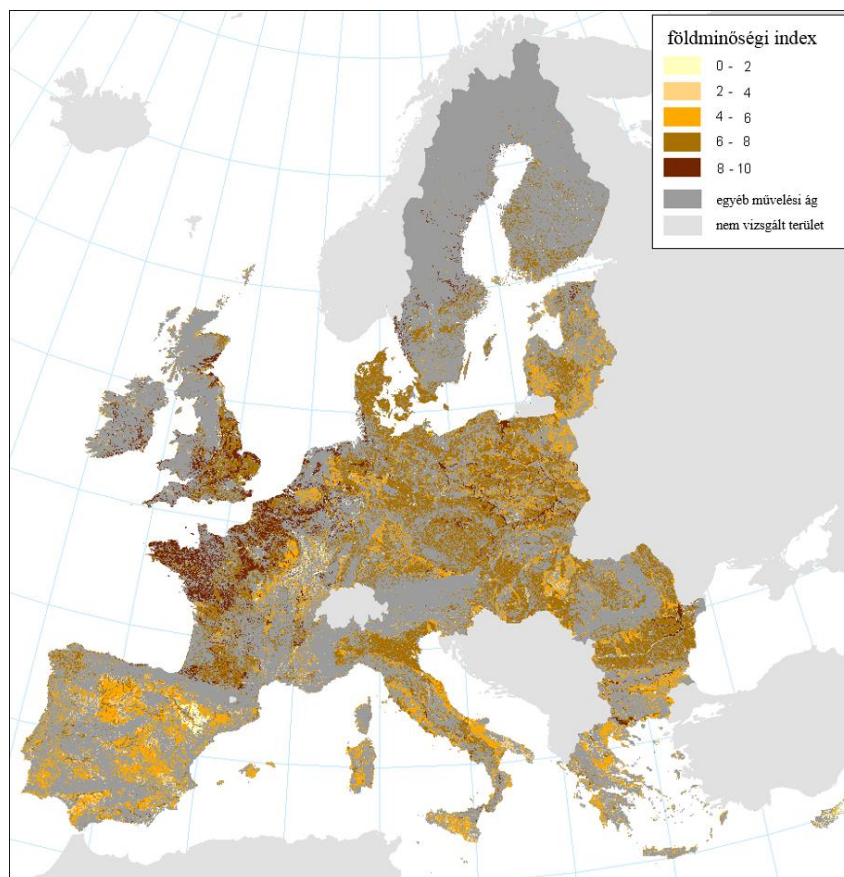
4.2 Európai Unió szántóinak földminősítési eljárása

A földminősítési számításokat a térben elkülönített talajfoltokra végeztük, az adott területen érvényesülő klímahatás és domborzati viszonyok figyelembe vételével. 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. A következő lépésben a 8 klímaosztály és annak 5-5 talajtermékenységi osztálya felhasználásával egy talajminősítési mátrixot készítettünk. A mátrix minden cellájához egy produktivitási viszonzszámot rendeltünk 1-től 8-ig terjedő értékkel. 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 viszonzszámát. 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 viszonzszámát. 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 viszonzszámát. A földminőségi viszonzszámok képzéséhez a fenti három almodelltől származó számértékeket minden, szántó művelési ágú

talajtipológiai egységekre aggregáltuk, majd a talajtipológiai egységek térképezési egységeken belüli területi arányának megfelelően súlyozott értékeket a térképezési egységekre is kiterjesztettük. Az először meghatározott viszonyszámokat 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 fenti eljárással kidolgozott földminősítési modell alapján elkészítettük az Európai Unió szántóinak földminőség térképét (11. ábra). 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 kompenzálhatja a klimatikus hátrányokat. Az óceáni klímahatást élvező szántók rendelkeznek a legnagyobb biomassza termő képességgel, de az EU összes szántóinak több mint negyedét adó északi szubkontinentális klímájú területek is átlag fölötti produktivitásúak. További négy klímazóna - az EU összes szántóterületének további 31% százalékát jelentő - szántóinak átlagos termékenysége éri el az EU átlagos termékenységének szintjét. Ezen zónák közül a szubóceáni területek szántói mutatják a legnagyobb változatosságot termékenységüket tekintve. Ezen zónák közül a szubóceáni területek szántói mutatják a legnagyobb változatosságot termékenységüket tekintve.



11. Az Európai Unió szántóinak földminősége

5. Komplex talajminősítés és az integrált földminősítés rendszere

5.1. A komplex talajminősítés és tényezői

Az Európai Unió 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.

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

A talaj funkciók 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 funkciók képessége – a talajfunkciók sokféleségéből adódóan is - különböző skálákon értelmezhető. A legmagasabb szintű mutató az EU talajvédelmi stratégiájában kiemelt hét talajfunkciót jellemzi. (Természetesen a hét kiemelt talajfunkció tovább osztályozható, így a talaj funkciók 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 funkciók képességéről* beszélünk. A *potenciális talaj-funkciós képesség* a $\rightarrow$ *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 funkciók 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 és/vagy a társadalom számára szolgáltatásait nyújtani.

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 földhasználat 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 idő tényező (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 veszélyeztetettség 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 (→ Kumulatív degradációs hatás).

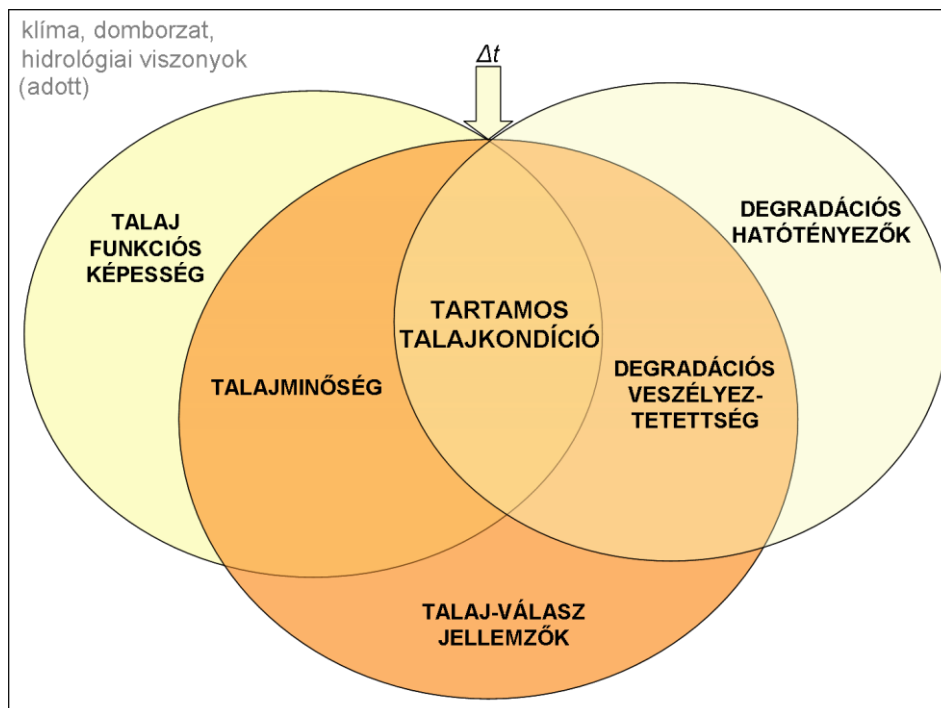
A kumulatív degradációs hatás a kumulatív stressz valamint a (degradációs folyamatban esetlegesen változó) talaj-válasz jellemzők által befolyásolt degradációs gradiens mentén végbement talajromlási folyamat eredményét kifejező indikátor. A kumulatív degradációs hatás a *talaj degradációs veszélyeztetettség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

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 ú.n. tartamos talajkondíció javasolom, 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.

A talajminőség tényezőinek és fenntarthatóságának értékelési rendszerét a 12. ábra mutatja be.



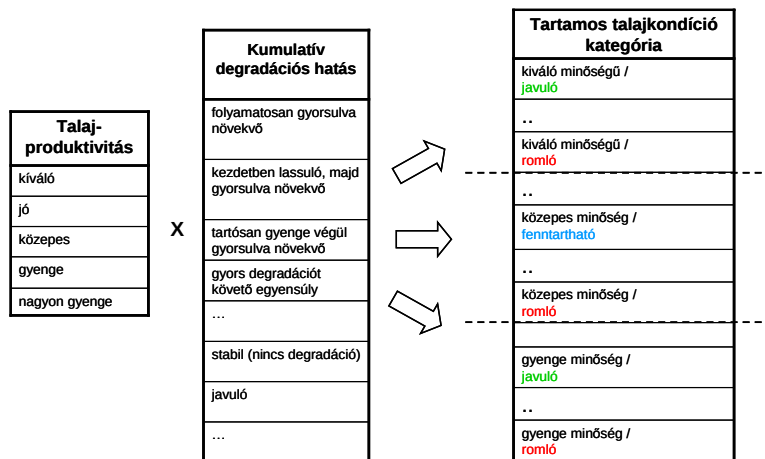
12. ábra. A talajminőség fenntarthatóságának értékelési rendszere

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

5.2 Integrált földminősítés és tartamos talajkondíció értékelés

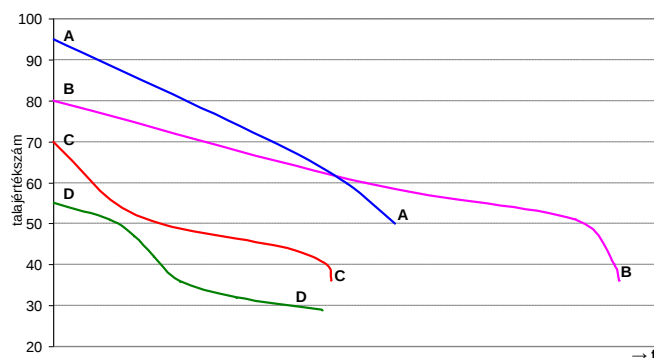
A földminősítés integrált megközelítése azt jelenti, hogy benne a szántóföldek produktivitási és környezeti veszélyeztetettségi tulajdonságai egységes értékelési eljárásban mérhetők fel, úgy, hogy az eredmény megmutassa a földminőség degradációs hatásból eredő lehetséges változását. A degradációs hatás 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.

A tartamos talajkondíció kifejezésének egy lehetséges módját a korábban (5.1 fejezet) lefektetett elvek alapján, az 13. ábrán bemutatott kategorizálásban látom. Az 13. ábra kvalitatív osztályai az egyes tényezők számszerűsítésével, kvantitatív értékekkel is helyettesíthetők.



13. ábra. Tartamos talajkondíció értékelés: összetevők és kategóriák

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

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

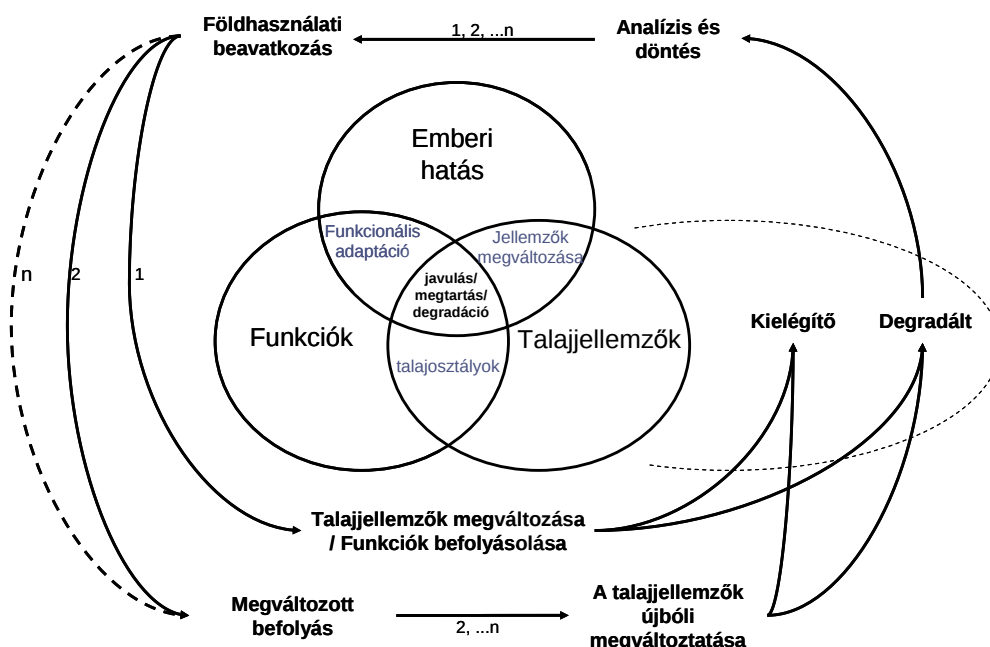
A tartamos talajkondíciót specifikálhatjuk egy-egy jellemző degradációs folyamattal összefüggésben is. Néhány kiválasztott talaj termékenységének időbeli változását az eróziós folyamat sebességének, illetve dinamikájának figyelembe vételével a 14. ábra szemlélteti. Az ábráról leolvasható, hogy az eróziós termékenységcsökkenés sebessége, emiatt időbeni hossza talajonként eltérő, de az is, hogy a degradáció következtében elszennvedett termékenység csökkenés sem azonos a különböző talajok vonatkozásában. A 14. ábra alapján a négy vizsgált talaj tartamos talajkondíciója jellemezhető. A tartamos talajkondíció kvalitatív értékelésére a 4. táblázat ad példát.

5. táblázat. Példa a kumulatív degradációs hatás és tartamos talajkondíció értékelésre néhány hazai talajtípus esetén
6. (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

A mezőgazdasági földhasználat fenntarthatóságát a növénytermesztéshez kapcsolódó anyag- és energiaáramlási folyamatok ellenőrizhetősége és befolyásolhatósága biztosítja. 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 (15. ábra).



15. ábra. A földhasználat hatása a talajra és talajminőségre (Tóth és mtsai. 2007).

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.

Doktori értekezésemnek 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. Az 5. táblázat arra mutat rá, hogy az integrált földminősítés alapján meghatározott tartamos talajkondíció, milyen módon használható fel a talajhasználati beavatkozás szükségességének megállapításához.

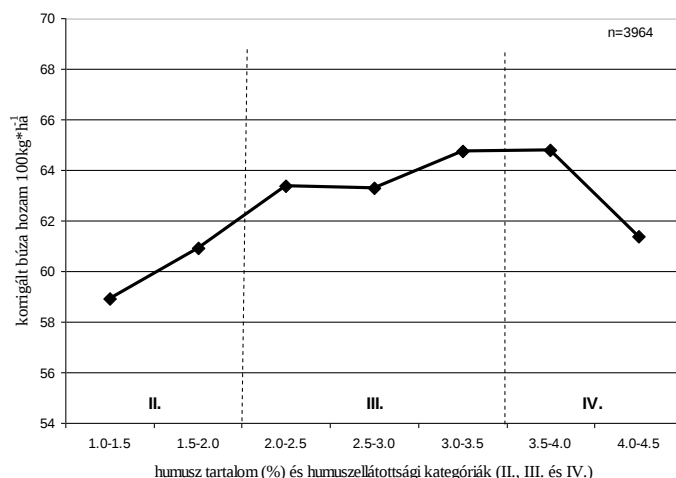
5. táblázat. A tartamos talajkondíció megítélése és fölhasználása a talajhasználat tervezésében.

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

6. Megjegyzések a nagyméretarányú talajtérképezési módszertanhoz

Amint azt a korábbiakban kifejtettem, a földminősítési alkalmazás során a nagyméretarányú (1:10000 léptékű) talajtérképeken feltüntetett információkra lehet támaszkodni. Talajbonitációs vizsgálataimat is elsősorban a részletes térképek talajjellemző kategóriáinak 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 félrevezetőek lehetnek a termékenységi tulajdonságokat illetően. Emiatt a kategóriák interpretációs alkalmazásával nagymértékű információvesztés történhet, evvel együtt az alkalmazás pontossága és megbízhatósága is romolhat.



16. ábra. Eltérő humuszellátottságú típusos agyagbemosódásos barna erdőtalajok produktivitása.

Amint az a 16. 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. 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.). Hasonló a helyzet a vizsgálatba vont más talajok, például a nem homokos típusos csernozjomok esetében is: itt szintén megfigyelhetők a változatokon belüli hozamkülönbségek és a változatok közötti hozambeli hasonlóságok.

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. Az integrált földminősítés és az európai talajvédelmi stratégia összefüggései

A doktori értekezésben bemutatott talajminősítési módszer, kiegészülve a talajminőséghez igazodó talajhasználati ajánlásokkal, elősegítheti a környezeti adottságoknak legjobban megfelelő földhasználati struktúrák kialakítását, az ezt előmozdító programok kidolgozását. Evvel hozzásegíthet ez Európai Unió Talajvédelmi stratégiájában megfogalmazott célok eléréséhez, a talajfunkciók fönntartásához és javításához.

Az európai Talajvédelmi stratégia végrehajtása előreláthatólag tagországokként különböző módszerekkel fog történni. (A hazai Talajvédelmi stratégia tudományos háttérét Németh és munkatársai (2005) ajánlása összegzi.) Az eredmények összehasonlításához azonban feltétlenül szükség lesz részletes pán-európai talajinformációkra (akár nyers, akár feldolgozott formában) 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. Ebben a munkában a Világ Talaj Referenciabázis második szintjének talajjegységei szerint mutattam be talajok kiterjedését és térbeli elhelyezkedését az EU 27 tagországának területén, valamint jellemeztem azokat a főbb tulajdonságaik és diagnosztikai kritériumaik szerint.

A degradációs folyamatok felmérésével, monitoringjával, modellezésével és összehasonlításával kapcsolatban számos olyan kontinentális léptékű tanulmány jelent meg az elmúlt években, amik kifejezetten a Talajvédelmi stratégia céljainak megvalósítását kívánják elősegíteni. 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. Ezek az első lépések a harmonizált pán-európai módszertan és térképi megjelenítések irányába. A

talajdegradációs folyamatok felmérési módszereinek európai harmonizációja érdekében további jelentős erőfeszítésekre van szükség. Egy lehetséges módja az egymástól különböző módszerekkel kapott eredmények összehasonlításának a degradációs veszélyeztetettségi index alkalmazása lehet.

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 mintája egységes keretet adhat egy ilyen kategóriarendszer kialakításához.

Összefoglalva elmondható, hogy, az új földminősítési módszer eredményeképpen hazánkban egy ökológiai szemléletű, rugalmas szerkezetű rendszer válhatja fel az elavult aranykoronás földminősítést, egyúttal példát mutatva más európai országok talajinformációs alkalmazásainak is. Az új rendszer alapot adhat egy, a földügyi nyilvántartásokba is átvezethető új földértékeléshez, 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 gazdáknak 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, a mezőgazdasági 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.

8. 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 produktivitási mérőszámokat.
- A talajok minősítésére Cserháti és munkatársai által alkalmazott, a gazdasági növények termesztésére való alkalmasság szerinti, később Géczi majd Máté által továbbfejlesztett minősítést fölhasználva, növény-specifikus produktivitási 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 munkatársaimmal 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 lehetővé 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 táblatörzskönyvek 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.