

TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK ÉS SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK A KÖRNYEZETI ÁLLAPOT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐI

VÁRALLYAY GYÖRGY

Kulcsszavak: talaj multifunkcionalitása, talajdegradáció, talajtermékenység, belvízveszély-aszályérzékenység, talaj környezeti állapota.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Magyarország legfontosabb feltételelesen megújuló (megújítható) természeti erőforrása a talaj, amelynek ésszerű és fenntartható használata, védelme, állagának megőrzése és sokoldalú funkcióképességének fenntartása a környezetvédelem és a biomassza-termelés közös feladata, a fenntartható fejlődés egyik alapeleme, tehát állami és társadalmi érdek.

A talaj funkcióit egyre inkább és egyre sokoldalúbban hasznosítja az ember, élve (sajnos nem ritkán visszaélve) a talaj sajátos és specifikus önmegújuló képességével (soil resilience). Magyarországon a nagyon változatos talajképződési tényezők bonyolult összhatásának eredményeképpen mozaikosan tarka talajtakaró jött létre, térben és időben egyaránt nagyon változó talajtulajdonságokkal, amelyekről nemzetközi színvonalú talajtani adatbázis nyújt információt, s képez tudományos alapokat azok befolyásolására.

Magyarország általában és viszonylag kedvező agroökológiai adottságokkal rendelkezik. Ezt azonban nagy és szeszélyes tér- és időbeni variabilitás jellemzi, valamint az alábbi tényezők korlátozzák, veszélyeztetik:

1. Talajdegradációs folyamatok.
2. Szélsőséges vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés, aszály).
3. Elemek (növényi tápanyagok és potenciális szennyező anyagok) biogeokémiai ciklusának kedvezőtlen irányú megváltozása.

A talajdegradációs folyamatok túlnyomó része a talaj környezeti érzékenységének jellemzésével, „stresszelemzésével” megelőzhető, kivédhető, de legalább egy ökológiai tűréshatárig mérsékelhető.

Magyarország vízkészletei korlátozottak. S nem lehet számítani sem a légköri csapadék, sem felszíni és felszín alatti vízkészletek jövőbeni növekedésére sem. A korlátozott készletekből egyre nagyobb és sokoldalúbb társadalmi igényeket kell(ene) kielégíteni. A mezőgazdaságnak és a gazdaságfejlesztésnek, valamint a környezetvédelemnek egyaránt a víz az egyik meghatározó tényezője, a vízhasználat hatékonyságának növelése pedig megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladat.

A klímaváltozás-prognózisok egybehangzó megállapítása szerint a szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés, illetve aszály) valószínűsége, gyakorisága, tartama növekszik, s súlyosbodnak ennek káros következményei. Ilyen körülmények között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy az ország leg-

nagyobb kapacitású potenciális természetes víztározója a talaj. Ez a tározótér azonban a víz talajba szivárgásának és a talajban történő hasznos tárolásának akadályai miatt gyakran nem hasznosul, s szélsőséges vízháztartási helyzeteket eredményez, azok minden káros következményével. A nedvességforgalom-szabályozás alaptétele tehát ezen akadályok megszüntetése vagy mérséklése. Az erre irányuló beavatkozások túlnyomó része ugyanakkor kedvező környezetvédelmi intézkedés is.

Magyarország talajainak környezeti állapota és annak változásai szempontjából megkülönböztetett jelentőségű a talaj vízgazdálkodása és nedvességforgalma, hisz ez a növényzet és a bióta közvetlen vízellátásán kívül többnyire döntő mértékben befolyásolja a többi talajökológiai tényező (levegő-, hő- és tápanyagforgalom, biológiai tevékenység) állapotát és dinamikáját is. Jelentősen (gyakran meghatározóan) hat a talaj anyag- és energiaforgalmára, abiotikus és biotikus transzport és transzformációs folyamatokra, következőképpen funkcióira, termékenységére, megújuló képességére. Hat továbbá a talaj technológiai állapotára, művelhetőségére, a talajművelés energiaigényére; valamint a talaj környezeti érzékenységére, stressztűrő képességére, technikai és kémiai terhelhetőségére is.

A talaj kedvező környezeti állapotának fenntartása, megóvása, vagy éppen kialakítása érdekében is mindent meg kell tenni azért, hogy a talaj felszínére jutó víz minél nagyobb hányada szivárogjon be a talajba, s tározódjon ott, növények számára hasznosítható formában. Erre megfelelő talajhasználati és agrotechnikai módszerek állnak rendelkezésre, csak az adott körülményekhez kell azokat – termőhely-specifikusan – adaptálni és végrehajtani. Ezek az intézkedések – a talaj potenciális vízraktározó képességének minél teljesebb körű kihasználásával – egyaránt csökkentik az aszályérzékenység és a belvízvesztély kockázatát, mérséklék azok kedvezőtlen gazdasági, környezeti, társadalmi hatásait, káros következményeit is.

A talaj vízháztartás-szabályozása tehát egyaránt nélkülözhetetlen eleme a fenntartható talajhasználatnak, a korszerű vízkészlet-gazdálkodásnak, az eredményes környezetvédelemnek, sőt a vidékfejlesztésnek is.

BEVEZETÉS

Magyarországon a *fenntartható fejlődés* megkülönböztetett jelentőségű elemei természeti erőforrásaink, benne talajkészleteink, illetve ökoszisztémáink (felszín közeli geológiai képződmények – talaj – víz – élővilág – légkör kontinuum) *ésszerű hasznosítása*, védelme, állagának megőrzése, kedvező állapotának megóvása, *sokoldalú funkcióképességének fenntartása*. Ez az élet alapvető minőségének (megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer; „tisztá” víz; kellemes környezet) biztosítása céljából olyan *össztársadalmi érdek*, ami nemcsak a földtulajdonos és földhasználó, hanem az egész társadalom részéről megkülönböztetett figyelmet érdemel, átgondolt és összehangolt

intézkedéseket tesz szükségessé. Magyarország általában és viszonylag kedvező *agroökológiai adottságokkal* rendelkezik. De e kedvező adottságok igen nagy tér- és időbeni *változatosságot* mutatnak, *szeszélyesek, szélsőségekre hajlamosak*, s érzékenyen reagálnak bizonyos természeti okok miatti vagy különböző emberi tevékenység okozta *stresszhatásokra*. A környezeti állapot megóvása (vagy javítása) érdekében ezekhez a körülményekhez szükséges alkalmazkodni, a várható változásokra felkészülni, azok kedvező hatásainak erősítésére, illetve kedvezőtlen következményeinek megelőzésére, elhárítására, gyengítésére, csökkentésére tudományosan megalapozott módszereket, technológiákat kidolgozni, széleskörűen és eredményesen alkalmazni.

A TALAJ JELENTŐSÉGE ÉS FUNKCIÓI

Az egyéb természeti kincsekben szegény Magyarország legjelentősebb feltételelesen megújuló (megújítható) természeti erőforrását talajkészleteink képezik (Várallyay, 2010a; Csete – Várallyay, 2004).

A talaj három specifikus tulajdonsággal rendelkezik:

- **Termékenység:** képes a talajban, talajon vagy a talajjal kapcsolatban lévő élő szervezetek (bióta, természetes növényzet, természetett kultúrák) alapvető életfeltételeit, a (talaj) ökológiai igényeit (elsősorban víz- és tápanyagellátását) többé vagy kevésbé kielégíteni.

- **Megújuló képesség:** képes bizonyos stresszhatások okozta károsodást/sérülést követően megújulni, s eredetihez közeli állapotába visszatérni.

- **Multifunkcionalitás:** Primér biomasz-termelés alapvető közege, a bioszféra primér tápanyagforrása; a többi természeti erőforrás integrátora, transzformátora; hő-, víz-, tápelem-, szükséges esetben szennyező-anyag-raktár; stresszhatások pufferközege; szűrő és detoxikáló rendszer; bioszféra génrezervoárja.

A talaj funkciói közül legfontosabbak a következők (Várallyay, 2002b):

a) A talaj *feltételelesen megújuló (megújítható) természeti erőforrás*. Ésszerű használata során nem változik irreverzibilisen, „minősége” nem csökken szükségszerűen és kivédhetetlenül. Megújulása azonban nem megy végbe automatikusan, zavartalan funkcióképességének, termékenységének fenntartása, megőrzése állandó tudatos tevékenységet követel, amelynek legfontosabb elemei az ésszerű földhasználat, talajvédelem, agrotechnika és melioráció.

b) A talaj a többi természeti erőforrás (sugárzó napenergia, légkör, felszíni és felszín alatti vízkészletek, geológiai képződmények, biológiai erőforrások) hatását *integrálva és transzformálva* biztosít életteret a talajbani mikroorganizmus-tevékenységnek, termőhe-

lyet a természetes növényzetnek és természetett kultúráknak.

c) A talaj a primér növényi *biomassza-termelés alapvető közege, a bioszféra primér tápanyagforrása*. Víz, levegő és a növény számára hozzáférhető tápanyagok egyidejűleg fordulhatnak elő ebben a négydimenziós, háromfázisú polidiszperz rendszerben, s ily módon képes a talaj a mikroorganizmusok és növények talajökológiai feltételeit többé vagy kevésbé kielégíteni.

d) A talaj *hő-, víz-, növényi tápanyagok és potenciálisan káros anyagok természetes raktározója*. Képes a felszín közeli atmoszférára hőmérsékleti szélsőségeit – bizonyos mértékig – kiegyenlíteni; a mikroorganizmusok és növények – bizonyos szintű – víz- és tápanyagellátását a raktározott készletekből rövidebb-hosszabb idejű víz- és tápanyag-utánpótlás nélküli időszakokra is biztosítani.

e) A talaj a természet *szűrő és detoxikáló rendszere*, amely képes a mélyebb rétegeket és a felszín alatti vízkészleteket a talaj felszínére vagy a talajba jutó szennyeződésektől megóvni.

f) A talaj a *bioszféra nagy kiegyensúlyozó képességgel (pufferkapacitással) rendelkező eleme*, amely egy bizonyos határig képes mérsékelni, tompítani a talajt érő különböző stresszhatásokat. Ilyet természeti tényezők (légköri aszály, túl bő nedvességviszonyok, fagy stb.) is kiválthatnak. Egyre fenyegetőbbek és súlyosabbak azonban az ember által okozott különböző stresszhatások: komplex gépsorok és nehéz erőgépek alkalmazása, nagyadagú műtrágya- és növényvédőszer-használat; a koncentrált állattartó telepek hígtrágyája; az ipar-, közlekedés-, településfejlesztés és városiasodás szennyező hatásai, elhelyezendő hulladékai, szennyvizei; felszíni bányászat. A társadalom egyre inkább arra kényszerül, hogy a talaj tompító képességét igénybe vegye, kihasználja, néha sajnos visszaélve e lehetőséggel.

g) A talaj a *bioszféra jelentős génrezervoárja*, amely jelentős szerepet játszik a biodiverzitás fenntartásában, hisz az élő szervezetek jelentős hányada él a talajban (bióta

„habitatja”), vagy kötődik léte, élete közvetlenül vagy közvetve a talajhoz.

h) A talaj *természeti és történelmi örökségek „hordozója”*.

A felsorolt funkciók mindegyike nélkülözhetetlen, azok egymáshoz viszonyított fontossága, jelentősége, „súlya” azonban térben és időben egyaránt nagymértékben változott az emberiség történelme során, s változik ma is. Hogy hol és mikor melyik funkciót hasznosítja az ember, milyen módon és milyen mértékben, az az adott gazdasági helyzettől, szocio-ökonómiai körülményektől, politikai döntésektől, az ezek által megfogalmazott céloktól, „elvárásoktól” függ. Sok esetben egy-egy funkció karaktere (tér- és időbeni variabilitása, változékonysága/stabilitása/kontrollálhatósága, határfeltételei, korlátai) nem – vagy nem megfelelően – került figyelembe vételre a talajkészletek különböző célú hasznosítása során. Ez pedig sajnos gyakran ésszerűtlen talajhasználathoz, a talaj kizsárolásához, megújuló képességének meghiúsulásához, egy vagy több talajfunkció zavarához, súlyosabb esetben komoly környezetkárosodáshoz vezetett, s – megfelelő ellenintézkedések hiányában – vezethet a jövőben is.

Magyarország változatos domborzatú geológiai képződményein a változatos éghajlati és hidrológiai viszonyok, természetes növényzet, valamint emberi tevékenység hatására igen változatos talajképződési folyamatok indultak meg és eredményezték Magyarország különösen változatos, gyakran mozaikosan tarka talajtakarójának a kialakulását. A változatosság horizontálisan (foltosság) és vertikálisan (rétegezethez) egyaránt kifejezett és a legtöbb talajtulajdonságra érvényes (Láng – Csete – Harnos, 1983; Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989; Stefanovits, 1992).

Magyarország, elsősorban a magyar alföldek talajai általában és viszonylag kedvező adottságokkal rendelkeznek különböző célú (élelmiszer, takarmány, ipari nyersanyag, alternatív energia) biomassza-termelésre. Bizonyítja ezt számos globális, kontinentális (esetünkben EU), regionális, illetve országos

felmérés eredménye. Ez utóbbiak közül Magyarországon kettőt érdemes kiemelni:

– Magyarország agroökológiai potenciáljának felmérése (AGROTOPO adatbázis; Láng – Csete – Harnos, 1983; Várallyay et al., 1979, 1980a,b).

– Magyarország talajainak környezeti állapotát nyomon követő monitoring-rendszer (TIM) adatbázisa (Várallyay et al., 2009).

Az AGROTOPO adatbázis alapján – fenti állításunk igazolására – az 1. táblázatban bemutatjuk Magyarország talajainak területi megoszlását az azok termékenységét első sorban meghatározó hét tulajdonság szerint (Várallyay et al., 1980a). A táblázatban szereplő tulajdonságok területi adatai az AGROTOPO adatbázisban megyei, agroökológiai körzetenkénti és genetikai talajtípusonkénti bontásban egyaránt rendelkezésre állnak (Várallyay et al., 1980a,b).

A Talajvédelmi Információs és Monitoring-rendszer (TIM) 1200 mérési pont (800 mezőgazdasági területen, 200 erdőterületen, 200 környezetvédelmi szempontból különösen érdekes területen) adatai alapján szolgáltat információkat 20 talajtulajdonságról, azok időbeni változékonyságától függő 1-3-6 éves gyakorisággal. Magyarország talajainak környezeti állapotát bemutató és folyamatosan nyomon követő TIM adatbázisa 2009-ben magyar, majd 2010-ben angol nyelven, igényes és gazdagon illusztrált kiadványban jelent meg (1. ábra; Várallyay et al., 2009).

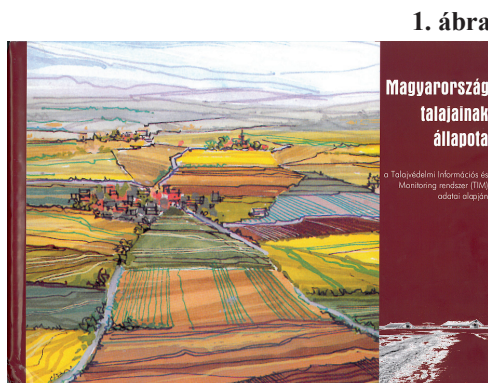
A hazai talajokra vonatkozó – nemzetközi szempontból is páratlanul gazdag – adatbázis alapján megállapítható, hogy Magyarország talajtakarója – a változatos talajképződési tényezők együttes hatásának eredményeképpen – igen nagy tér- és időbeni változatosságot mutat, gyakran mozaikosan tarka (Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989). A kedvező adottságokat azonban elsősorban három tényező korlátozza:

- Talajdegradációs folyamatok.
- Szélsőséges vízháztartási helyzetek.
- A szerves anyag és az elemek (növényi tápanyagok és potenciális szennyező anyagok) kedvezőtlen biogekémiai körforgalma.

1. táblázat
Néhány talajjellemző területi megoszlása Magyarországon az összterületből

(M.e.: %)

TALAJKÉPZŐ KÖZET	
1. Glaciális és alluviális üledékek	37,7
2. Lössös üledékek	48,0
3. Harmadkori és idősebb üledékek	7,5
4. Nyirok	1,7
5. Mészke, dolomit	2,6
6. Homokkő	0,1
7. Agyagpala, fillit	0,3
8. Gránit, porfirít	0,1
9. Andezit, riolit, bazalt	2,0
	100,0
A TALAJ KÉMHAATÁSA ÉS MÉSZÁLLAPOTA	
1. Erősen savanyú talajok	13,5
2. Gyengén savanyú talajok	42,3
3. Szénsavas meszet tartalmazó talajok	38,4
4. Nem felszíntől karbonátos szikes talajok	4,2
5. Felszíntől karbonátos szikes talajok	1,6
	100,0
FIZIKAI TALAJFÉLELÉS	
1. Homok	15,8
2. Homokos vályog	9,6
3. Vályog	43,2
4. Agyagos vályog	18,6
5. Agyag	6,9
6. Tőzeg, kotu	1,3
7. Nem, vagy részben mállott durva vázrészek	4,6
	100,0
A TALAJ VIZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁGAI	
1. Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok	10,5
2. Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok	11,1
3. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	24,9
4. Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	19,1
5. Közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok	6,2
6. Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok	14,9
7. Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, szélsőséges vízgazdálkodású talajok	3,6
8. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó képességű talajok	1,3
9. Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok	8,4
	100,0
SZERVESANYAG-KÉSZLET (t/ha) (a talaj humuszos rétegére vonatkoztatva)	
1. 0–50	5,3
2. 50–100	21,0
3. 100–200	28,5
4. 200–300	21,1
5. 300–400	20,7
6. 400–	3,4
	100,0
A TERMŐRÉTEG VASTAGSÁGA (kő, kavics, talajvíz)	
1. 0–20 cm	0,3
2. 20–40 cm	4,9
3. 40–70 cm	5,3
4. 70–100 cm	4,0
5. 100– cm	85,5
	100,0



A TIM Atlasz címlapja

Jelen munkánkban az első kettővel foglalkozunk kissé részletesebben.

TALAJTERMÉKENYSÉGET GÁTLÓ TÉNYEZŐK, TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK

Magyarország jelentős területein *korlátozzák* a talaj multifunkcionalitását, benne termékenységét a 2. ábrán bemutatott *tényezők* (Szabolcs – Várallyay, 1978).

E tényezők természeti (termőhelyi) *adottságok*, amelyekhez vagy *alkalmazkodni* kell megfelelő talajhasználattal, művelési ággal, vetésszerkezettel és agrotechnikával, a „Termeljünk mindent ott, ahová való!”, illetve „Mezőgazdaságunk termelési szerkezetét minél inkább kell természeti (ökológiai) viszonyainkhoz igazítani!” alapelvek érvényesítésével, vagy – amennyiben az lehetséges, szükséges, indokolt és racionális – azok *megváltoztatásával* (melioráció, talajjavítás, talajvédelem, vízrendezés) (Láng – Csete – Jolánkai, 2007; Harnos – Csete, 2008; Várallyay – Farkas, 2008).

Talajdegradációs folyamatok a talaj anyagforgalmának számunkra kedvezőtlen irányban történő megváltozását jelentik, amelynek következményei

- zavarok a talaj funkcióiban;
- a talaj termékenységének csökkenése;

1. ábra

- talajökológiai feltételek romlása (→ gyengébb növényfejlődés → kisebb biomasz-sza-hozam → kisebb termés);

- kedvezőtlenebb körülmények az agrotechnikai műveletek időben és megfelelő minőségben történő energiatakarékos elvégzéséhez;

- területveszteség és/vagy a terület értékcsökkenése;

- nagyobb termelési ráfordítások (növekvő energia-, vízellátás és vízelvezetés, valamint tápanyagigény stb.);

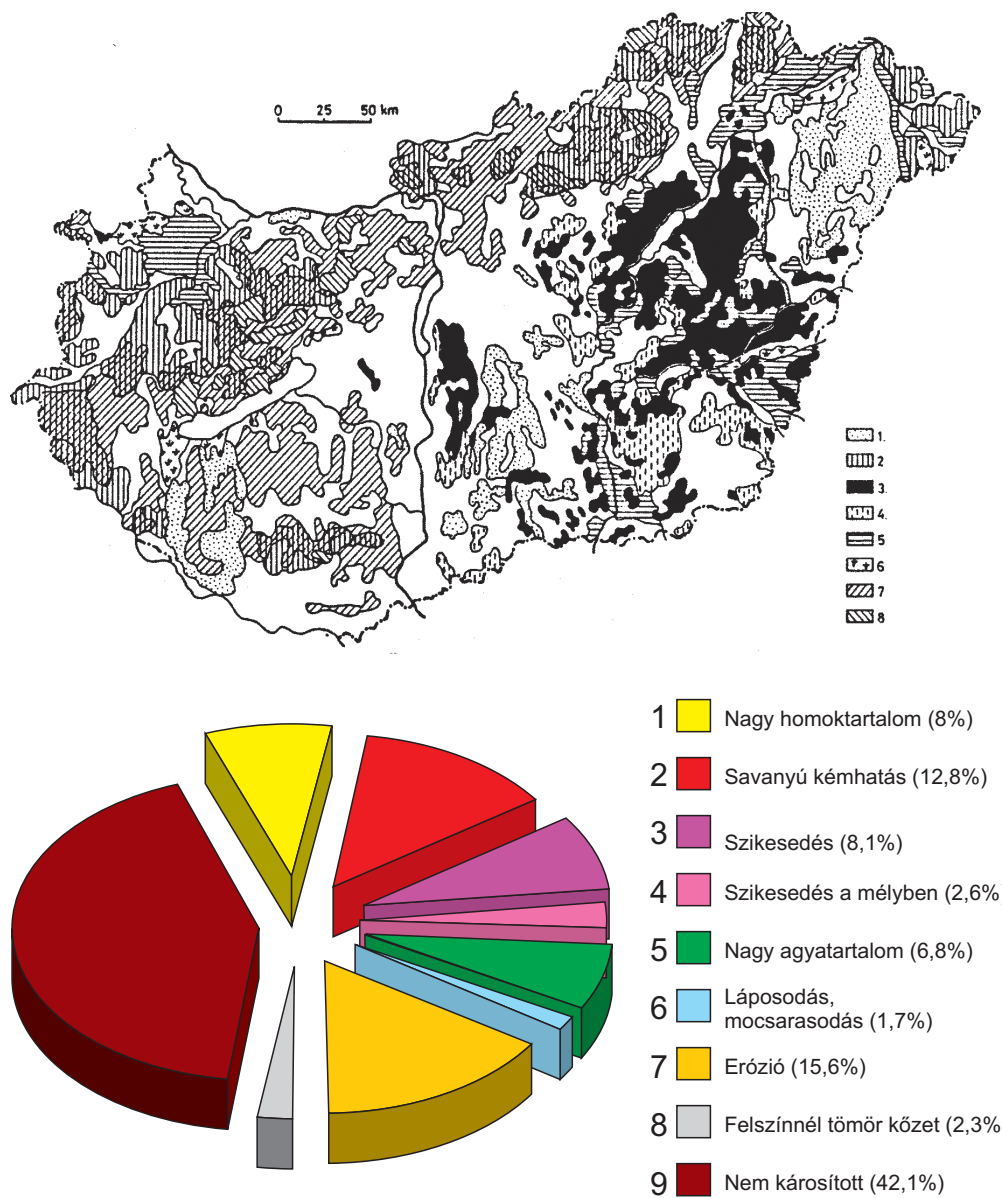
- káros környezeti mellékhatások (például árvíz- és belvízveszély fokozódása; felszíni és felszín alatti vízkészletek szennyezése; tájrombolás stb.).

Talajdegradációs folyamatok természeti okok (pl. klímaváltozás, árvíz, földcsuszamlás stb.) miatt, vagy a sokoldalú emberi tevékenység (ésszerűtlen földhasználat; ipari tevékenység; bányászat; infrastruktúra és településfejlesztés, urbanizáció stb.) közvetlen vagy közvetett hatásaiként; tudatos vagy nem kívánt (ismert, kiszámítható vagy váratlan) következményeiként egyaránt bekövetkezhetnek (Várallyay, 1989, 2006; Németh et al., 2005). A Föld talajait sújtó vagy veszélyeztető talajdegradációs folyamatokról az elmúlt évtizedekben világméretű felmérés készült. A GLASOD (GLObal Assessment of SOil Degradation) Program globális léptékben (1:5M méretarányban) arról nyújtott szemléletes áttekintést, hogy a Föld mely területein fordulnak elő különböző típusú, mértékű, súlyosságú talajdegradációs folyamatok, ezek az érintett terület milyen hányadát érintik, s melyek az adott talajdegradációs folyamat fő okai, kiváltó és befolyásoló tényezői (Oldeman et al., 1990).

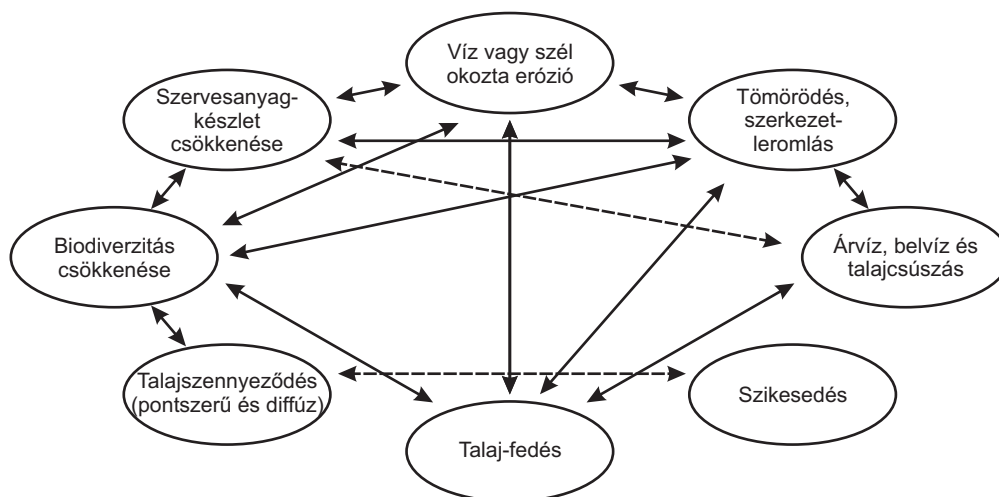
Európa Talajvédelmi Stratégiájának kidolgozása során nyolc talajdegradációs folyamat vizsgálata és „kezelése” kapott prioritást. Ezeket mutatjuk be a 3. ábrán (Várallyay, 2008b).

Sajnos, ezen degradációs folyamatok különböző mértékű káros hatásai Magyarországon is előfordulnak. Ezek közül legfontosabak a következők (Várallyay, 1989, 2004a):

2. ábra



A talajtermékenységet gátló tényezők



Talajdegradációs folyamatok Európában

- (1) Víz és szél okozta erózió (4. ábra).
- (2) Savanyodás.
- (3) Sófelhalmozódás, szikesedés (5. ábra).
- (4) Talajszerkezet leromlása, tömörödés.
- (5) A talaj vízgazdálkodásának szélsőségesseé válása.

(6) Biológiai degradáció: kedvezőtlen mikrobiológiai folyamatok, szervesanyag-készlet csökkenése.

(7) A talaj tápanyagforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozása.

(8) A talaj pufferképességének csökkenése, talajmérgezés, toxicitás.

A talajdegradációs folyamatok felmérésére és térképezésére az EU integrált nemzetközi programot indított. Ennek folyamatábráját mutatjuk be a 6. ábrán (Várallyay, 2004a; Szabó et al., 1999).

A Program a már degradálódott talajok pontos – helyszíni megfigyelésekre és mérésekre, laboratóriumi vizsgálatokra és távérzékelési információkra alapozott – felmérésén és degradálódásának oknyomozó elemzésén kívül célul tűzte ki a különböző degradációs folyamatok által veszélyeztetett (potenciálisan degradációs) területek azonosítását és lehatárolását is annak érdeké-

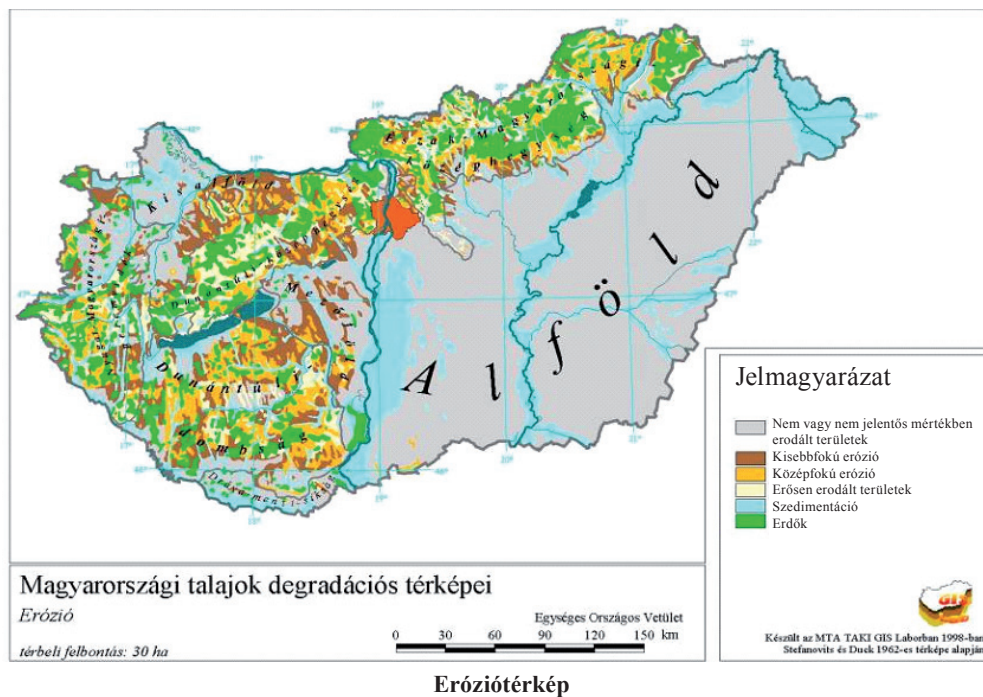
ben, hogy a fenyegető veszélyek elhárítására megfelelő preventív intézkedések történhessenek.

A talajdegradációs folyamatok ugyanis nem szükségszerű és kivédhetetlen következményei az ésszerű és megfelelő földhasználatnak. Az esetek túlnyomó részében megelőzhetők, kivédhetők, vagy legalább bizonyos tűrési határig mérsékelhetők. Ehhez azonban a talaj „megújuló képességének” feltételeit biztosító, tudományosan sokoldalúan megalapozott beavatkozások szükségesek. Ezek kidolgozásához pedig egy olyan korszerű és naprakész talajtani adatbázis szükséges, amely megfelelő információit nyújt a talajok jelenlegi környezeti állapotáról, annak változásáról (monitoring), valamint a talajok környezeti érzékenységről, sérülékenységről (Szabó et al., 1999; Várallyay, 2002c).

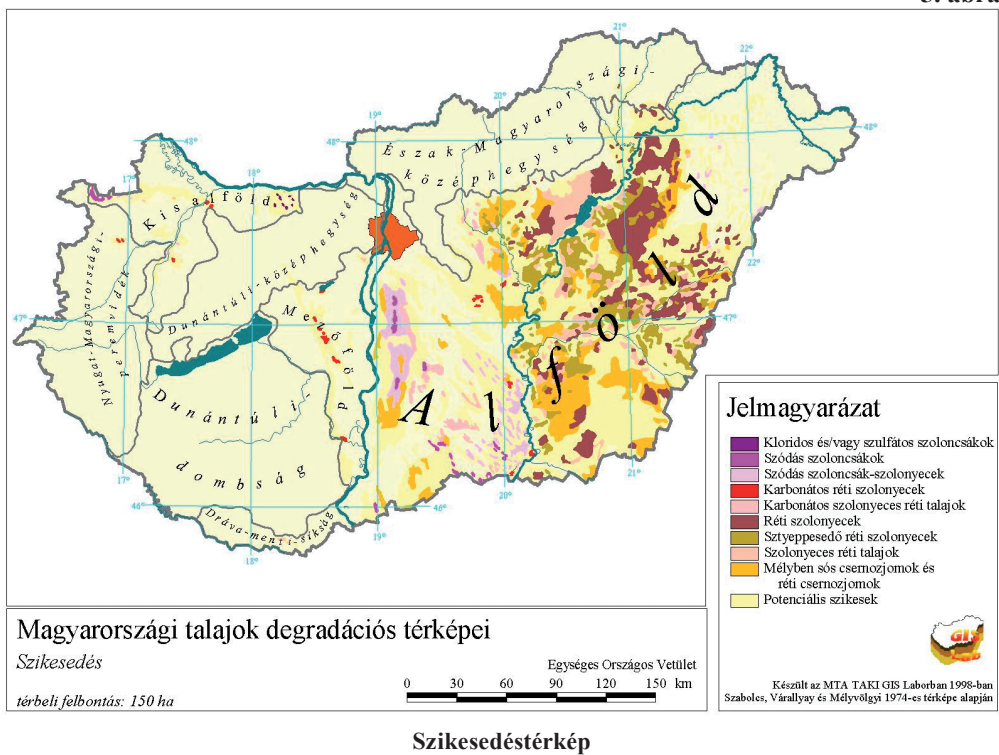
Fenti célok megvalósítása érdekében:

(a) Az országban fellelhető és hozzáférhető talajtani információ (térképek, adatok, leírások) felhasználásával, Magyarország kistáj-katasztere alapján 88 komplex degradációs régiót különítettünk el (Szabó et al., 1999), s megalkottunk egy olyan korszerű

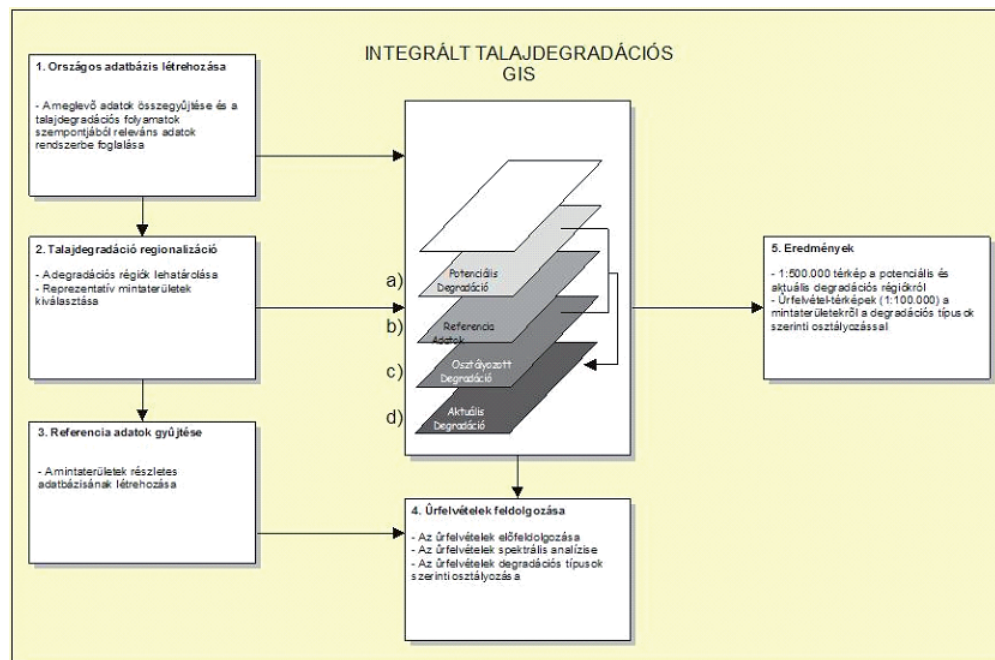
4. ábra



5. ábra



6. ábra



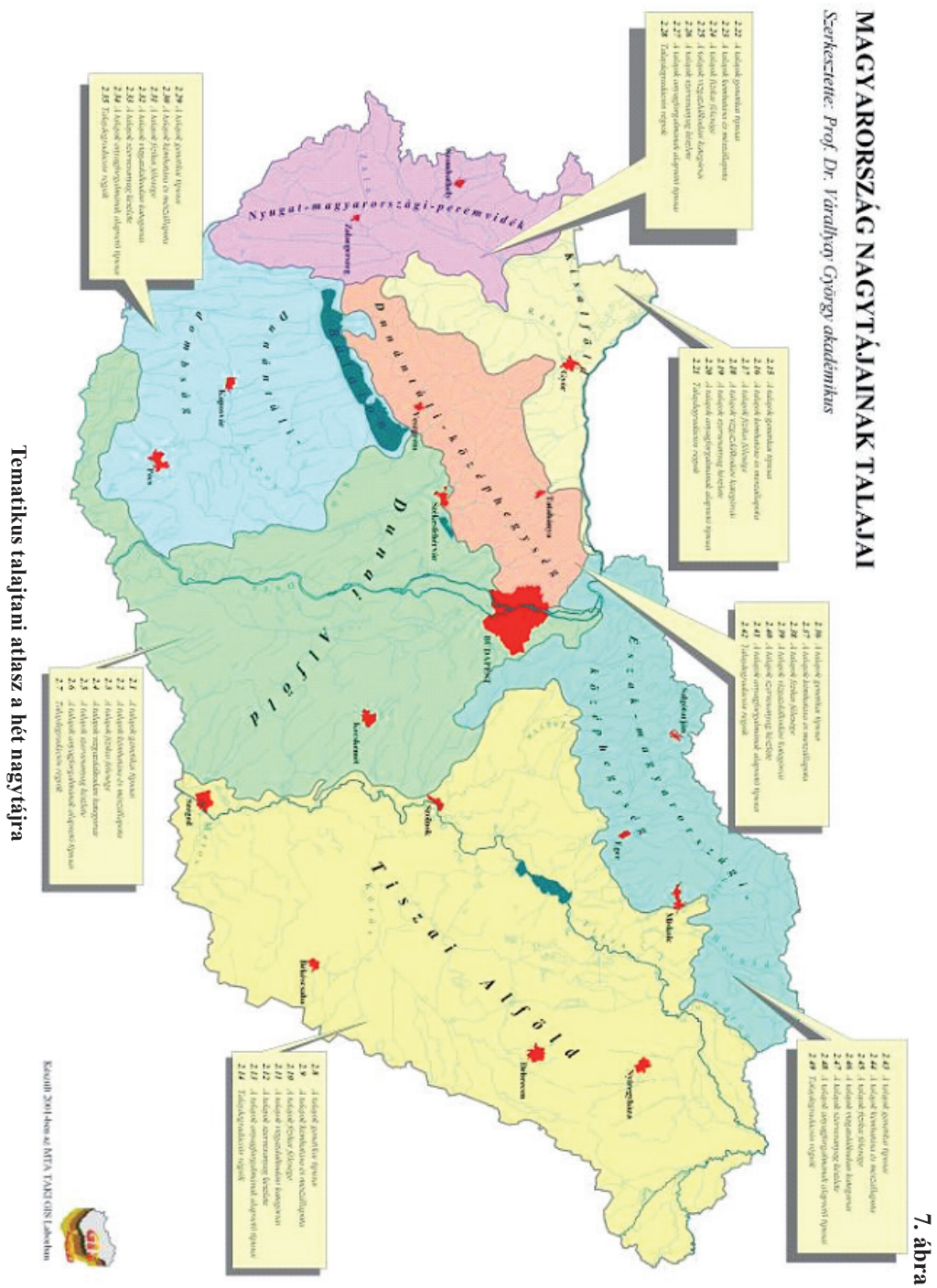
A Phare MERA talajdegradáció-térképezési projekt módszertana

GIS-alapú talajtani adatbázist, s megszerkesztettünk egy olyan *tematikus talajtani atlaszt*, amely hét tematikus térképen ábrázolja a legfontosabb talajtulajdonságokat (talajtípus; kémhatás és mészállapot; fizikai talajféleség; vízgazdálkodási kategóriák; szervesanyag-készlet; anyagforgalom alapvető típusai; talajdegradációs régiók) az ország hét nagytáján (Dunai Alföld; Tiszai Alföld; Kisalföld; Nyugat-magyarországi-peremvidék; Dunántúli-dombság; Dunántúli-középhegység; Északi-középhegység). Az atlasz tartalmát szemlélteti a 7. ábrán bemutatott térképvázlat.

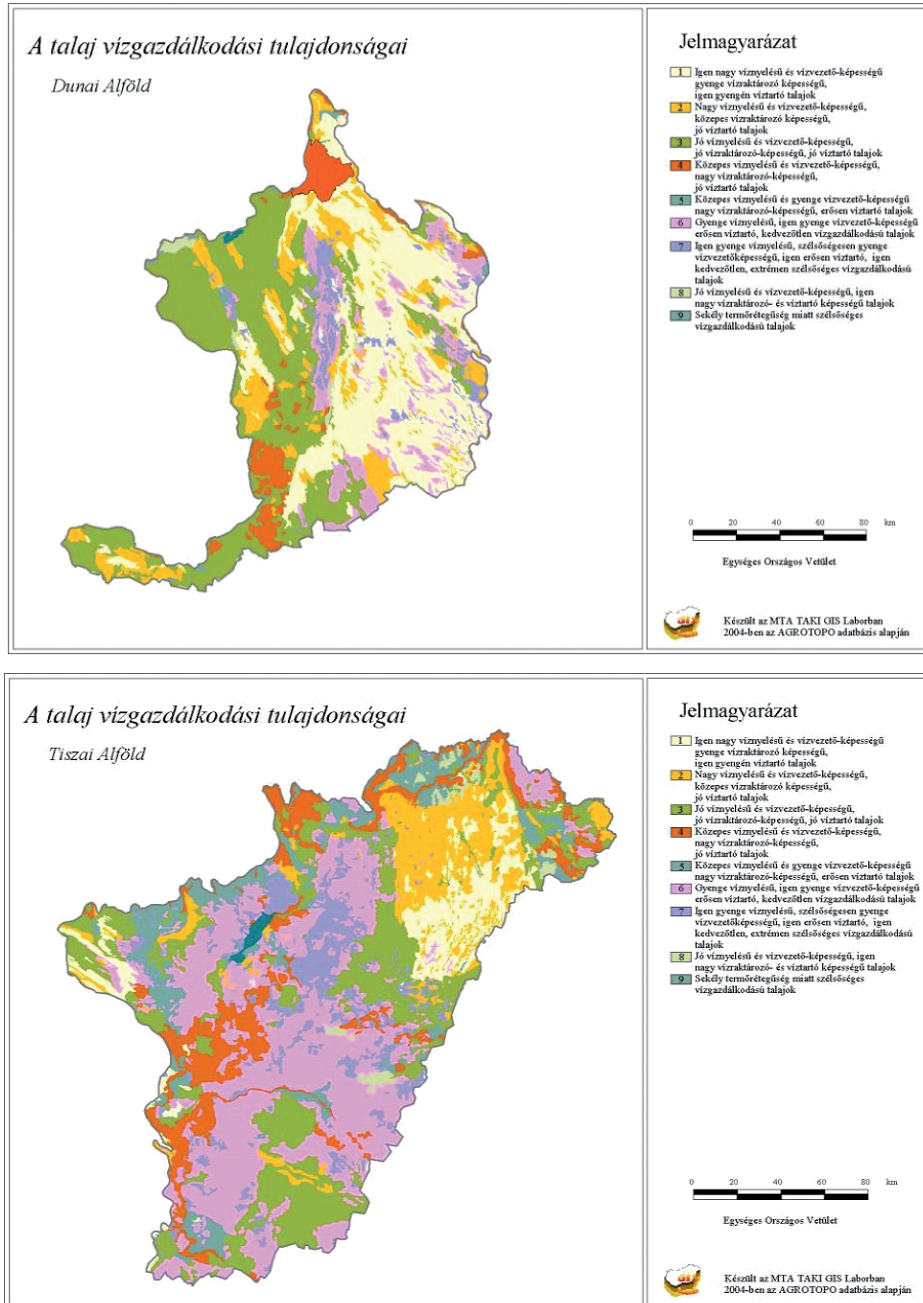
A gazdag tartalomból – példaillusztrációként – az agroökológiai potenciál és a vízgazdálkodás szempontjából megkülönböztetett jelentőségű két nagytáj, a Dunai Alföld és a Tiszai Alföld talajainak vízgazdálkodási tulajdonságait bemutató térképeket közöljük a 8. ábrán (Várallyay, 2010).

(b) Módszert dolgoztunk ki a talaj környezeti érzékenységeinek jellemzésére (Várallyay, 2002). Megállapítottuk, hogy a talajnak (illetve a területnek) nincsen általános *környezeti érzékenysége*, hanem ez mindig egy-egy *adott* stresszhatással, „fenyegetettséggel” szembeni *érzékenységet*, *sérülékenységet*, *tűrőképességet*, *terhelhetőséget*, illetve regenerálódó képességet kifejező *specifikus tulajdonság*. Az ezt szem előtt tévesztő, megalapozatlan általánosítás súlyos következményekhez vezet(het)! Ez viszont azt jelenti, hogy a talaj környezeti állapotának, s az abban bekövetkező változások jellemzésének és az erre épülő intézkedésrendszernek is „veszélyeztetettség-specifikusnak” kell lennie. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a talaj különböző hatásokkal szembeni érzékenysége később nem vonható össze, nem aggregálható, nem integrálható egy *általános* környezetvédelmi szempontú értékelési rendszerbe. Ennek azonban csak a

Szerkesztette: Prof. Dr. Váralhy György akadémikus



8. ábra



A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai a Dunai Alföld és Tiszaí Alföld nagytájakon

specifikus mozaikok ismeretében van racionalitása, ellenkező esetben ugyanis nem ad lehetőséget a specifikus környezeti érzékenységek „kezelésére”, csökkentésére, illetve az ezeket célzó – szükségszerűen szintén specifikus – beavatkozások, intézkedések rendszerének tudományosan megalapozott kidolgozására.

Mindezek figyelembevételével szerkesztettük meg a talajok

- víz- és szélerozióval;
- savasodással;
- szikesedéssel;
- szerkezetleromlással és tömörödéssel;
- nitrát-bemosódással

szembeni érzékenységét, sérülékenységét ábrázoló térképsorozat (Várallyay, 1989, 2004a).

A különböző talajdegradációs folyamatokkal szembeni érzékenység megállapításánál és értékelésénél az adott folyamatot meghatározó, befolyásoló és módosító tényezőket, valamint azok kölcsönhatásait elemeztük és vettük figyelembe, valamennyi ez irányú hozzáférhető adat felhasználásával. A térképeken feltüntetett érzékenységi kategóriákat igyekeztünk határértékekkel kvantifikálni, bár arra nem minden esetben volt lehetőség.

A térképsorozatból – ismét csupán illusztrációképpen – két vázlatos térképet mutatunk be a 9. és 10. ábrán a talajok savanyodással, illetve szerkezetleromlással és tömörödéssel szembeni érzékenysége vonatkozásán.

(c) Részletes elemzéseket végeztünk arra vonatkozóan, hogy a négy plauzibilis alap klímaszcenário-variáns (hideg–száraz, hideg–nedves, meleg–száraz, meleg–nedves) bekövetkezése milyen várható hatást gyakorol a fontosabb talajdegradációs folyamatokra. Vizsgálataink eredményeit a 11. ábrán összegeztük, amelyen feltüntettük a degradációs folyamatokat kiváltó fő természeti okokat, illetve legfontosabb emberi beavatkozásokat is (Várallyay – Farkas, 2008; Várallyay, 2002, 2005).

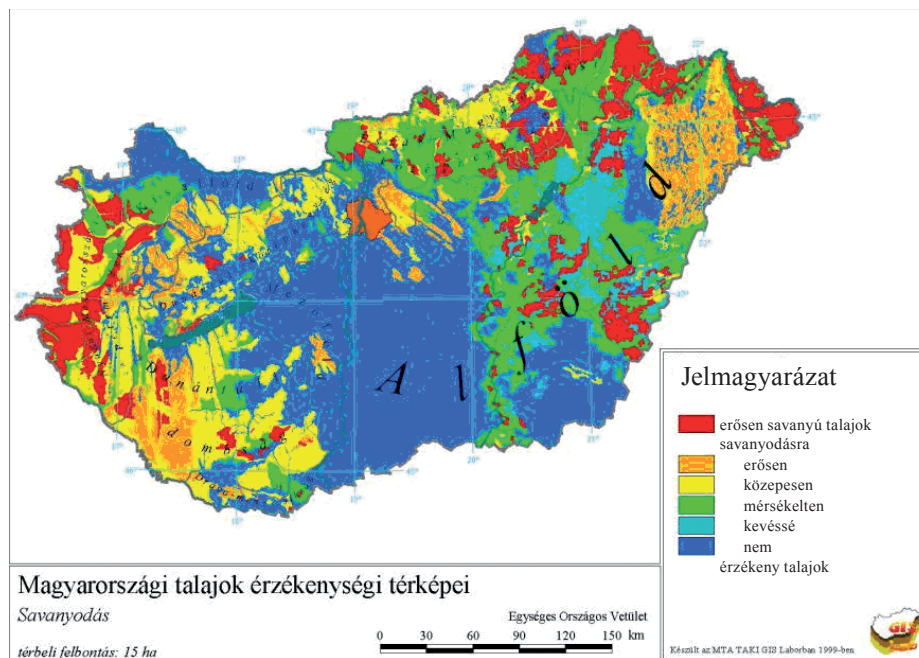
A 11. ábrán összefoglalt hatások csupán becslésszerű, meglehetősen bizonytalan prognózisok. Azok pontosítása és lehetőség szerinti kvantifikálása, valamint a gyakran

ellentétes irányú elsődleges és másodlagos hatások elemzése további kutatási feladat. Csak két példát említünk meg ennek alátámasztására. A globális klímaváltozások prognózisában leggyakrabban előforduló melegedés/szárazodás szcenárió például egyrészt növeli a *sófelhalmozódás és szikesedés* veszélyét, hisz a fokozott párolgás az oldható mállástermékeket szállító és felhalmozó talajoldat fokozott betöményedésének és a sófelhalmozódási folyamatoknak kedvez, amelyet egyre csökkenő mértékben ellensúlyoz vagy mérsékel a kilúgzás. Ugyanakkor azonban a növekvő párolgás következtében süllyed(het) a talajvízszint, s ahol a szikesítő sók fő forrását a felszín közeli, vagy időszakosan felszín közelbe emelkedő talajvíz jelenti (mint például a Kárpát-medence rossz természetes drénviszonyokkal rendelkező alföldjein, így a Magyar Alföldön), ott a talajvízből történő kapilláris transzport sóutánpótlódásának megszűnése vagy radikális csökkenése miatt akár „sziktelenedési” folyamat is bekövetkezhet. Vagy egy másik példa: A fokozódó szárazodás és a kevesebb csapadék csökkenti a víz okozta *talajerózió* veszélyét (ugyanakkor természetesen növeli a szél okozta talajerózió kockázatát). A kevesebb csapadék ugyanakkor korlátozza a növény vízfelvételét, csökkent(het)i egy adott növényállomány vízellátását, fejlődését, talajt borító zártságát, következésképpen annak felszíni lefolyást és talajeróziót megakadályozó vagy mérséklő hatását, s így a kevesebb csapadék is növelheti az eróziós károk mértékét, különösen ha a csapadék hirtelen záporok formájában hull (zúdul) le.

A SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK ÉS A TALAJ, MINT HATALMAS TERMÉSZETES VÍZTÁROZÓ

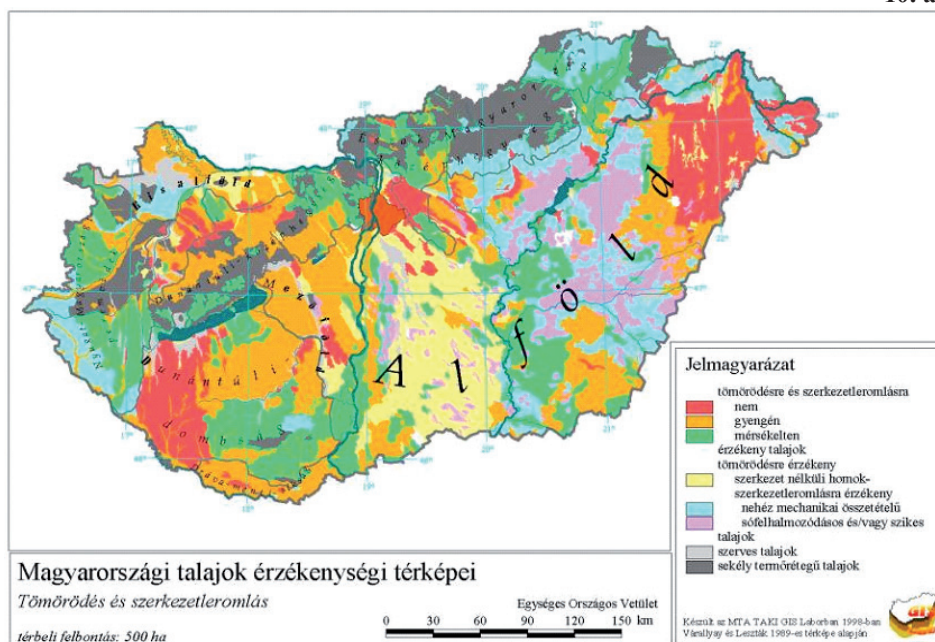
A Föld korlátozott édesvízkészletei egyre keresettebb hiánycikké, stratégiai tényezővé, gyakran nemzetközi konfliktusok forrásává válnak, hisz a korlátozott vízkészletekből

9. ábra



Magyarországi talajok savanyodással szembeni érzékenysége

10. ábra



Magyarországi talajok tömörődéssel és szerkezetleromlással szembeni érzékenysége

11. ábra

Talajdegradációs folyamatok	Jel	Éghajlati scenáriók				Okozó tényezők	
		Hideg + száraz	Hideg + nedves	Meleg + száraz	Meleg + nedves	Természeti okok	Emberi beavatkozások
Víz okozta talajerózió	E	4	1	4	1	1, 2, 3	9, 10, 11, 14
Szél okozta talajerózió	D	3	4	2	4	3	9, 10, 11, 14
Talajsavanyodás	S	3	1	4	1	2, 4	12, 15
Szikesedés	Sz	3	4	1	4	5, 6, 8	13
Fizikai degradáció	F	3	2	2	1	–	10, 14
Szélsőséges vízháztartás, belvízvesztés	V	4	1	4	2	5, 6, 7	11, 13, 14
Biológiai degradáció	B	3	2	2	1	–	11, 16
Kedvezőtlen tápanyagforgalom	A	3	2	2	1	(2, 6)	12
Talajszennyeződés (toxicitás)	T	4	3	3	4	–	16

Okozó tényezők

Természeti okok:

1. Tagolt domborzat
2. Talajképző kőzet
3. Tartós növénytakaró hiánya
4. Avarlebotlás
5. Mélyfekvésű terület
6. Rossz drénviszonyok
7. Magas talajvízszint (nem sós)
8. Magas talajvízszint (sós)

Emberi beavatkozások:

9. Erdőirtás
10. Túlleltetés
11. Irracionális földhasználat
12. Irracionális trágyázás
13. Nem megfelelő öntözés
14. Nem megfelelő talajművelés
15. Savas ülepedés
16. Kémiai talajszennyezés

1 erős

2 közepes

3 gyenge

4 nincs, vagy elhanyagolható

Főbb klímascenáriók hatása a talajdegradációs folyamatokra

egyre nagyobb és sokoldalúbb igényeket kell(ene) kielégíteni (Somlyódy, 2002).

Magyarország természeti adottságai között is nagy biztonsággal előre jelezhető, hogy az életminőség javítását célzó társadalmi fejlődésnek, a multifunkcionális mezőgazdaság- és vidékfejlesztésnek és a környezetvédelemnek egyaránt a víz lesz egyik meghatározó tényezője, a vízfelhasználás hatékonyságának növelése pedig megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata (Somlyódy, 2002; Várallyay, 2004).

Korlátozott vízkészletek

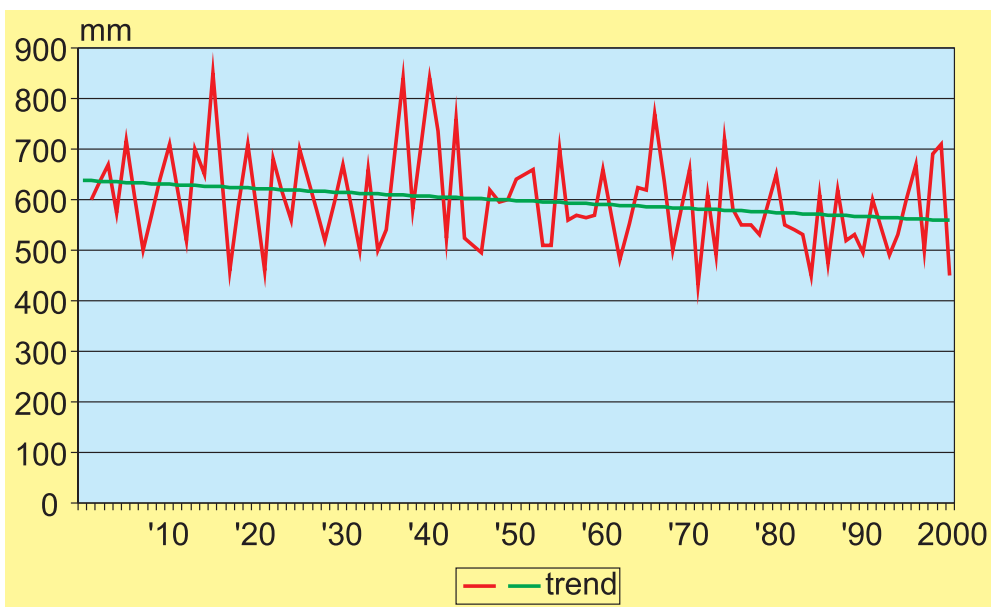
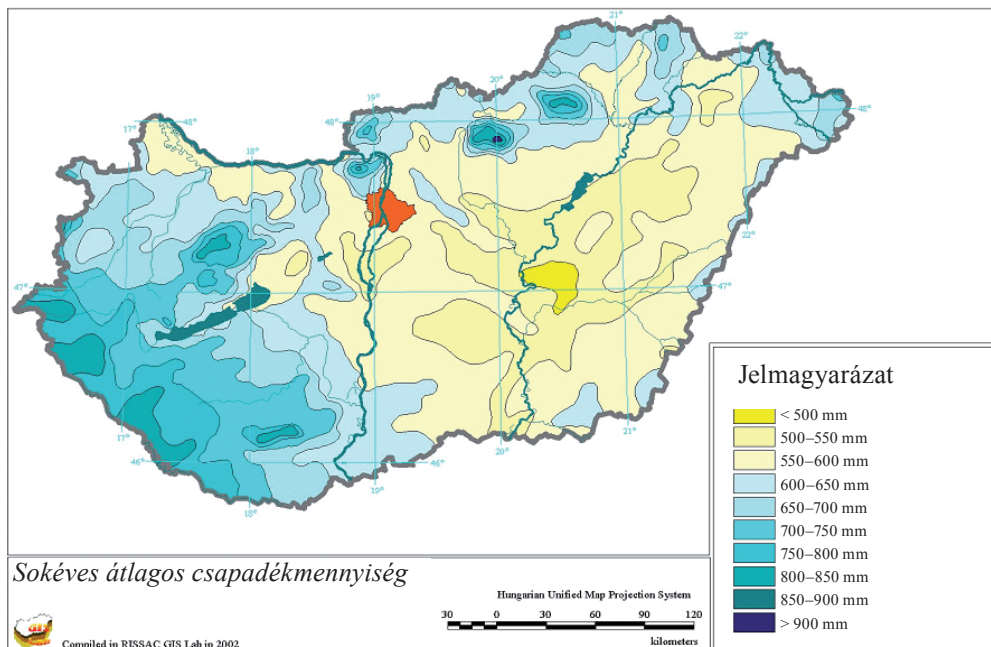
A lehulló csapadék a jövőben sem lesz több (sőt a prognosztizált globális felmelegedés következtében esetleg kevesebb), mint jelenleg, s nem fog csökkenni annak tér- és időbeni változékonysága sem. Mégpedig Magyarországon elsősorban éppen ennek van megkülönböztetett jelentősége. Jól mu-

tatja ezt a 12. ábra, amelyen a sokéves átlagos csapadékmennyiség területi megoszlását, illetve az évi átlagos csapadékmennyiség utolsó évszázadban történő ingadozását tüntettük fel (Varga-Haszonits et al., 2006; Várallyay, 2010).

Az ábrákon bemutatott átlagok elfedik az igazi problémát: a roppant nagy tér- és időbeni variabilitást, a szélsőséges éghajlamot, valamint a kiszámíthatatlan (így nehezen modellezhető, nehezen előre jelezhető) szezonális ingadozást. Az években belüli havi, a hónapokon belüli napi, sőt a napokon belüli még rövidebb időszakra vonatkozó megoszlás ugyanis gyakran ugyanilyen „oszcilláló” ingadozásokat mutat (Várallyay, 2010; Varga-Haszonits et al., 2006).

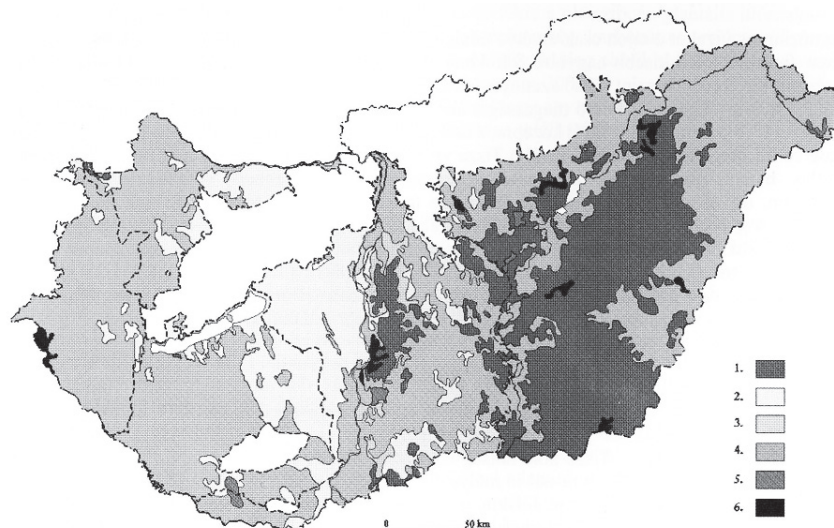
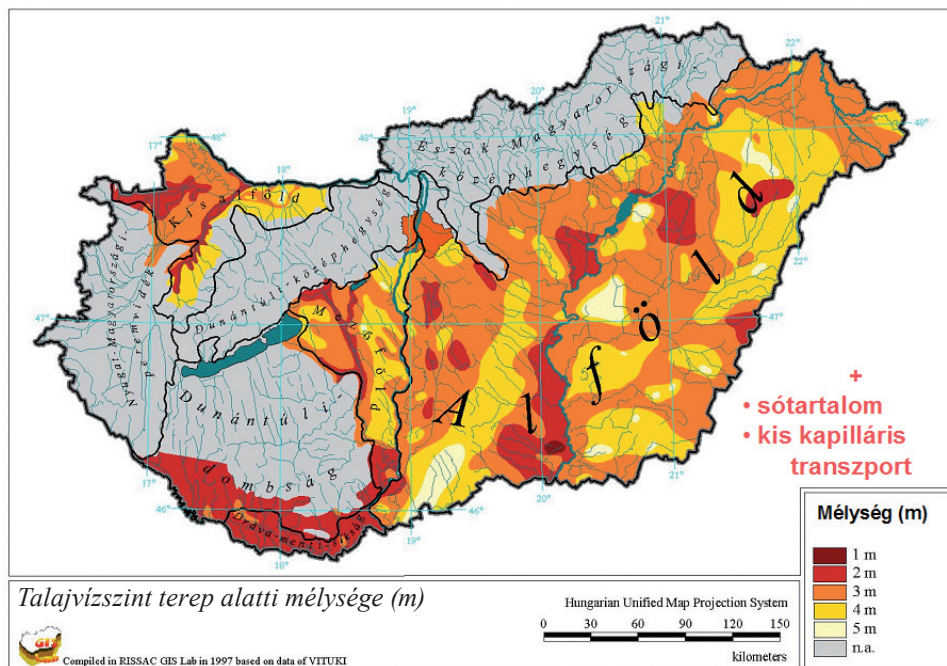
A bizonytalan csapadékviszonyok mellett (miatt) nem lehet számítani a 85–90%-ban szomszédos országokból érkező felszíni vizeink mennyiségének növekedésére sem, külö-

12. ábra



Sokéves átlagos csapadékmennyiség (fent), és éves csapadékösszegek Magyarországon (lent)

13. ábra



4. ábra. A talajvíz kémiai típusai kationok szerint
Jelmagyarázat: 1. nátriumos (Na), 2. magnéziumos (Mg), 3. magnéziumos-kalciumos (Mg-Ca), 4. kalciumos (Ca),
5. kalciumos-nátriumos (Ca-Na), 6. vegyes (Ca-Mg-Na)
Fig. 4. Chemical type of the groundwater by cations

Talajvízszint terep alatti mélysége (fent), és a talajvíz kémiai típusai kationok szerint (lent)

nösen nem a kritikus „kisvízi” időszakokban (Somlyódy, 2002).

Felszín alatti vízkészleteink ugyancsak nem termelhetők ki korlátlanul súlyos környezeti következmények nélkül, mint erre az utóbbi években a már-már katasztrofális következményekkel járó és „sivatagosodási tüneteket” okozó Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedés hívta fel a figyelmet (Pálfi, 2005). Nem is beszélve arról, hogy a hidro(geo)lógiailag zárt Kárpát-medence alföldjei alatt – azok negatív vízmérlege (Cs<P) miatt – az anyagfelhalmozódási folyamatok dominálnak, emiatt a talajvizek nagy sótartalmúak és kedvezőtlen ion-összetételűek (13. ábra), ami felhasználhatóságukat – példamutatón szigorú vízminőség-normáink miatt – nagyon leszűkíti (Várallyay, 2010; Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989).

A társadalom egyre sokoldalúbbá váló növekvő vízigényének kielégítését tehát korlátozott és szeszélyes eloszlású vízkészletekből kell megoldani. Ez csak a *vízfelhasználás hatásfokának növelésével* képzelhető el és valósítható meg, amelynek egyik nélkülözhetetlen eleme a *talaj vízháztartásának*, nedvességforgalmának hatékony szabályozása (Pálfi, 2005; Várallyay, 2004, 2007), ami Magyarországon a fenntartható fejlődés egyik kulcskérdése.

Szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek

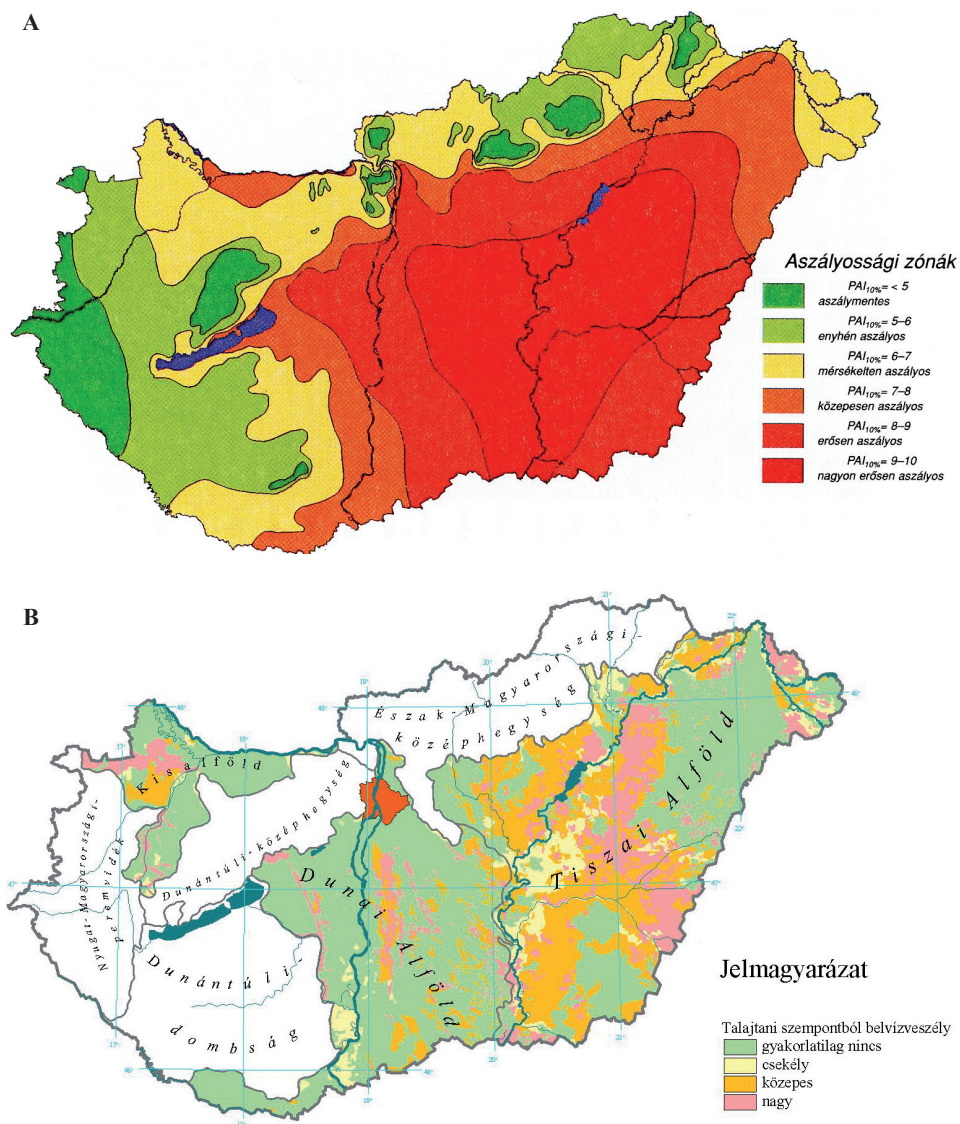
A *klimaváltozás-prognózisok* egybehangzó megállapítása szerint pedig a szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek bekövetkezésének valószínűsége, gyakorisága, tartama és súlyossága egyaránt növekedni fog, s fokozódnak kedvezőtlen, káros, bizonyos esetekben katasztrofális gazdasági, környezeti, ökológiai, sőt szociális következményei is.

Az utóbbi évek fájdalmasan igazolták a prognózist. Az időjárás, elsősorban a csapadékviszonyok tér- és időbeni változatossága, kiszámíthatatlan szeszélyessége és szélsősége tovább fokozódott. Nem is beszélve az utóbbi években egyre gyakoribbá váló és

egyre nagyobb, gyakran katasztrofális károkat okozó nagyintenzitású záporokról, zivatarokról, viharokról, „eső-függönyökről”, „eső-bombákról”, amelyek során néhány perc, óra, nap alatt zúdul le egy- vagy többhavi csapadékmennyiség, mégpedig egészen rapszodikus területi eloszlásban, foltosan, sávosan, mozaikszerűen. Természetes, hogy ilyen intenzitású csapadéknak (vagy egy hirtelen elolvadó hó olvadákvizének) csak kis hányada képes a talajba szivárogni, nagy része viszont elfolyik a felszínen, s okoz belvizeket, árvizeket, vagy a lejtős felszínekről lezúdulva talajeróziós veszteségeket, sárlavinákat, földcsuszamlásokat; a völgytalpi felhalmozódási területeken pedig feliszapolódási károkat, infrastruktúrát, településeket és létesítményeket vagy ültetvényeket és mezőgazdasági kultúrákat elfedő iszapborítást, csatornafeltöltődést, belvívelöntéseket. Az így lehulló csapadék jelentős része válik az elfolyás, lefolyás, elvezetés, párolgás áldozatává. A csapadékos periódust követő száraz időszakban azután természetesen hiányzik ez a vízmennyiség, s a talajba beszivárgó és ott hasznosan tározódó csekély készlet csak rövid csapadékmentes időszakra képes a növény zavartalan vízellátását biztosítani, megjelenik a szárazság, súlyosabb esetben az aszály, gyakran szintén súlyos károkat okozva. Így adódik aztán gyakran (a lehullott csapadék *összmennyisége* által indokoltan) lényegesen többször és nagyobb mértékben) zavar a növények vízellátásában, s van vagy lenne szükség a hiányzó víz pótlására, illetve a káros víztöbblet eltávolítására. Mégpedig gyakran ugyanabban az évben, ugyanazon a területen. Jól mutatja ezt a 14. ábrán bemutatott „aszályérzékenység térkép” és „belvíz-veszélyeztetettség térkép” kritikus térségeinek területi egybeesése (Várallyay, 2010a; Varga-Haszonits et al., 2006).

A *szélsőséges vízháztartási helyzetek* (vízfelesleg: árvíz, belvíz, túlnedvesedés; vízhiány: aszály) fő okai a légköri csapadék nagy és szeszélyes tér- és időbeni variabilitásán, szélsőségeségén túlmenően az eső:hó arány és a hóolvadás körülményei; a válto-

14. ábra



Szélsőséges vízháztartási helyzetek Magyarországon.

A. Aszályérzékenység térkép

B. Belvíz-veszélyeztetettség térkép

zatos makro-, mezo- és mikrodomborzat; a talajviszonyok; a növényzet; és a nem megfelelő talajhasználat. Következmenyei pedig vízveszteség (felszíni lefolyás, párolgás, mélybe szivárgás), talajveszteség (szerves anyag, növényi tápanyagok); bióta-károsodás és biodiverzitás-csökkenés; növénypusztulás vagy károsodás, termésveszteség (mennyiség, minőség); energiaveszteség (Várallyay, 1985, 2010a).

A talaj mint hatalmas potenciális természetes víztározó

Magyarország természeti adottságai között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy *a talaj az ország legnagyobb potenciális természetes víztározója*. 0–100 cm-es rétegének pórusterébe *elvéleg* a lehulló átlagos csapadékmennyiség közel kétharmada egyszerre beférne, mint ezt a talaj vízgazdálkodásának korszerű jellemzésére kidolgozott helyszíni felvételezési–vizsgálati–térképezési–adatértékelési–monitoring rendszerünk adatbázisa alapján megállapítottuk (Várallyay, 2005a, 2007). Hogy e kedvező adottság ellenére az ország (első-sorban az Alföld) talajaira mégis az előbbieken bemutatott *szélsőségesség*, illetve az arra való hajlam a jellemző, annak az az oka, hogy talajaink 43%-a különböző okok miatt kedvezőtlen, 26%-a közepes, s csak (?) 31%-a jó vízgazdálkodású (Várallyay, 2004, 2010). A 15. ábrán egyrészt a hazai talajok legfontosabb fizikai–vígazdálkodási tulajdonságaira (fizikai talajféleség; vízbefogadó és víztartó képesség, teljes és szabadföldi vízkapacitás, holtvíztartalom, hasznosítható vízkészlet; víznyelő képesség; hidraulikus vezetőképesség) vonatkozó kategóriarendszer térképét; másrészt a jó, közepes és kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok megoszlását mutatjuk be, mégpedig azok okainak feltüntetésével (Várallyay *et al.*, 1980b; Várallyay, 2007).

A nagy tározótér – szélsőséges vízháztartás ellentmondás alapvető oka, hogy a talaj potenciális nedvességtározó terének *hasznos*

kihasználását igen nagy területen korlátozzák az alábbi tényezők (Várallyay, 2005a, 2008):

(A) A talaj felszínére jutó víz talajba szivárgását akadályozó tényezők

(a) a víz tárolására egyébként alkalmas pórustér vízzel telítettsége („tele palack effektus”), amit egy előző vízforrás (légtörői csapadék, hóolvadék, felszínen odafolyó víz, megemelkedő szintű talajvíz, öntözővíz) előzetesen már feltöltött;

(b) a felszíni talajréteg fagyott volta („befagyott palack effektus”), pl. olyan esetben, mikor a hó fagyott talaj felszínére hull, majd gyors olvadását követően az olvadék víz nem tud a fagyott (s így vízátnemeresztő) felszíni talajba szivárogni;

(c) kis vízáteresztő képességű réteg a talaj felszínén vagy felszínközéiben („ledugaszolt palack effektus”); lásd 15. ábra.

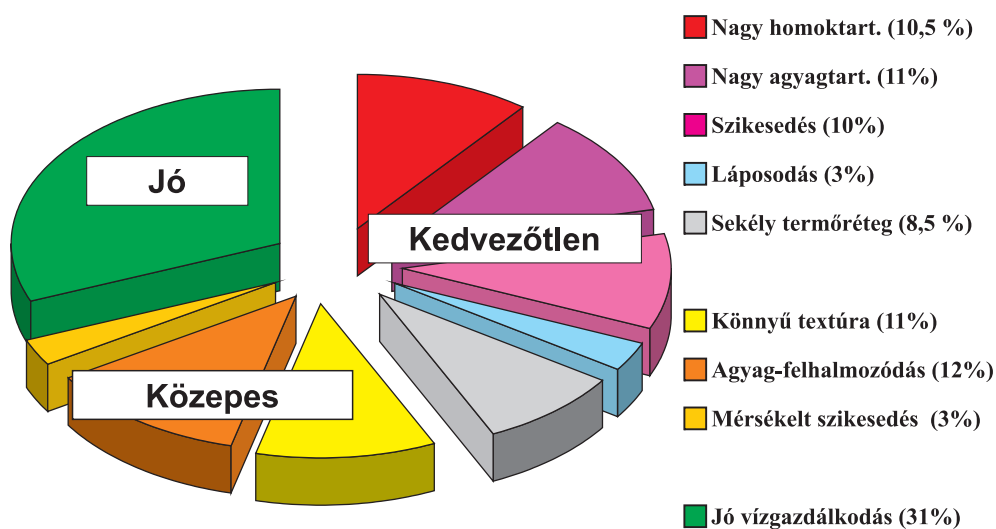
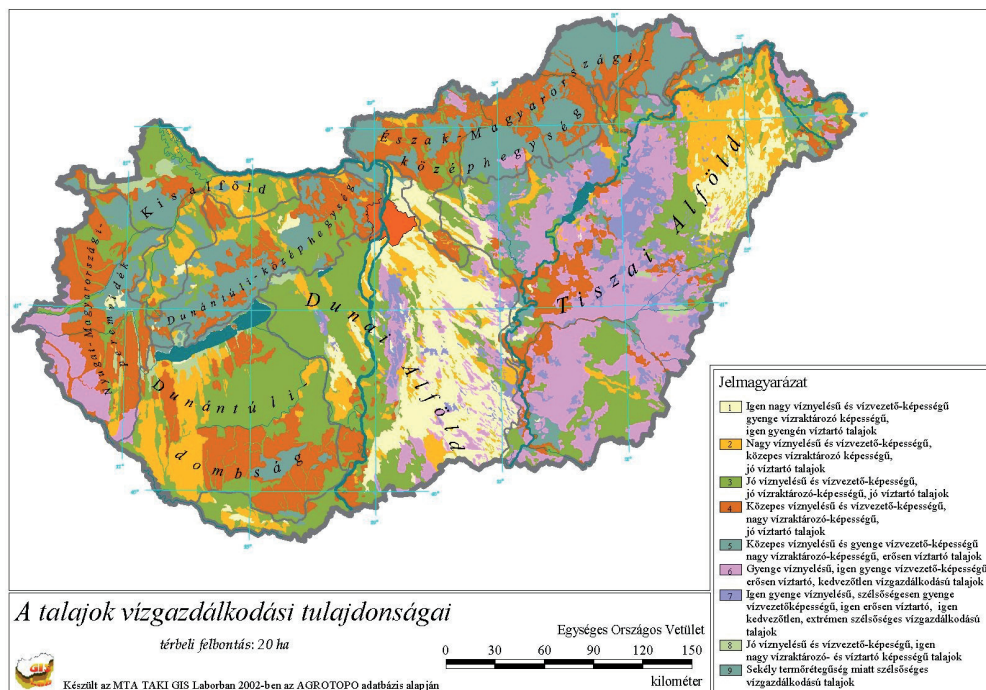
Ilyen területeken a talaj még a hosszabb-rövidebb belvízborítás alatt sem ázik be mélyen, nem „használja ki” víztároló kapacitását, növekszenek a felszíni lefolyási és párolgási veszteségek. Ezért fordul elő azután egyre gyakrabban az a helyzet, hogy a belvizek természetes eltűnése vagy mesterséges eltüntetése után az aszályos nyári időszakban ugyanazokon a területeken komoly aszálykárak jelentkeznek, ami sajnos jellemzője az ország alföldi területeinek.

(B) A talajba szivárgott víz hasznos (növények számára felvehető formában történő) tározását korlátozó kis víztartó képesség (homoktalajok: „lyukas palack effektus”) vagy nagy holtvíztartalom (agyagtalajok): kis hasznosítható vízkészlet → aszályérzékenység.

A talaj vízkészletének növények általi hasznosíthatóságát korlátozó tényezőket foglaltuk össze a 16. ábrán (Várallyay, 2004).

Vizsgálatokat folytattunk arra vonatkozóan is, hogy a négy alap klímaváltozás milyen várható hatással lesz a talaj nedvességforgalmára. Ez irányú – egyelőre kvalitatív becslés jellegű – elemzési eredményeinket foglaltuk össze a 17. ábrán (Várallyay, 2002; Várallyay – Farkas, 2008).

15. ábra

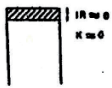


Magyarországi talajok vízgazdálkodása és annak okai

16. ábra

1. Lassú (gátolt) talajba szivárgás

A) Vizátnemeresztő réteg (kéreg) a talaj felszínén



- sókkal összecementált kéreg (nátriumsók, gipsz, mész)
- helytelen agrotechnikával összetömörített réteg
 - túlművelés, nehéz erőgépek
 - helytelen öntözés

B) Sekély beázási réteg (kis vízraktározó képesség)

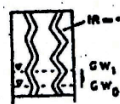


- szilárd kőzet
- tömör „padok” (vaskőfok), orstein mészkőfok, összecementált kavics stb.)
- kicserélhető Na^+ , agyag, CaCO_3 vagy más anyagok által összecementált réteg
- helytelen művelés következtében kialakuló réteg („eketalp-réteg”)

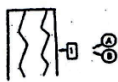
⇒ Szélsőséges vízgazdálkodás

túlnedvesedés, aerációs problémák
belvízvesztés
felszíni lefolyás, vízeróziós károk
aszály- (szárazság) érzékenység

2. Repedezés (duzzadás-zsugorodás)

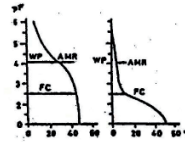


- Száraz állapotban (zsugorodás, repedezés)
- szivárgási veszteségek
 - emelkedő talajvízszint
 - túlbő nedvességviszonyok (túltelítődés, belvízvesztés)
 - a talajvízből történő másodlagos sófelhalmozódás, szikesedés (pangó, sós talajvíz esetén)
 - párolgási veszteségek (mélyebb rétegek kiszáradása)

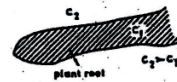


- Nedves állapotban (duzzadás)
- nagy agyagtartalom
 - táguló rétegrácsú (duzzadó) agyagásványok nagy mennyisége
 - nagy Na^+ -telítettség (kicserélhető Na^+ -tartalom)

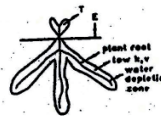
3. Kis hasznosítható vízkészlet

1. Kis hasznosítható vízkészlet ($DV = VK + HV$)

- nagy agyagtartalom
- elemi szemcsék erős diszpergálódása
- erős lúgosság, nagy Na^+ -tartalom
- rossz talajszerkezet
- igen kis agyagtartalom

2. Kis hasznosítható vízkészlet (a nagy ozmózispotenciál, Ψ miatt)

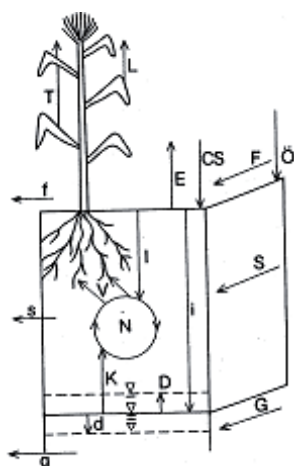
- nagy sótartalom $\Psi_s = 0,32 (0,8 + 0,109 C_1)^{1,03}$
 $C_1 = \text{Cl}^-$ konc., me/liter

3. Kis transzportoefficiensek (k, D)hervadás: $V < ET$

- kis nedvességtartalom
- nagy víztartó képesség
- erős lúgosság, nagy Na^+ -tartalom
- rossz talajszerkezet

A növény vízellátását korlátozó talajtani tényezők

**A talaj nedvességforgalmának tényezői
és a feltételezett globális klímaváltozás-helyzet hatása
a talaj vízháztartására**



Tényezők:

$CS+Ö$ = a talaj felszínére jutó csapadék- és öntözővíz,
 F = felszíni odafolyás,
 S = háromfázisú zónában végbemenő odaszivárgás,
 G = horizontális talajvíz odaszivárgás,
 L = közvetlen párolgás a növény felületéről (intercepció),
 T = a növény párologtatása (transzspiráció),
 E = közvetlen párolgás a talaj felszínéről (evaporáció),
 f = felszíni elfolyás,
 s = a háromfázisú zónában végbemenő elszivárgás,
 g = horizontális talajvíz elszivárgása,
 I = a talajba beszivárgó víz mennyisége,
 K = a talajvízből történő felfelé irányuló kapilláris vízmozgással a talajvízszint feletti rétegekbe jutó víz mennyisége,
 i = a talajba beszivárgó víz talajvízbe jutó és azt tápláló hányada,
 v = a növény vízfelvétele, közvetve csökkenti,
 d = a talajvízszint süllyedése (a K csökkentésén keresztül).

Tényező	Hideg és nedves	Hideg és száraz	Meleg és nedves	Meleg és száraz
	éghajlati változat (szcenárió)			
CS	N	CS	N	CS
F, f	N	CS	N	CS
S, s	-	-	-	-
G, g	n	cs	n	CS
I	N	cs	N	CS
i	n	CS	(n)	CS
N	n	cs	(N)	CS
E	CS	E	E	N
T	CS	E	n	N
D	n	-	(N)	-
d	-	n	-	N

A tényezőkben bekövetkező változás:

N = erős növekedés; n = gyenge növekedés; E = egyensúly; CS = erős csökkenés; cs = gyenge csökkenés

A talaj kedvező környezeti állapotának fenntartása, megóvása, vagy éppen kialakítása érdekében is mindent meg kell tenni azért, hogy a talaj felszínére jutó víz minél nagyobb hányada szivárogjon be a talajba, s tározzódjon ott, növények számára hasznosítható formában. Erre megfelelő talajhasználati és agrotechnikai módszerek állnak rendelkezésre, csak az adott körülményekhez kell azokat – termőhely-specifikusan – adaptálni és végrehajtani. Ezek az intézkedések – a ta-

laj potenciális vízraktározó képességének minél teljesebb körű kihasználásával – egyaránt csökkentik az aszályérzékenység és a belvízvesztély kockázatát, mérséklük azok kedvezőtlen gazdasági, környezeti, társadalmi hatásait, káros következményeit is.

A talaj vízháztartás-szabályozása tehát egyaránt nélkülözhetetlen eleme a fenntartható talajhasználatnak, a korszerű vízkészlet-gazdálkodásnak, az eredményes környezetvédelemnek, sőt a vidékfejlesztésnek is.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) BIRKÁS M. – GYURICZA Cs. (szerk.) (2004): Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség. SzIE MKK, Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft., Gödöllő (2) CSETE L. – VÁRALLYAY Gy. (szerk.) (2004): Agroökológia (Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei). „AGRO-21” Füzetek, 37. sz. (3) HARNOS Zs. – CSETE L. (szerk.) (2008): Klímaváltozás: környezet–kockázat–társadalom. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest (4) LÁNG I. – CSETE L. – HARNOS Zs. (1983): A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (5) LÁNG I. – CSETE L. – JOLÁNKAI M. (szerk.) (2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest (6) Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest (7) NÉMETH T. – STEFANOVITS P. – VÁRALLYAY Gy. (2005): Országos Talajvédelmi Stratégia tudományos háttere. Tájékoztató: Talajvédelem. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest (8) OLDEMAN, L. R. – HAKELING, R. T. A. – SOMBROEK, W. G. (1990): World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation (GLASOD). ISRIC–UNEP, Wageningen (9) PÁLFAI I. (2005): Belvizek és aszályok Magyarországon (Hidrológiai tanulmányok). Közlekedési Dokum. Kft., Budapest (10) SOMLYÓDY L. (2002): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest (11) STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. Mezőgazd. Kiadó, Budapest (12) SZABOLCS I. – VÁRALLYAY Gy. (1978): A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. Agrokémia és Talajtan, 27. 181–202. pp. (13) SZABÓ J. ET AL. (1998): Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping. Agrokémia és Talajtan, 47. 63–75. pp. (14) VÁRALLYAY Gy. (1985): Magyarország talajainak vízháztartási és anyagforgalmi típusai. Agrokémia és Talajtan, 34. 267–298. pp. (15) VÁRALLYAY Gy. (1988): Talaj, mint a biomassza-termelés aszályérzékenységének tényezője. Vízügyi Közlemények, 70. (3) 46–68. pp. (16) VÁRALLYAY Gy. (1989): Soil degradation processes and their control in Hungary. Land Degradation and Rehabilitation, 1. 171–188. pp. (17) VÁRALLYAY Gy. (2002a): Climate change and soil processes. Időjárás, 106. (3–4) 113–121. pp. (18) VÁRALLYAY Gy. (2002b): A talaj multifunkcionalitásának szerepe a jövő fenntartható mezőgazdaságában. Acta Agron. (50 éves jubileumi különszám), 13–25. pp. (19) VÁRALLYAY Gy. (2002c): A talajok környezeti érzékenységének értékelése. Agrártudományi Közlemények, Debreceni Egyetem, 9. 62–74. pp. (20) VÁRALLYAY Gy. (2003): A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai. Egyetemi jegyzet. FVM Vízgazd. Osztály, Budapest–Gödöllő (21) VÁRALLYAY Gy. (2004a): Talaj az agro-ökoszisztémák alap-eleme. „AGRO-21” Füzetek, 37. 33–49. pp. (22) VÁRALLYAY Gy. (2004b): A talaj vízgazdálkodásának agroökológiai vonatkozásai. „AGRO-21” Füzetek, 37. 50–70. pp. (23) VÁRALLYAY Gy. (2005): Klímaváltozások lehetséges talajtani hatásai a Kisalföldön. „AGRO-21” Füzetek, 43. 11–23. pp. (24) VÁRALLYAY Gy. (2005a): Magyarország talajainak vízraktározó képessége. Agrokémia és Talajtan, 54. 5–24. pp. (25) VÁRALLYAY Gy. (2006): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. Agrokémia és Talajtan, 55. 9–18. pp. (26) VÁRALLYAY Gy. (2007): A talaj, mint legnagyobb potenciális természetes víztározó. Hidrológiai Közlöny, 87. (5) 33–36. pp. (27) VÁRALLYAY Gy. (2008): A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. „KLÍMA-21” Füzetek, 52. 57–72. pp. (28) VÁRALLYAY Gy. (2008b): Talajvédelmi Stratégia az Európai Unióban és Magyarországon. In: MTA Agrártud. Oszt. 2007. évi tájékoztatója. MTA, Budapest, 168–173. pp. (29) VÁRALLYAY Gy. (2010): A talaj, mint víztározó; talajszárazodás. „KLÍMA-21” Füzetek, 59. 3–25. pp. (30) VÁRALLYAY Gy. (2010a): Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek, mint környezetvédelmi problémák a Kárpát-medencében. In: Szabó B. – Tóth Cs. (szerk.): VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, 2010. április 22–24. Bessenyei György

Könyvkiadó, Nyíregyháza, 41–50. pp. (31) VÁRALLYAY GY. – FARKAS CS. (2008): A klímaváltozás várható hatásai Magyarország talajaira. In: Harnos Zs. – Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet–kockázat–társadalom. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 91–129. pp. (32) VÁRALLYAY GY. ET AL. (1979): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. I. Agrokémia és Talajtan, 28. 363–384. pp. (33) VÁRALLYAY GY. ET AL. (1980a): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. II. Agrokémia és Talajtan, 29. 35–76. pp. (34) VÁRALLYAY GY. ET AL. (1980b): Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. Agrokémia és Talajtan, 29. 77–112. pp. (35) VÁRALLYAY GY. ET AL. (2009): Magyarország talajainak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring rendszer (TIM) adatai alapján). Földművelésügyi Minisztérium Agrárkörnyezetvédelmi Főosztály, Budapest (36) VARGA-HASZONITS Z. ET AL. (2006): Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák. NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Matematika–Fizika Tanszék, Mosonmagyaróvár