
A talaj kettős funkciója: természeti erőforrás és termőhely

Várallyay György – Láng István

(A Debreceni Egyetem „Honoris Causa” cím átadása alkalmából
(Debrecen, 2000. május 2.) megtartott előadás)

ÖSSZEFOGLALÁS

Közleményünkben először a világréteget rajzoljuk fel, majd a hazai helyzetet jellemezzük. Utána pedig a hasznosítás helyzetével, problémáival foglalkozunk. Végül pedig előretekintünk: mi várható a következő egy-két évtizedben. Ezért elkerülhetetlen, hogy röviden és tömören, illetve bizonyos mértékig leegyszerűsítve mutassuk be a helyzetet, a folyamatokat és az összefüggéseket.

SUMMARY

First, we begin with a review of the global situation, followed by a description of that in Hungary itself. Next, we consider the conditions affecting soil utilization, and their relevant problems. Finally, we make a brief prediction of what can be expected in the coming two decades or so. For this latter reason, it is necessary to briefly illustrate the situation, processes and relationships.

A VILÁGKÉP

Ha egy közvéleménykutatás során megkérdezzük az embereket az **élet minőségének** kritériumait illetően, akkor emberi karakterüktől, a természeti és gazdasági viszonyoktól, társadalmi helyzetüktől, szociális körülményeiktől, hagyományaiktól függően nagyon különböző válaszokat kapunk. Valószínű azonban, hogy három tényező a válaszok mindegyikében előfordul:

- megfelelő mennyiségű egészséges élelmiszer;
- tiszta víz;
- kellemes környezet.

Mindhárom szoros kapcsolatban van a talajjal és talajhasználattal (Várallyay, 2000).

Ennek alapján fogalmaztuk meg 1997-ben „Föld Napj” üzenetünket: **„A termőföld megbecsülése, ésszerű és fenntartható használata, megóvása az életminőség javításának egyik feltétele, ami osztársadalmi érdek.”**

Talajkészleteink

A **talaj** a Föld legkülső szilárd kérge, amely a talajképződés tényezőinek (geológiai „alapanyag”, atmoszféra, élővilág, idő, emberi tevékenység) együttes hatására jön létre a litoszféra, atmoszféra, hidroszféra és a bioszféra kölcsönhatásának zónájában (1. ábra).

A talaj és a környezet többi eleme, az alapközet, a légkör, a víz, a biota és a növényzet sokoldalú összefüggésben hat egymásra, s ezek hatására válik a talaj sajátos **természeti erőforrássá**. A talaj, a talajhasználat, valamint a többi természeti erőforrás közti kölcsönhatásokat foglaltuk össze a 2. ábrán (Várallyay, 1997, 1998).

A Föld 510 millió km²-nyi felületének 29,2%-a (150 millió km²) szárazföld. Ennek túlnyomó részét (kivéve a csupasz kőzetfelszíneket és jégmezőket) talajok borítják. A talajok elhelyezkedése egyrészt a nagy éghajlati övek szerinti **horizontális zonalitást** követi. Jól szemlélteti ezt a 3. ábrán bemutatott vázlat (Brady és Weil, 1999; FAO, 1991). A tengerszint feletti magasságot követő vertikális zonalitás, másrészt regionális vagy helyi tényezők hatása pedig nagyon változatos, helyenként mozaikossá teszi. Ez a nagy térbeli változatoság és az ezzel kombinálódó időbeni változékonyság teszi különösen nehézé talajkészleteink valószínű és naprakész jellemzését, természeti erőforráskénti értékelését (Heineke et al., 1998; Stanners és Bourdeau, 1995; UNEP, 1999).

A Világ talajairól különböző részletességű **információkkal** rendelkezünk. Mégpedig a különböző szintű igényeknek megfelelő különböző méretarányokban (Bullock et al., 1999; ESB, 1998; FAO, 1991). Ezt a Föld-kontinens-ország-régió-köztség-tábla lépcsősört szemléltetjük a 4. ábrán.

A természeti erőforrások – köztük a talaj – ésszerű és fenntartható használata ilyen információkat egyre kevésbé nélkülözhet, s a különböző szintű döntéshozás mechanizmusában egyre erősebb és sokoldalúbb igény fogalmazódik meg egzakt talajtani-termőhelyi adatok iránt. Ezen igényeket a korszerű talajtani tudomány és talaj-felvételezési/talajvizsgálati gyakorlat egyre teljesebb körűen és egyre megbízhatóbban, pontosabban képes kielégíteni. Példaképpen az **Európai talajtani adatbázis** legutóbb (1999-ben) CD-ROM-on is megjelent anyagának fedőlapját mutatjuk be, amelynek megalkotásában a magyar talajtani tudomány képviselői is jelentős szerepet vállaltak (ESB, 1998; Heineke et al., 1998) (5. ábra).

A talaj funkciói

A talajjal kapcsolatos bármely tevékenység végeredményben a talaj funkcióinak zavartalanságát célozza. A **talaj** sokoldalú **funkciói** közül legfontosabbak a következők (Várallyay, 1997):

- a) A talaj **feltételesen 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, termőhelyet a természetes növényzetnek és termesztett kultúráknak.

- c) A talaj a primér növényi **biomasszatermelés 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 felszínközeli atmoszféra 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, túlbő 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 gén-rezervoárja**, amely jelentős szerepet játszik a biodiverzitás fenntartásában, hisz az élő-szervezetek jelentős hányada él a talajban (biota „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, határ-feltételei, 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 környezet-károsodáshoz vezetett, s – megfelelő ellenintézkedések hiányában – vezethet a jövőben is (Láng és Csete, 1992; Stefanovits, 1992; Várallyay, 1997).

A talaj funkciói közül értelmetlen fontossági sorrendet megállapítani, hisz az a körülményektől függ. Mégis kiemelt jelentőséget tulajdonítunk a talaj **raktározó funkciójának**, amely eredményesen tompíthatja (vagy éppen erősítheti) az időjárási szélsőségek (hőmérsékleti és vízháztartási szélsőségek) káros ökológiai hatásait. A talaj vitathatatlanul a Föld szárazföldi részének legnagyobb természetes **víztározója**. Mivel pedig egyértelműen előrejelezhető, hogy az emberiség fejlődésének a **korlátozott**, s egyre inkább hiánycikké, stratégiai jelentőségű elemmé váló **édesvízkészletek** ésszerű felhasználása lesz egyik kulcskérdése, a talaj víztározó funkciója különös hangsúlyt kap. Legalább annyira, mint hazánk legutóbbi éveinek belvizes/árvizes vagy éppen aszályos időszakaiban (Várallyay, 1997, 2000).

Talajdegradációs folyamatok

A talaj zavartalan funkcióképességét gyakran akadályozzák kedvezőtlen tulajdonságai, a többi környezeti tényező kedvezőtlen hatásai, s az ezek hatására bekövetkező különböző **talajdegradációs folyamatok**.

Az elmúlt években világméretű program (GLASOD; Global Assessment of Soil Degradation) mérte fel a talajdegradációs folyamatokat, azok kiterjedését, súlyosságát és fontosabb okait (Oldeman et al., 1990).

A felmérés alapján megdőbentő adatokat foglal össze a bemutatott *1. táblázat*, amely szerint a különböző kontinenseken összesen mintegy 2 milliárd hektárnyi területen (az összterület 15%-án) károsítanak különböző degradációs folyamatok: vízerózió (56%) és szélerózió (28%) által okozott talajpusztulás; kémiai degradáció (szikesedés, savanyodás, tápanyag-kimosódás, szennyeződés, összesen 12%); és fizikai degradáció (tömörödés, szerkezet-leromlás, összesen 4%). Ezek főbb okai az erdőirtás (30%), túl-legeltetés (34%), „túl-használat” (8%) és nem megfelelő mezőgazdasági hasznosítás (28%).

A felmérésből – példaképpen – a vízerózió és a talajsavanyodás által érintett területek térképeit mutatjuk be a *6. és 7. ábrán*. A kis méretarány természetesen csak a két degradációs folyamat regionális elterjedését érzékeltetheti (Brady és Weil,

1999; Stanners és Bourdeau, 1995; UNEP, 1999).

Mindezek alapján nem túlzás azt állítani, hogy a **talaj, mint sokoldalú természeti erőforrás, jövőnk meghatározója.**

A talaj, mint termőhely

A Föld élővilága két nagy létezőben található: az óceánokban és a tengerekben, illetve a szárazföldön lévő talajokban és a rajtuk képződött ökoszisztémákban. Az ismert élőlény fajok száma 1 millió 113 ezer. Ebből:

vírusok	1 ezer
gombák	46 ezer
algák	26 ezer
növények	248 ezer
rovarok	751 ezer
halak	18 ezer
kétlábúak	4 ezer
hüllők	6 ezer
madarak	9 ezer
emlősök	4 ezer

Becslések szerint összesen mintegy 10 millió faj él a Földön, vagyis még sok új faj felfedezése várható, elsősorban a trópusi körzetekben.

A Nemzetközi Biológiai Programnak elnevezett kutatási együttműködés keretében a hetvenes években felmérték a világ szárazföldi területén évente képződő növényi biotermék mennyiségét.

Az adatok szerint 117 milliárd tonna szárazanyag jön létre évente. Összehasonlításként: a magyar bioterméktermelés a nyolcvanas évek elején 53,4 millió tonna szárazanyag volt évente. Vagyis kerekén 46 ezrelék képződik hazánkban.

A globális adatok szerint a növénytermesztés 7,7%-ot jelent, a gyepes területek produkciója 17%, s az erdők adják a biotermék fő tömegét, 68%-ot.

Az erdőknek különleges szerepük van a Föld ökológiai egyensúlyának fenntartásában. A légkör szén-dioxid-tartalmának leköltése és egyúttal molekuláris oxigénnek a kiválasztása semmi mással nem helyettesíthető folyamat.

1972 és 1992 között a légkörbe kibocsátott CO₂ gáz mennyisége 16 milliárd tonnáról 23 milliárd tonnára növekedett, egyúttal a CO₂-koncentráció 327 ppm-ről 356 ppm-re emelkedett. Mindez elsősorban az iparosítás, és a közlekedés fejlesztésének árnyoldala. Sajnos időközben a trópusi esőerdők éves kivágása is növekvő ütemben folytatódott. Évi 100 ezer km²-ről, ami Magyarországnyi terület, 170 ezer km²-re növekedett. A halmozott adatok szerint a trópusi esőerdők közel felét már kiirtották. Ezek a tények valószínűsítik, hogy a 21. században megnövekszik az éghajlati rendellenességek gyakorisága, illetve számolni kell az éghajlatváltozás lehetőségével.

A Föld lakossága a 19. század végén 1,2 milliárd volt. A 20. század végére 6 milliárdra növekedett, vagyis megötszöröződött száz év alatt.

A 8. ábrán látható, hogy a Föld népességének rohamos növekedése együtt járt az erdők drámai

mértékű kiirtásával (World Resources, 1987).

A 20. században az emberiség óriási erőfeszítéseket tett annak érdekében, hogy viszonylagos egyensúly legyen a népesség robbanásszerű gyarodása és az élelmiszerellátás között. Ez részben sikerült. A 20. század második felében a fő tendencia nem a szántott területek nagyságának növelését jellemezte, hanem inkább az egységnyi területre nyert termés mennyiségét fokozták. Egy lakosra számítva felére csökkent a **gabona** vetésterülete, ugyanakkor a terméshozamok 1 lakosra számítva 35%-kal növekedtek. Ennek ellenére a kilencvenes években mintegy 800 millióra becsülték a folyamatosan éhezni váró emberek számát. Ennek azonban inkább társadalmi okai vannak, nevezetesen az egyenlőtlen és esélytelen gazdasági fejlődés, és a természeti korlátok csak speciális regionális esetekben kerülnek előtérbe. Az adatok a 2. és 3. táblázatban láthatók (World Resources, 1996-1997).

A Föld élővilágának jelentős része ma már védelem alatt áll. A talaj, mint termőhely nemcsak gazdasági célokat szolgál, hanem a biológiai sokféleség, a biodiverzitás megőrzését is. A szárazföld százalékában a természetvédelmi területek aránya a világon összesen 7,1%. Ez az érték jelentősen ingadozik az egyes kontinenseken. Afrikában 4,9%, Ázsiában 4,4%, Észak- és Közép-Amerikában 10,2%, Dél-Amerikában 6,3%, Európában 8,9%, Ausztráliában és a Csendes-óceáni szigetvilágban 11,7%. Az Európai Unió és az OECD tagállamokban a védett területek aránya átlagosan 11,4%. Új törekvés, hogy a tengerek egyes területeit, elsősorban a partmenti zónákat, öblöket szintén bevonják a védett területek kategóriájába. Az adatok a 4. táblázatban találhatóak (World Resources, 1996-1997).

HAZAI HELYZET

Hazánk **természeti viszonyai** rendkívül változatosak. Érvényes ez a talajképződési tényezők mindegyikére (Láng et al., 1983; Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989; Stefanovits, 1968, 1992; Várallyay, 1985):

(a) A felszíni vagy felszínközeli **geológiai képződmények** (mint a talajképződés „alapanyagai”, „anyagközet”) igen változatosak, származásukat, kialakulásukat, ásványi és kémiai összetételüket, szemcseméret-megoszlásukat, fizikai és kémiai mállással szembeni ellenállóságukat tekintve egyaránt. Magyarország talajainak nagy része viszonylag fiatal (negyedkori vagy későbbi) képződményeken alakult ki, s az országnak csak kisebb hányadát borítják régebbi (harmadkori vagy idősebb) talajképző kőzetek.

Az ország tájainak jelenlegi domborzatát, beleértve a makro-léptékben sík magyar alföldek sajátos, igen változatos és a talajképződésben igen nagy szerepet játszó **mikrodomborzatát**, együttesen alakította ki a szél, a felszíni vizek és a laterális erózió, majd az ember tevékenysége.

(b) Magyarország **éghajlatában** egyaránt érvényesülnek atlanti, kontinentális és mediterrán hatások, és eredményeznek igen változatos tér- és időbeni megoszlású időjárási helyzeteket. Az ország éghajlatát az évi $10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ évi középhőmérséklet (a $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ januári és $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ augusztusi átlagos havi középhőmérséklet) és $550\text{--}700\text{ mm}$ évi átlagos csapadékmennyiség mellett sokkal inkább jellemzi az éghajlati elemek igen nagy tér- és időbeni variabilitása. Érvényes ez a hőmérsékletre és a csapadékviszonyokra egyaránt. A Magyar Alföld száraz területeinek évi átlagos csapadékmennyisége csupán $450\text{--}500\text{ mm}$, míg a nyugat-magyarországi Elő-Alpok területeken $800\text{--}900\text{ mm}$ -t is elér. A Magyar Alföld évi $800\text{--}900\text{ mm}$ -nyi potenciális (szabad vízfelszínről történő) evapotranszpirációja azonban egyértelműen negatív vízmérleget jelez, amely különösen a meleg-száraz nyári hónapokban jelentős.

(c) Magyarország **hidrológiai viszonyait** az határozza meg, hogy az ország (elsősorban a Magyar Alföld) a hidro(geo)lógiailag gyakorlatilag zárt, rossz természetes drénviszonyokkal rendelkező Kárpát-medence legmélyebb fekvésű része, amelynek egyetlen felszíni „megcsapolója” a Duna; felszín alatti vízvezetése pedig gyakorlatilag nincs. A Magyar Alföld területi negatív vízmérleget (potenciális evapotranszpiráció, $ET_{pot.} >$ csapadék, P) a medenceperemek, illetve a magasabb részek felől a mélyebb részek felé történő felszíni lefolyás (R), a háromfázisú zónában történő oldalirányú talajnedvesség-szivárgás (S), és a horizontális talajvízáramlás (G) tartja egyensúlyban.

A negatív vízmérleg, valamint a rossz természetes drénviszonyok (lassú horizontális vízmozgás a talajban a kis esés és a közeg kis hidraulikus vezetőképessége következtében) miatt a Magyar Alföld jellegzetes „evaporatív” medence, amelyre az anyagfelhalmozódási folyamatok jellemzők (Várallyay, 1985). Ez magyarázza a számos hidromorf talajképződésünkben megfigyelhető karbonát-felhalmozódást, s a nagykiterjedésű szikes talajokban végbemenő sófelhalmozódási folyamatokat.

(d) Az éghajlat, domborzat és nedvességviszonyok által meghatározott **természetes növényzet** (erdős sztyepp, illetve nedves élőhelyi ökoszisztémák) – az előbbiekhöz viszonyítva – lényegesen kisebb hatást gyakoroltak a talajképződési folyamatokra, s inkább következményei, mint okai voltak azoknak. Érvényes ez az alföldi erdőkre, gyepterületekre, árterekre, lápos-mocsaras területekre egyaránt.

(e) Lényeges, gyakran döntő hatást gyakorolt az ország talajképződési folyamataira az **ember tevékenysége**. Közvetlen (erdőirtások; legeltetés, gyepfeltörés; ár- és belvízmentesítés; intenzív növénytermesztés a maga gépesítésével, kemikália használatával, öntözésével, vízrendszerével, meliorációjával) és közvetett

(talajdegradáció, talajszennyezés, tájrombolás, más irányú földhasználat) **stressz-hatásaival** egyaránt (Stefanovits, 1992; Várallyay, 1989).

A térben és időben egyaránt nagy variabilitást mutató talajképződési tényezők változatos összehatásának eredményeképpen különböző talajképződési folyamatok mentek végbe, s alakult ki Magyarország változatos, gyakran mozaikosan tarka talajtakarója.

Talajainkról (és a talajképződési tényezőkről) igen részletes és világszínvonalú **információkkal** rendelkezünk (Láng et al., 1983; Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989; Stefanovits, 1968; Várallyay et al., 1979, 1980) az alábbi okok miatt:

- az ország viszonylag kis területe;
- az agrártermelés megkülönböztetett jelentősége Magyarország gazdasági életében;
- a magyar nép hagyományos földszeretete;
- az ország viszonylag kedvező agroökológiai adottságai;
- ezek változatos és szeszélyes tér- és időbeni eloszlása;
- hajlama szélsőségekre; különös érzékenysége különböző hatásokra.

Magyarország nagyon változatos talajtakarójáról rendelkezésre álló igen gazdag anyagból csak néhány példát tudunk ez alkalommal bemutatni:

- Magyarország talajainak főbb talajtulajdonságok szerinti százalékos megoszlását (*5. táblázat*), valamint
- Magyarország talajtípusainak (*9. ábra*);
- Magyarország szikes talajainak (*10. ábra*);
- hazai talajok fizikai féleségének (*11. ábra*) és
- szervesanyagkészletének (*12. ábra*) térképét (Stefanovits, 1968; Várallyay et al., 1979).

Megkülönböztetett fontosságú és szomorúan aktuális probléma a **talajok vízgazdálkodása**.

Magyarország felszíni és felszín alatti vízkészletei korlátozottak. A biomasszatermelés növekvő vízigényét – jelentős mértékben növekvő más irányú felhasználás mellett – bizonytalan és a jövőben sem növekvő készletekből kell(ene) kielégíteni.

Emiatt nagy biztonsággal előre jelezhető, hogy az ország fejlődésének, a mezőgazdaságfejlesztésnek és a környezetvédelemnek egyaránt a víz lesz egyik meghatározó tényezője

- a **vízfelhasználás hatékonyságának növelése**, ennek érdekében pedig
- a **talaj vízháztartás-szabályozása** az egyik megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata.

Az utóbbi évek egyre gyakoribb és egyre súlyosabb szélsőséges vízgazdálkodási helyzetei, árvizei és belvizei, aszályai (nem ritkán ugyanabban az évben, ugyanazon a területen) sajnos fájdalmasan igazolták e megállapításokat.

Megalapozottan állítható, hogy a **talaj vízgazdálkodásának** kiemelt jelentősége van a talaj, mint természeti erőforrás sokoldalú funkcióképességének kialakításában.

A talaj vízgazdálkodása nemcsak a növények vízigényének kielégíthetőségét szabja meg, hanem

meghatározza a talaj levegő- és hógazdálkodását, biológiai tevékenységét, s tápanyaggazdálkodását is (13. ábra) (Németh, 1996, Várallyay, 1985, 1998, 2000). A talaj zavartalan funkcióképességét akadályozó tényezők és degradációs folyamatok túlnyomó része ugyancsak a talaj vízgazdálkodásával kapcsolatos, annak oka vagy következménye.

A talaj és talajhasználat ugyanakkor jelentős **hatást** gyakorol **vízkezelteinkre**; felszíni és felszín alatti vizeink mennyiségére és minőségére, meghatározva azok különböző célra történő felhasználhatóságát (Várallyay, 2000).

Magyarország talajainak főbb vízháztartási típusait szemlélteti a 14. ábrán bemutatott térkép vázlat, amelynek területi információit a 15. ábra (Várallyay, 1985) kördiagramja foglalja össze. E szerint Magyarország talajainak 43%-a kedvezőtlen, 26%-a közepes és csak 31%-a jó vízgazdálkodású. A kedvezőtlen vízgazdálkodás okai: a nagy homoktartalom (10,5%), nagy agyagtartalom (11%), a szikesedés (10%), a láposodás (3%), vagy a sekély termőréteg (8,5%).

A **talaj**, mint természeti erőforrás, hasznosítása szempontjából jelenlegi tulajdonságain túlmenően megkülönböztetett jelentőségű annak **érzékenysége, sérülékenysége, tűrőképessége** különböző (természeti, ember okozta) stresszhatásokkal (talajdegradációs folyamatok, sav-, lúg-, só-, szennyezőanyag-terhelések; víz és eszközök mechanikai hatásai stb.) szemben. Ezek pontos ismerete alapján határozható meg ugyanis a talajok terhelhetősége, illetve a talaj káros környezeti mellékhatások nélküli hasznosíthatóságának feltételrendszere (Várallyay, 2000).

Mivel a talajt világszerte egyre sokoldalúbban veszi igénybe az ember, különös hangsúlyt kaptak a stressz-érzékenység kvantitatív jellemzésére irányuló kutatások globális, kontinentális, országos és regionális szinten egyaránt. A magyar talajtani tudomány e kutatásokban mindig, s jelenleg is élen jár(t) (Heineke et al., 1998).

Példaképpen a talajok savanyodás-érzékenysége és fizikai degradációval szembeni érzékenysége vonatkozó térképeket mutatjuk be (16. és 17. ábra) (Várallyay, 2000).

Az utóbbi időben egyre nagyobb figyelem irányult **a talaj és talajhasználat egészségügyi hatásainak tisztázására**.

Ez kiterjed a közvetlen hatások (patogén mikroorganizmusok, por, légköri szilárd ülepedés), valamint a felszíni és felszín alatti vizeken keresztül érvényesülő hatásokra egyaránt. Figyelembe véve mind a különböző egészségre káros anyagok összmenyiségének növekedését, mind azok talajbani mobilizációját. Kiterjedt kutatások folynak bizonyos esszenciális tápelemek hiányának, illetve túl nagy mennyiségének (esetleges specifikus toxicitásának) növényre, állatra és emberre gyakorolt hatásának, a táplálékláncban játszott szerepének a megállapítására, s ezek hatásmechanizmusának tisztázására is (Várallyay, 2000).

A nyolcvanas évek elején teljes körű **biomassza-termelés** felmérést végeztünk Magyarországon. Az

akkor nyert adatok a mezőgazdasági termelés mennyiségi értékeit mutatják be. A bruttó hozamok azóta csökkentek, de a százalékos arányok nagyjából ma is érvényesek (Láng et al., 1983).

Az adatok szerint a mezőgazdaságban képződik az éves növényi biomassa-termelés kerekén 87%-a, az erdőgazdaság pedig 13%-ot állít elő.

Az ország termőhelyi adottságai elsősorban a **gabonafélék** termesztését teszik lehetővé. A mezőgazdasági biomassa-termelés kerekén 74%-át a gabonafélék adják. Ez olyan adottság, amelyet nem szabad elfelejteni. Természetesen nem jelenti azt, hogy a termelési érték ugyanilyen arányt képvisel, hiszen a kertészeti növények fajlagosan több értéket adnak. De a minőségi gabonatermesztés még nagy gazdasági tartalékokat jelent.

A gabonafélék összes termése a kilencvenes években viszonylag kiegyensúlyozott volt. Az aszályos években természetesen nagy terméshozamok figyelhetők meg, de egészében véve nem állt elő drámai csökkenés (6. táblázat). Ez azért is meglepő, mert időközben a felhasznált műtrágya mennyisége a negyedére csökkent és a gyomnövények is eléggé elszaporodtak a gabonafélék tábláin. Szerencsére a növény-nemesítés és a minőségi vetőmag ellátás színvonala nem romlott olyan mértékben, mint a tápanyag-utánpótlás. Mindez azt bizonyítja, hogy a hazai talajok potenciális tápanyagkészlete elégséges volt egy viszonylag hosszú időszak áthidalására. De ez a készlet bizonyára véges, ezért szükségesnek látszik a jelenlegi szerves- és műtrágyázás fokozása legalább a nyolcvanas évtized végén alkalmazott adagok 50-60%-át elérő mennyiségig. 1985-ben 205 kg hatóanyagot használtak fel egy hektár mezőgazdasági területen, 1998-ban 65 kg-ot.

A **művelési ágak** egymás közötti megoszlása nagyfokú stabilitást mutat a kilencvenes évek során (7. táblázat). A szántó és a gyepek aránya a mezőgazdaságilag hasznosított területeken belül változatlan volt az elmúlt tíz évben. A kertészeti termelésnél van csak éves ingadozás. Az erdőterület örvendéses módon lassú, de folyamatos növekedést mutat (Mezőgazdasági Statisztikai Évkönyv, 1998).

A művelési ágak arányának változatlansága azonban egy nagy kérdőjelet is feljázol: vajon képesek leszünk-e változtatni ezen a helyzeten, amikor a külső politikai és gazdasági környezet erre kényszerít minket. Nevezetesen, hogy az Európai Unió közös agrárpolitikájához milyen ütemben és milyen hatékonysággal tudunk majd alkalmazkodni. Ez még egy nyitott kérdés. De azért van egy biztos és szilárd pont: a talaj, mint termőhely, amely a stabilitást is biztosítja, de a változtatáshoz is megadja a lehetőségeket.

A hőmérséklet és a csapadék éves ingadozása nagymértékben befolyásolja a talaj, mint termőhely biológiai produktív létrehozó képességét. A magyar mezőgazdaság alapvetően függ a természetes csapadék mennyiségétől.

A 8. táblázatban látható az ország **vízmelege**. Országosan a párolgás általában kevesebb, mint a csapadék. A Magyar Alföldön viszont fordított a

helyzet, s a párolgás mértéke múlja felül a csapadék mennyiségét. Ezzel a vízkészlettel kell gazdálkodnunk.

A 9. táblázatban lévő adatok azt mutatják be, hogy az **aszály** az egyes években milyen nagyságú területre volt hatással. Nagyok az ingadozások. Sajnos az a valószínű, hogy a következő években az éghajlati rendellenességek gyakorisága növekedni fog. Vannak és lesznek olyan évek, amikor a belvíz okoz gazdasági károkat elsősorban az Alföld egyes területein, főleg a folyóvölgyekben. Ez a tény ismét az alkalmazkodó képesség fokozására hívja fel a figyelmet.

A **magyar természetvédelem** nemzetközi elismertséget kapott. Tanúsítja ezt az Európai Unió országjelentése és az OECD közelmúltban publikált tanulmánya Magyarország környezeti teljesítményéről. Ezek az eredmények több évtizedes, generációkat felölelő tudományos, szakmai és közigazgatási erőfeszítésekre alapozódnak.

Az ország területének 9,1%-a áll védelem alatt. Ez megfelel az Európai Unió átlagának. Ennek a területnek a felét a 9 nemzeti park foglalja el. A védett területeken is folyik szabályozott gazdálkodás. Az erdők 46%-ot foglalnak el a művelési ágak közül, a rét és legelő aránya 26%, a szántó 12%-ot jelent (10. és 11. táblázat).

A természeti értékeinket tekintve Magyarország gazdagítani fogja az Európai Unió biodiverzitás spektrumát, mivel az ország az eurázsiai növény- és állatvilág nagy változatosságával rendelkezik (Környezetstatisztikai adatok, 1998; Az első év, 1999).

HASZNOSÍTÁS ÉS A KORLÁTOK

Terület iránti igényt a társadalmi fejlődés egyre több szférája fogalmaz meg (Láng et al., 1983; Várallyay, 1997). A **területhasználati célok** (igények) közül legfontosabbak:

- biomasszatermelés (élelmiszer, takarmány, nyersanyag vagy energia célra);
- népesség-foglalkoztatás (munkalehetőség, eltartó képesség);
- biodiverzitás megőrzése;
- tájképi szépség;
- üdülés, sport, rekreáció;
- építési terület;
- nyersanyag-kitermelés.

Az ésszerű földhasználatnak és a talaj, mint természeti erőforrás sokoldalú hasznosításának meghatározásánál azt kell mérlegelnünk, hogy a terület illetve annak talaja

- milyen célra (társadalmi igények, EU-előírások);
- kinek a részére;
- hol;
- hogyan;
- milyen áron (és milyen haszonnal);
- milyen következményekkel, illetve milyen áldozatokkal

kerülhet hasznosításra.

A területhasználat racionalitását csak egy jól megalapozott **agrár-környezetvédelmi program**

határozhatja meg, amely a talaj-környezet kölcsönhatásokat tényleges kölcsönhatásként kezeli és veszi számításba.

A fenntartható fejlődés egyik alapeleme Magyarországon legfontosabb feltételeken megújuló (megújítható) természeti erőforrásunkat képező **talajkészleteink ésszerű hasznosítása, minőségének megóvása és sokoldalú funkcióképességének fenntartása**, ami a környezetvédelem és a mezőgazdaság egyik legfontosabb közös feladata (Várallyay, 2000).

A talaj, mint természeti erőforrás zavartalan funkcióképességét elsősorban három tényező korlátozhatja:

- vízháztartási szélsőségek (belvízveszély és aszályérzékenység);
- a talajban előforduló elemek (növényi tápanyagok, szennyező anyagok stb.) biogeokémiai körforgalmában bekövetkező kedvezőtlen változások;
- talajdegradációs folyamatok.

A különböző **talajdegradációs folyamatok** Magyarországon is nagy területeken akadályozzák a talaj különböző célú hasznosíthatóságát. Ezek közül legfontosabbak (Várallyay, 1989):

- víz- vagy szél okozta talajerózió;
- savanyodás;
- szikesedés (lúgosodás, sófelhalmozódás);
- fizikai degradáció (szerkezet-leromlás, tömörödés);
- a talaj vízgazdálkodásának szélsőségessé válása;
- biológiai degradáció;
- növényi tápanyagforgalom kedvezőtlen megváltozása;
- a talaj pufferkapacitásának csökkenése;
- talajszennyezés.

A talaj termékenységét gátló tényezők és a fontosabb talajdegradációs folyamatok vázlatos térképét mutatjuk be a 18. ábrán. A térkép területi adatait foglaltuk össze a 12. táblázatban (Szabolcs és Várallyay, 1978).

A talaj funkcióképességét a talajtulajdonságok együttese határozza meg. Ez viszont a talajban végbemenő biotikus és abiotikus anyag- és energiaforgalmi folyamatok, transzport és transzformáció eredménye.

Ezért talajkészleteink ésszerű hasznosításának előfeltétele a **talajfolyamatok** bizonyos mértékű és tudományosan megalapozott szabályozása, amelynek fontosabb lépései a következők (19. ábra) (Várallyay et al., 1980):

- talajkészleteink és a befolyásoló környezeti tényezők felmérése;
- az adott helyzetet létrehozó folyamatok oknyomozó elemzése és mechanizmusának tisztázása;
- a befolyásolás elméleti, reális, racionális és gazdaságos lehetőségeinek feltárása;
- a bizonyos célok érdekében optimálisnak tartott beavatkozás(ok) módszereinek kidolgozása, azok várható hatásának előrejelzése alapján.

A döntéshozó folyamatban (amelyben megkülönböztetett szerep jut a modellezésnek,

térinformatikának és számítógéptechnikának) különös jelentősége van a megbízható **előrejelzéseknek**, hatás-elemzéseknek és az ezekre alapozott **megelőzésnek**.

Az Európai Unióba való belépési szándék alapvető változásokat igényel az egész agrárgazdaságban. A felismerés már megtörtént, de a folyamat csak most kezd kibontakozni és ez érinteni fogja a talaj, mint termőhely funkcióját is. Előtérbe kerül a változtatási készség, a rugalmasság, az **alkalmazkodás**, mégpedig a bekövetkezett változásokra való lehetőleg gyors reagálás, illetve a nagy valószínűséggel bekövetkező változásokra idejében való felkészülés vonatkozásában.

A termőhely agroökológiai potenciálja és az igényes piacokra való termelés kényszere az a két alappillér, amely meghatározza a jövő agrárgazdaságának alkalmazkodási lehetőségeit és egyúttal a korlátait is. Amíg az agroökológiai potenciál nem, vagy csak nagy áldozatokkal változtatható, addig a piacon a tendenciák, az igények, a szokások gyakran váltják egymást. Sajnos, ez nehezíti és bonyolítja az agrártermelők életét. Nem lehet most minden részletre kitérni, ezért csupán és példaképpen két új tényezőre hívjuk fel a figyelmet. Az egyik az agrár-környezetvédelem, a másik a minőség növekvő szerepe.

Az **Európai Unió** szigorú előírásokat dolgozott ki az agrár-környezetvédelem érdekében. Öröndetesen gyorsan reagált a Kormány erre az új igényre és a múlt év októberében elfogadta a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Programot. Az előzmények azonban a tudományos szféra kezdeményezéseire nyúlnak vissza.

Az **agrár-környezetvédelem** az alábbi két fő területre összpontosul:

- a természeti erőforrások védelmére (talaj, felszíni és felszín alatti vízkészletek, genetikai erőforrások, erdő és táj), továbbá
- a fogyasztásra, illetve felhasználásra kerülő termékek minőségbiztosítására, szennyező anyagoktól való mentességére, az élelmiszerbiztonság fokozására.

Az **agrár-környezetvédelem** ettől az évtől kezdve beépült az **agrártámogatások** rendszerébe. Ez azt jelenti, hogy a kormányzat pénzügyi kedvezményekkel támogatja az egyes célprogramok megvalósítását. A kiváló és jó termőhelyeken a piaci érdeknek megfelelő termelési módszereket kell alkalmazni, de itt is követelmény a környezet- és természetvédelmi igények érvényesítése. A gyengébb minőségű termőhelyeken a népességmegtartó képesség érdekében olyan környezetkímélő művelést támogatnak központi forrásokból, amely megélhetést biztosít a gazdálkodóknak és egyúttal a természeti értékek megőrzését is szolgálja. Az extenzív gyephasznosítás, a vizes élőhelyek védelme és hasznosítása, az Érzékeny Természeti Területek speciális gazdálkodási rendszere szerepel a támogatási formák között, de a biogazdálkodás is előnyös helyzetbe kerül.

Általánosan elfogadott felismerés, hogy a

minőség évszázada következik, amire fel kell készülni. Világossá vált, hogy a magyarországi agroökológiai potenciál fenntartható fejlesztése, a biomassa újszerű és sokoldalú hasznosítása, az időjárási anomáliák növekedése, az aszály, az ár- és belvíz miatti előrelátó alkalmazkodás, a rendszerváltozás útkeresése, az Európai Unió különleges igényei csak minőségi irányú agrárfordulat segítségével oldhatók meg.

Jelenleg az élelmiszerek és a szolgáltatások minőségellenőrzése vált általánossá. Új irányzat, amire kellő időben fel kell készülnünk, hogy a mezőgazdasági alapanyag előállításánál is meg fogják követelni a minőség tanúsítását. Ha ezt nem vesszük figyelembe, akkor a hazai termelők kiszorulhatnak az élelmiszer áruházláncolatok pultjairól.

A minőségi fejlesztés a **termékpályák** mentén valósítható meg. A termékpálya pedig a termőhely tulajdonságaival kezdődik. Ezért célszerű szorgalmazni a kereskedelem, a feldolgozás és a mezőgazdasági termelés közötti koordinációkat és integrációkat.

ELŐRETEKINTÉS

A jövő társadalmi fejlődése egyre több talajfunkciót fog igénybe venni, egyre sokoldalúbban használja (ki) a **talajt, mint természeti erőforrást**. Az ésszerű hasznosítás, de nem az ésszerűtlen kihasználás az agrár-környezetvédelem nagy felelőssége. Messze több, mint a racionális talajhasználat, s több mint a talaj sokoldalú természeti erőforráskénti hasznosítása. Hisz kihatással van valamennyi természeti erőforrásra, s így az emberi „élet minőségére” is.

Ez a sokoldalú talajhasználat csak akkor lehet céltudatos, tudományosan megalapozott és káros környezeti mellékhatásoktól mentes, ha végrehajtása tükrözi azt a szükségszerű paradigma-váltást, amelyet a talaj egyoldalúan biomasszatermelő funkciójának sokoldalú funkcióképességgel történő felváltása jelent.

Az ésszerű terület- és talajhasználat az állam, a földtulajdonos, a földhasználó és az egész társadalom részéről megkülönböztetett figyelmet érdemel, átgondolt és összehangolt intézkedéseket, stratégiát, rövid-, közép- és hosszú távú akcióprogramokat és tudományosan megalapozott, gazdaságos és jól indokolható megoldásokat tesz szükségessé. Feltétlenül ki kell hangsúlyozni itt az **állam** megkülönböztetett szerepét és felelősségét, amelyet nem csökkenthet a privatizáció. Mivel a **termőtalaj** az **ország** legfontosabb természeti erőforrása, megóvásáról és védelméről az államnak kell gondoskodnia teljes rendelkezésére álló eszköztárával.

Az **ésszerű terület- és talajhasználat legfontosabb feladatai** (Várallyay et al., 1998) a következők:

1. A talajadottságok és a különböző területhasználati módok eddigénél sokkal jobb összehangolása és optimalizációra törekvő megoldása.
2. A természeti viszonyoknak és a tájnak megfelelő

- méretű és alakú mezőgazdasági táblák rendszerének és területhasználati infrastruktúrájának a kialakítása.
3. A biomassa termesztése és feldolgozása során keletkező szerves anyagok minél teljesebb visszacsatolása a természetes anyagforgalom körfolyamatába.
 4. Talajdegradációs folyamatok megelőzése, mérséklése.
 5. A talaj felszínére jutó víz talajba szivárgásának és talajban történő hasznos tározásának elősegítése, ezáltal a terület (éghajlati okok miatt feltételezhetően egyre gyakoribbá és súlyosabbá váló) vízgazdálkodási szélsőségeinek (aszálybelvíz/árvíz) mérséklése.
 6. A növény igényeihez, tápanyagfelvételi dinamikájához és a termőhelyi viszonyokhoz (időjárás, nedvességellátás, talajviszonyok) igazodó ésszerű növényi tápanyagellátási rendszer kidolgozása és minél általánosabbá tétele. Ez gazdasági okokon túlmenően előfeltétele a káros környezeti mellékhatások (talajsavanyodás, felszíni és felszín alatti vízkészletek P-, N- stb. terhelése) eredményes megelőzésének, minimálisra mérséklésének is.
 7. A talajszennyez(őd)és megelőzése, bizonyos túrési korlátok között tartása.

Fenti alapelvek ismertek. Pontos részleteiket, technológiai feltételrendszerüket a tudományos kutatásoknak és elemző szintéziseknek kell meghatározniuk.

Az új tudományos ismereteket, ezekre alapozott alternatívákat és kidolgozott talajhasználati eljárásokat az oktatás, nevelés és tájékoztatás legkülönbözőbb szintjein és formáin kell megismertetni. Megfelelő jogszabályok és gazdasági szabályozók rendszerét kell létrehozni, ami a kívánatos alapelvek betartására ösztönöz, ha kell kényszerít. Mindenekelőtt azonban olyan ösztársadalmi tudatot és morált kell kialakítani, ami a „fenntartható fejlődés” két részelemét, a talaj kettős funkcióját, mint természeti erőforrás és termőhely egyaránt elismeri, s hajlandó tenni is érte, még akkor is, ha ez pillanatnyi érdekeivel nem esik egybe.

A magyar agrárpolitika cselekvési programjait minden bizonnyal a következő négy kulcsszó fogja nagymértékben befolyásolni. Ezek: **önellátás**, **agrárexport**, illetve **integráció** és **globalizáció**.

Az alapvető étel-miszer önellátásról sem stratégiai, sem biztonságpolitikai, sem belső társadalmi okok miatt nem mondhatunk le. Agrárexportra is szükség lesz még sokáig, mert nincs sok választási lehetőségünk. De mindezt bele kell helyezni az európai integrációs folyamatokba és az étel-miszer világereszkedelemből globalizációs irányzataiba. A talajtól, mint termőhelytől indultunk el, és végül a világgazdaságig jutottunk el.

A talaj, mint termőhely lehetővé teszi, hogy gazdaságilag hasznosítható termékeket állítsunk elő. Ez a tevékenység semmi mással nem helyettesíthető, legfeljebb részlegesen pótolható import segítségével.

Modern agrárgazdaságra a 21. században is szükség lesz.

Az egész társadalom vezérlő elve mindinkább a fenntartható fejlődés lesz. Érvényes ez a mező- és erdőgazdaságra is.

A **fenntartható agrárgazdaság** főbb elvei:

- legyen környezetkímélő;
- erőforrás-takarékos;
- hasznosítsa a helyi termőhelyi adottságokat;
- használja ki a biológiai és genetikai lehetőségeket;
- valósítsa meg a hulladékok és melléktermékek helyi felhasználását;
- egészséges ételmiszer és takarmányt állítson elő;
- őrizze meg a biológiai sokféleséget;
- tegye érdekeltté a gazdálkodók jelen és jövő generációit a termelésben;
- segítse elő a falusi térségek népességmegtartó képességét;
- járuljon hozzá a vidék fejlődéséhez.

Ez a jövő útja. De ennek megvalósulásához társadalmi tényezők kedvező alakulására is szükség van. Mégpedig szükség van olyan

- politikai rendszerre, amely hatékony állampolgári részvételt biztosít a döntéshozatalban;
- gazdasági rendszerre, amely képes saját erőforrásaira támaszkodva, de azokat megőrizve, többlet termelést létrehozni;
- társadalmi rendszerre, amely képes feloldani a diszharmonikus fejlődésből eredő feszültségeket;
- termelési rendszerre, amely folyamatosan új megoldásokat hoz létre;
- nemzetközi rendszerre, amely elősegíti a kereskedelem és a pénzügyek fenntarthatóságát támogató módszereinek alkalmazását;
- kormányzati rendszerre, amely rugalmas és rendelkezik az önkorrekció képességével.

A fenntartható agrárgazdaság fokozatos kiépítése és megteremtése a következő évtized egyik legfontosabb feladata.

Mit hoz a 21. század, vagy annak az első fele?

A mértéktartó **demográfiai** prognózisok szerint a mai 6 milliárdnyi népesség 2025-ig 8 milliárdra, 2050-ig 9 illetve 9,5 milliárdra növekszik. Ötven év alatt a növekedés kétszer akkora, mint ami az emberiség létszáma volt a 19. század végén. El lehet látni ezt a földi népességet élelemmel? A válasz az, hogy igen. Azért igen, mert elméletileg is lehetséges, és azért igen, mert gyakorlatilag nincs más alternatíva. Nagyon sok előfeltétel szükséges ennek a kihívásnak a teljesítéséhez. De az előfeltételek előfeltétele a talajnak, mint természeti erőforrásnak és mint termőhelynek, továbbá a vízkészleteknek és a növény- és állatvilág genetikai potenciáljának szigorú védelme.

A természeti, a gazdasági és a társadalmi tényezők összefonódva, egymást kölcsönösen kiegészítve jelennek meg. Érvényes ez a talajokkal való gazdálkodásra, a talajokon termesztett növényekre, illetve az egész állatvilágra és az emberre is.

IRODALOM

- Brady, N. C.-Weil, R. R. (1999): The Nature and Properties of Soils. 12th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 881.
- Bullock, P.-Jones, R. J. A.-Montanarella, L. (Eds.) (1999): Soil Resources of Europe. ESB, Joint Research Centre, Ispra (Italy). 188.
- Heineke, H. J.-Eckelmann, W.-Thomasson, A. J.-Jones, R. J. A.-Montanarella, L.-Buckley, B. (Eds.) (1998): Land Information Systems. Developments for Planning the Sustainable Use of Land Resources. ESB, Joint Research Centre, Ispra (Italy). 564.
- Láng I.-Csete L. (1992): Alkalmazkodó mezőgazdaság. AGRICOLA. Budapest
- Láng I.-Csete L.-Harnos Zs. (1983): A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- Németh T. (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA TAKI. Budapest. 382.
- Oldeman, L. R.-Hakkeling, R. T. A.-Sombroek, W. G. (1991): World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation. An Explanatory Note. (Rev. ed.) 35. (with maps) UNEP-ISRIC. Wageningen.
- Stanners, D.-Bourdeau, P. (Eds.) (1995): Europe's Environment (The Dobris Assessment). European Environmental Agency, Copenhagen. 676.
- Stefanovits P. (1968): Magyarország taljai. Akadémiai Kiadó. Budapest. 442.
- Stefanovits P. (1992): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 380.
- Szabolcs I.-Várallyay Gy. (1978): A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. Agrokémia és Talajtan. 27. 181-202.
- Várallyay Gy. (1985): Magyarország taljainak vízháztartási és anyagforgalmi típusai. Agrokémia és Talajtan. 34. 267-298.
- Várallyay, Gy. (1989): Soil degradation processes and their control in Hungary. Land Degradation and Rehabilitation. 1. 171-188.
- Várallyay Gy. (1997): A talaj és funkciói. Magyar Tudomány. XLII. (12) 1414-1430.
- Várallyay, Gy. (1998): Multifunctional soil management for sustainable development in Hungary. Agrokémia és Talajtan. 47. 7-22.
- Várallyay Gy. (2000): Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása. In: „Székhogylók”. 1-32. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest
- Várallyay Gy.-Szücs L.-Murányi A.-Rajkai K.-Zilahy P. (1979-1980): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. Agrokémia és Talajtan. I. 28. 363-384. II. 29. 35-76.
- Várallyay Gy.-Szücs L.-Rajkai K.-Zilahy P.-Murányi A. (1980): Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategória rendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. Agrokémia és Talajtan. 29. 77-112.
- Az első év (1999): Környezetvédelmi Minisztérium kiadványa. Budapest. 77.
- European Soil Bureau (1998): Georeferenced Soil Database for Europe. ESB. Joint Research Centre. Ispra (Italy). 184.
- FAO (1991): World Soil Resources. World Soil Resources Reports. No. 66. FAO. Rome. 58.
- Környezetstatisztikai adatok (1998): KSH kiadvány. Budapest. 190.
- Magyarország Nemzeti Atlasza (1989): Akadémiai Kiadó. Budapest. 395.
- Mezőgazdasági Statisztikai Évkönyv (1998, 1999): KSH kiadvány. Budapest. 306.
- UNEP (1999): Global Environment Outlook 2000. Earthscan Publications Ltd. London. 398.
- World Resources (1987): Basic Books, Inc. New York. 369.
- World Resources (1996-1997): Basic Books, Inc. New York. 365.

1. táblázat

Talajdegradációs folyamatok elterjedése a Földön (millió hektár)
(Oldeman et al., 1990)

Típus		Fokozat				Össze- sen	Kontinens					
		Gyenge	Mérsé- kelt	Erős	Nagyon erős		Afrika	Dél- Ameri- ka	Észak- és Közép- Ameri- ka	Ázsia	Auszt- rál- Ázsia	Európa
Feltalaj-vesztés	W _t	301,1	454,4	161,2	3,8	920,5	204,8	95,1	80,8	365,3	81,7	92,8
Terrület-deformáció	W _d	42,0	72,2	56,0	2,8	173,0	22,6	28,0	25,2	74,3	1,1	21,8
Vízterelő összesen	W	343,1	526,6	217,2	6,6	1.093,5	227,4	123,1	106,0	439,6	82,8	114,6
							56%	46%	51%	67%	58%	81%
Feltalaj-vesztés	E _t	230,5	214,6	9,2	0,9	455,2	170,7	22,7	37,5	165,8	16,4	42,1
Terrület-deformáció	E _d	38,1	29,3	14,5	-	81,9	14,3	18,4	1,7	47,5	-	-
Homok-ráfűvés	E _o	-	9,7	0,5	1,0	11,2	1,5	0,8	-	8,9	-	-
Szélterelő összesen	E	268,6	253,6	24,2	1,9	548,3	186,5	41,9	39,2	222,2	16,4	42,1
							38%	17%	25%	30%	16%	19%
Tápanyagvesztés	Ch	52,7	63,4	19,9	-	136,0	45,4	68,2	4,2	14,6	0,4	3,2
Szikesedés	C _s	34,6	20,8	20,4	0,8	76,6	14,8	2,1	2,3	52,7	0,9	3,8
Talajszennyeződés	C _p	4,1	16,2	0,6	-	20,9	0,2	-	0,4	1,8	-	18,5
Savanyodás	C _a	1,7	2,9	1,2	-	5,8	1,4	-	0,1	4,1	-	0,2
Kémiai degradáció összesen	C	93,1	103,3	42,1	0,8	239,3	61,8	70,3	7,0	73,2	1,3	25,7
							12%	12%	29%	4%	10%	1%
Tömörödés	P _c	34,9	22,1	11,3	-	68,3	18,2	4,0	1,0	9,8	2,3	33,0
Belvízvesztés	P _w	6,0	3,7	0,8	-	10,5	0,5	3,9	4,9	0,4	-	0,8
Szerves talajok felszínstülledése	P _s	3,3	1,0	0,2	-	4,5	-	-	-	1,9	-	2,6
Fizikai degradáció összesen	P	44,2	26,8	12,3	-	83,3	18,7	7,9	5,9	12,1	2,3	36,4
							4%	4%	3%	4%	2%	2%
Mindösszesen	T	749,0	910,3	295,8	9,6	1.964,4	494,4	243,2	158,1	747,1	102,8	218,8
							38%	46%	15%	1%	100%	25%
							25%	12%	8%	38%	5%	12%

2. táblázat
Világ gabona vetésterülete

Év	Vetésterület (ha/1 lakás)
1950	0,23
1960	0,21
1970	0,18
1980	0,16
1990	0,13
1996	0,12

3. táblázat
Világ gabona termése

Év	Termés (kg/1 lakás)
1950	247
1960	271
1970	291
1980	321
1990	335
1996	319

4. táblázat
Természetvédelmi területek a szárazföld százalékában

Kontinensek	Terület a szárazföld %-ában
Világ összesen	7,1
Afrika	4,9
Ázsia	4,4
Észak- és Közép-Amerika	10,2
Dél-Amerika	6,3
Európa	8,9
Óceánia	11,7

5. táblázat
Magyarország agroökológiai potenciálját meghatározó talajtani tényezők területi megoszlása

Tényező	Hektár	%
<i>Talajképző kőzet</i>		
1. Glaciális és alluviális üledékek	3.433.430	37,7
2. Lössös üledékek	4.373.920	48,0
3. Harmadkori és idősebb üledékek	681.440	7,5
4. Nyirok	151.660	1,7
5. Mészkö, dolomit	238.950	2,6
6. Homokkő	11.430	0,1
7. Agyapala, fillit	28.530	0,3
8. Gránit, porfir	9.740	0,1
9. Andezit, riolit, bazalt	179.350	2,0
<i>A talaj kémhatása és mészállapota</i>		
1. Erősen savanyú talajok	1.228.930	13,5
2. Gyengén savanyú talajok	3.848.550	42,4
3. Szénsavas meszet tartalmazó talajok	3.493.090	38,4
4. Nem felszíntől karbonátos szikes talajok	385.260	4,2
5. Felszíntől karbonátos szikes talajok	153.620	1,7
<i>Fizikai talajfélések</i>		
1. Homok	1.437.230	15,8
2. Homokos vályog	875.460	9,6

3. Vályog	3.932.320	43,2
4. Agyagos vályog	1.692.630	18,6
5. Agyag	632.840	6,9
6. Tőzeg, kotu	117.560	1,3
7. Nem, vagy részben mállott durva vázrészek	421.410	4,6
<i>A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai</i>		
1. Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok	957.420	10,5
2. Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok	1.009.910	11,1
3. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	2.264.230	24,9
4. Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	1.735.640	19,1
5. Közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok	571.080	6,2
6. Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok	1.349.750	14,9
7. Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, Igen kedvezőtlen, extrémén szélsőséges vízgazdálkodású talajok	329.210	3,6
8. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó képességű talajok	117.560	1,3
9. Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok	774.650	8,5
<i>Szervesanyagkészlet, t/ha</i>		
1. 0-50	481.750	5,3
2. 50-100	1.915.130	21,0
3. 100-200	2.596.270	28,5
4. 200-300	1.923.590	21,1
5. 300-400	1.887.270	20,7
6. 400-	305.440	3,4
<i>A termőréteg vastagsága (kő, kavics, talajvíz)</i>		
1. 0-20 cm	25.780	0,3
2. 20-40 cm	445.260	4,9
3. 40-70 cm	480.310	5,3
4. 70-100 cm	370.630	4,0
5. 100-	7.787.470	85,5
Összesen	9.109.450	100,0
Vízfelület	95.900	
Városok területe	98.150	
Az ország összterülete	9.303.500	

6. táblázat
A gabonafélék összes termése Magyarországon (millió tonnában)

Év	Termés, millió tonna	Év	Termés, millió tonna
1982	14,9	1994	11,7
1990	12,5	1995	11,2
1991	15,7	1996	11,3
1992	9,9	1997	14,1
1993	8,5	1998	13,0

7. táblázat

Földhasználat művelési ágak szerint

Művelési ág	1982	1990	1994	1998
Szántó	50,3	50,7	50,7	50,6
Kert, gyümölcsös, szőlő	6,7	6,2	2,8	3,6
Gyep	13,8	12,7	12,3	12,3
Erdő	17,5	18,2	19,0	19,0
Nádas, halastó	0,7	0,7	0,7	0,8
Művelés alól kivont terület	11,0	11,5	14,5	13,6

10. táblázat

Védett területek Magyarországon, 1999

Védett terület	Összesen	Összterület	
		ezer ha	%
Nemzeti park	9	441	4,7
Tájvédelmi körzet	37	342	3,7
Természetvédelmi terület	145	26	0,3
Helyi védett terület	1067	36	0,4
Összesen	1259	845	9,1

8. táblázat

Vízkihasználás Magyarországon, 1995

	km ³
Csapadék	64,2
Párolgás	59,3
Országba belépő éves vízmennyiség	118,3
Összes készlet	123,2

11. táblázat

Országos jelentőségű védett területek művelési ágainak megoszlása Magyarországon, 1999

Művelési ág	Nemzeti park	Tájvédelmi körzet	Természetvédelmi terület	Összesen
Erdő	39	55	41	46
Rét és legelő	29	22	28	26
Szántó	11	15	6	12
Művelés alól kivont terület	14	6	10	11
Egyéb	7	2	15	5
Összesen	100	100	100	100

9. táblázat

Aszályllyal érintett terület nagysága Magyarországon

Év	Százalékos megoszlás
1985	6
1990	91
1992	99
1993	84
1994	72
1995	42
1996	9
1997	0
1998	9

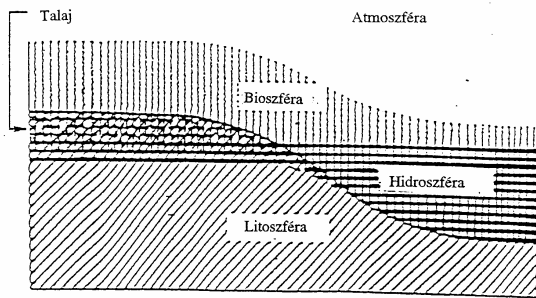
12. táblázat

A talaj termékenységét gátló tényezők Magyarországon
(1:500 000 méretarányú térkép területi adatai)

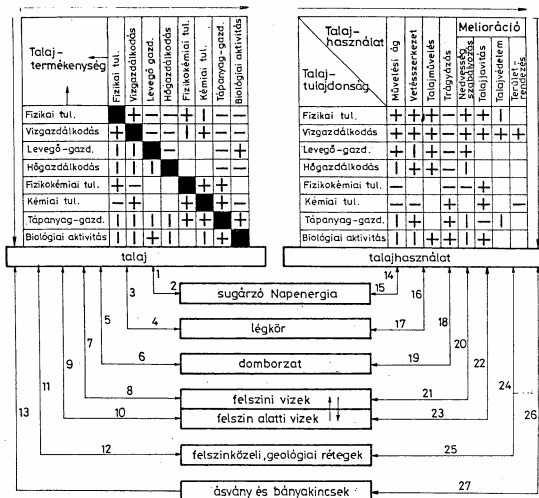
A talaj termékenységét gátló főbb tényezők	Terület, 1000 ha-ban	Mező- és erdőgazdaságilag művelt területek %-ában	Magyarország összterületének %-ában
1. Nagy homoktartalom	746	8,9	8,0
2. Savanyú kémhatás	1200	14,3	12,8
ebből: erodált felszínközeli tömör kőzet	348 67	4,2 0,8	3,7 0,7
3. Szikesedés	757	9,0	8,1
4. Szikesedés a mélyebb talajrétegekben	245	2,9	2,6
5. Nagy agyagtartalom	630	7,5	6,8
6. Láposodás, mocsarasodás	161	1,9	1,7
7. Erózió	1455	17,4	15,6
ebből: savanyú kémhatású	348	4,2	3,7
8. Felszínközeli tömör kőzet	217	2,6	2,3
ebből: savanyú kémhatású	67	0,8	0,7
Összesen:	4996*	59,5*	53,5*

* A savanyú kémhatású erodált területek, illetve a felszínközeli savanyú kémhatású tömör kőzet csak az egyik tényezőnél számításba véve

1. ábra: Talaj a szférák kölcsönhatásának zónájában

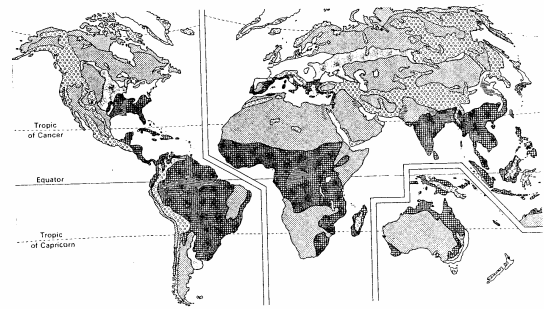


2. ábra: A talaj, a talajhasználat, valamint a többi természeti erőforrás közti összefüggés vázlata

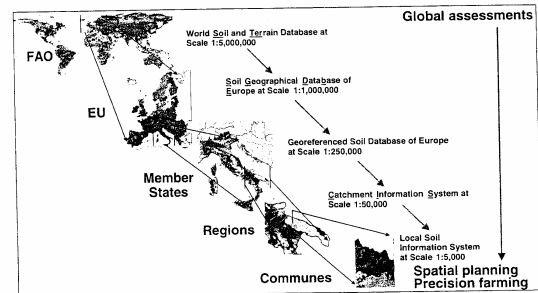


Számok magyarázata: 1. A talaj hőgazdálkodásának befolyásolása. 2. A sugárzó napenergia-elnyelés mértékének befolyásolása (szín, érdesség, növényborítottság stb.). 3. Meteorológiai viszonyok hatása a talaj víz-, levegő- és hőgazdálkodására, anyagforgalmára. 4. Evapotranszpiráció, légszennyeződés a talajból. 5. Domborzat hatása a talaj vízgazdálkodására, vízmosások, mikrodomborzat. 6., 7. Árvizek vízborítása és üledék-telepítése. 8. Felszíni vizek táplálása, "szennyezése" oldott anyagokkal, lebegtetett üledékekkel, esetleg görgetett hordalékkal. 9. A talaj nedvesség- és anyagforgalmának befolyásolása (sófelhalmozódás, szikesedés stb.). 10. "Szennyezés" a talajból kilügződő anyagokkal. 11. Talajképződés "alapanyaga" (talajképző kőzet), sófelhalmozódás a mélyebb rétegekből. 12. Talajból kilügződő anyagokkal történő "feldúsulás". 13. Talajjavító anyagként történő felhasználás. 14. Racionális művelési ág és vetésszerkezet befolyásolása. 15. Napenergia-elnyelés mértékének befolyásolása (érdesség fokozása, megfelelő növényállomány, talajtakarás). 16. Racionális művelési ág, vetésszerkezet és agrotechnika meghatározása, erős befolyásolás. 17. Evapotranszpiráció és a légkörbe jutó szennyező anyagok mennyiségének befolyásolása (pl. szélérzítő elleni védelem stb.). 18. Racionális művelési ág, vetésszerkezet és agrotechnika jelentős mértékű befolyásolása. 19. Rónázás, felhasználás, talajművelés (egyirányú, rétegvonalak menti szántás stb.). 20. Racionális művelési ág, vetésszerkezet és agrotechnika befolyásolása: nedvességszabályozás feladatainak meghatározása pl. árvízvédelem, belvízrendezés stb.). 21. Felszíni vizek "táplálásának" (árhullámok, belvízvesztés) és "terhelésének" (mezőgazdasági területekről származó oldott és lebegtetett anyagok mennyisége) meghatározása. 22. Racionális művelési ág, vetésszerkezet és agrotechnika befolyásolása, nedvességszabályozás feladatainak meghatározása (drénezés). 23. Talajvíz-táplálás, valamint a talajvíz-"szennyezés" mértékének meghatározása, erős befolyásolása (műtrágyák, növényvédőszer, gyomirtó szerek). 24. Erózió-érzékenység, sekély termőrétegű talajok esetében a racionális művelési ág, vetésszerkezet és agrotechnika befolyásolása, alapkövetig erodált területeken a rekultiváció lehetőségeinek meghatározása. 25. Talajból kilügződő anyagokkal történő "feldúsulás" befolyásolása. 26. Rekultiváció szükségességének és lehetőségeinek meghatározása, talajjavító anyagkénti felhasználás. 27. Ásványi talajjavító anyagok iránti igény meghatározása.

3. ábra: A Föld nagy talaj zónái



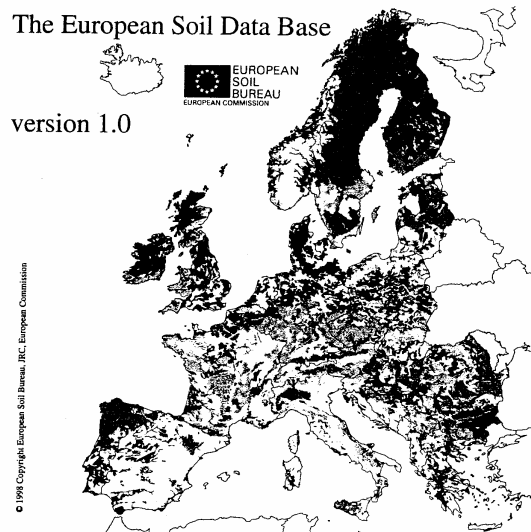
4. ábra: Talajtani információk és talajhasználati döntések különböző szintjei (European Soil Bureau, Bureau Report No. 6., 1999)



5. ábra: Európai talajtani adatbázis (CD-ROM)

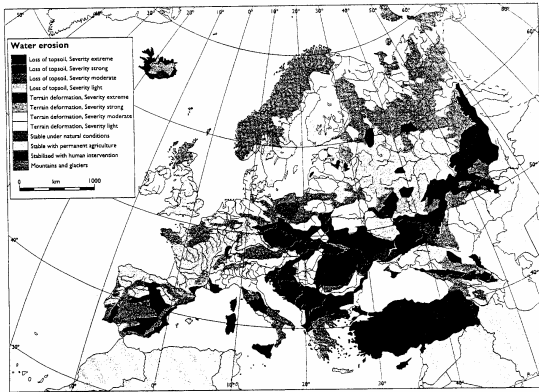
The European Soil Data Base

version 1.0

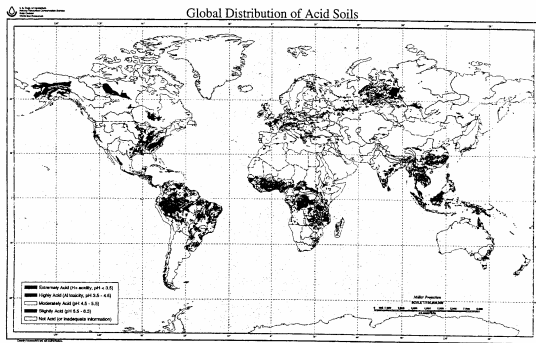


© 1998 Copyright European Soil Bureau, JRC, European Commission

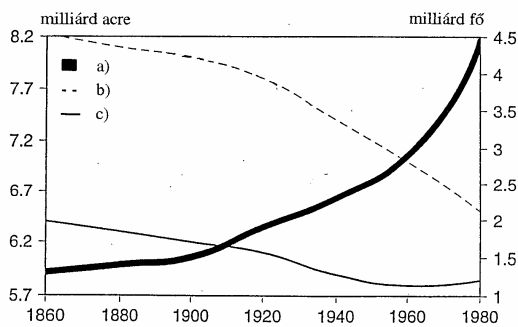
6. ábra: A víz-okozta talajerózió globális elterjedése



7. ábra: Savanyú talajok elterjedése a Földön

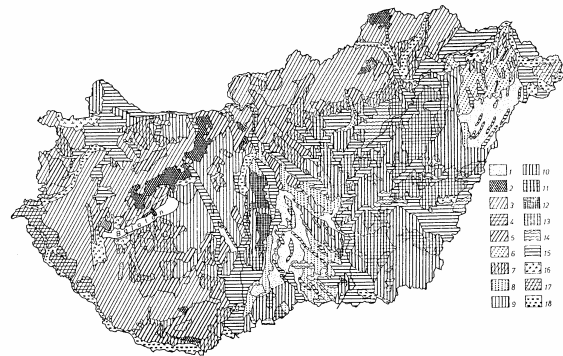


8. ábra: A Föld lakosságának (milliárd fő) és az erdők területének (milliárd acre) alakulása



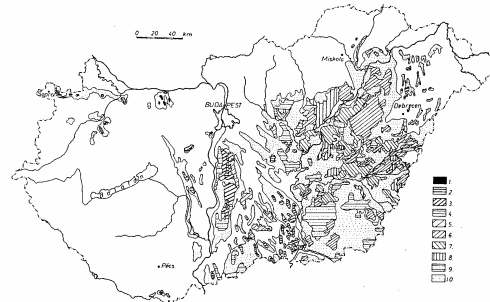
a) Népeség. b) Trópusi erdők. c) Mérsékelt égövi erdők.

9. ábra: Magyarország genetikai talajtérképe



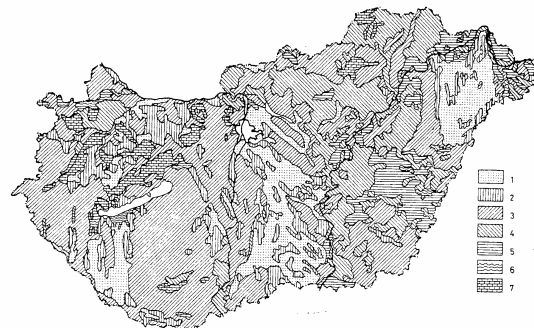
1. Futóhomok. 2. Rendzina. 3. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj. 4. Pseudoglejes barna erdőtalaj. 5. Barnaföld, Ramann-féle barna erdőtalaj. 6. Kovárványos barna erdőtalaj. 7. Csernozjom barna erdőtalaj. 8. Csernozjom jellegű homok.

10. ábra: Magyarország szikes talajainak térképe



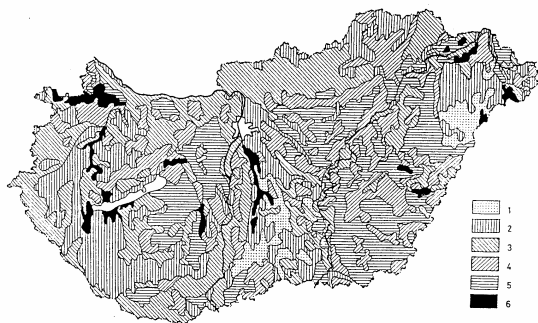
1. Klorid-szulfátos szoloncsák. 2. Szódás szoloncsák. 3. Szódás szoloncsák-szolonyc. 4. Karbonátos réti szolonyc. 5. Karbonátos szolonycetes réti talaj. 6. Réti szolonyc. 7. Sztjeppesedő réti szolonyc. 8. Szolonycetes réti talaj. 9. Mélyben sós talajok. 10. Potenciális szikes talajok.

11. ábra: Magyarország fizikai talajfőleség térképe (Az 1:100 000 méretarányú térkép egyszerűsített vázlata)



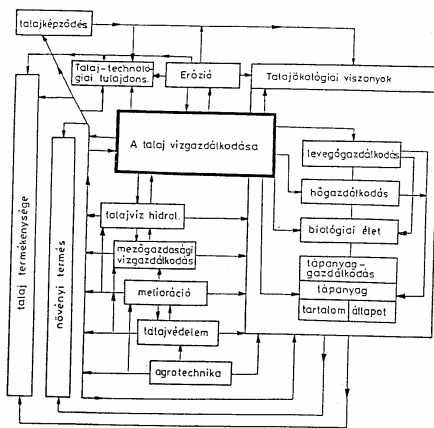
1. Homok. 2. Homokos vályog. 3. Vályog. 4. Agyagos vályog. 5. Agyag. 6. Tőzeg, kotu. 7. Nem, vagy részben mállott durva vázrészek.

12. ábra: Magyarország talajainak szervesanyagkészlete (t/ha)
(Az 1:00 000 méretarányú térkép egyszerűsített vázlatja)

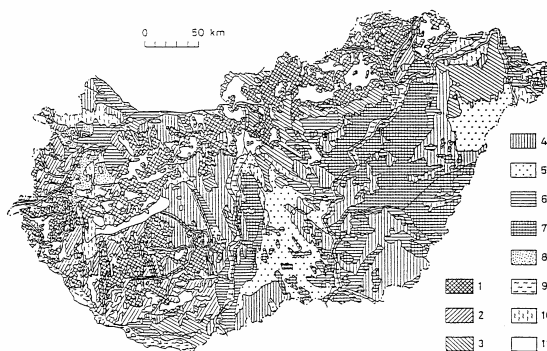


1. < 50. 2. 50-100. 3. 100-200. 4. 200-300. 5. 300-400. 6. > 400.

13. ábra: A talaj vízgazdálkodásának ökológiai összefüggései és befolyásolási lehetőségei

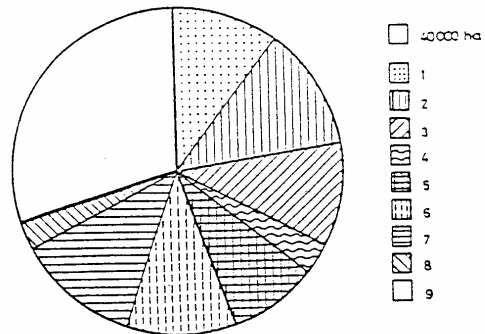


14. ábra: Magyarország talajainak vízháztartási típusai



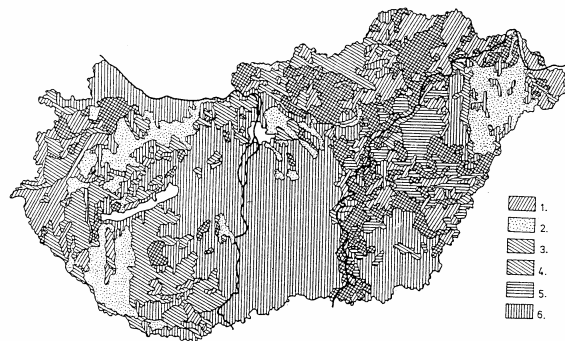
1. Erős felszíni lefolyás típusa. 2. Erős lefelé irányuló vízmozgás típusa. 3. Mérsékelt lefelé irányuló vízmozgás típusa. 4. Egyensúlyi vízmérleg típusa. 5. „Áteresztő” típus. 6. Felfelé irányuló vízmozgás típusa. 7. Szélsőséges vízháztartás típusa. 8. Sekély fedőréteg miatt szélsőséges vízháztartás típusa. 9. Felszíni vízfolyások hatása alatt álló típus. 10. Rendszeres felszíni vízborítás alatt álló típus. 11. Erdőterületek.

15. ábra: Kedvezőtlen, közepes és jó vízgazdálkodású talajok megoszlása Magyarországon



1-5. Kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok. A kedvezőtlen vízgazdálkodás oka: 1. Szélsőségesen nagy homoktartalom. 2. Szélsőségesen nagy agyagtartalom. 3. Szikesedés. 4. Láposodás. 5. Sekély termőréteg. 6-7. Közepes vízgazdálkodású talajok. A közepes vízgazdálkodás oka: 6. Nagy homoktartalom. 7. Nagy agyagtartalom. 8. Mérsékelt szikesedés a talaj mélyebb rétegeiben. 9. Jó vízgazdálkodású talajok.

16. ábra: Magyarország talajainak érzékenysége savanyodásra



1. Erősen savanyú talajok. 2. KISS pufferkapacitásuk következtében savanyodásra erősen érzékeny talajok. 3. Közepes pufferkapacitásuk következtében savanyodásra közepesen érzékeny talajok. 4. Nagy pufferkapacitásuk következtében savanyodásra mérsékelt érzékeny talajok. 5. Savanyodásra kevésbé érzékeny, nem karbonátos szikes talajok. 6. Savanyodásra nem érzékeny, felszíntől karbonátos talajok.

