TUDOMÁNYOS CIKK

# *A természeti erőforrások fenntarthatósága: mi van, ha nincs?*

**Németh Tamás – Várallyay György**

**Kulcsszavak: természeti erőforrások, multifunkcionális talaj, degradációs folyamatok, szélsőséges vízháztartás, fenntartható talajhasználat.**
**JEL Classification: Q24, Q32, Q33.**

## ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

**A talaj – mint feltételesen megújuló multifunkcionális természeti erőforrás – képes a fenntarthatóság (fenntartható fejlődés) érdekében elvárt funkcióit hosszú távon is teljesíteni, ha rezilienciájának (természetes megújuló képességének) feltételeit biztosítják. Ezek közül legfontosabbak a következők:**

**• Ésszerű földhasználat: A termőhelyi adottságok és a termeszteni kívánt növények termőhelyi igényeinek eddiginél sokkal jobb összehangolása (racionális művelési ág, vetésszerkezet és agrotechnika).**

**• Talajdegradációs folyamatok megelőzése, mérséklése.**

**• A felhasználásra nem kerülő biomassza minél teljesebb körű visszacsatolása a természetes anyagforgalom körfolyamatába (recycling).**

**• A talaj felszínére jutó víz talajba szivárgásának és talajban történő hasznos tározásának elősegítése, ezáltal a szélsőséges vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés, aszály) kialakulásának megelőzése, kivédése, mérséklése.**

**• Ésszerű növényi tápanyag-ellátási rendszer.**

**• Talajszennyez(őd)és megelőzése, kezelése, „hatástalanítása".**

**A természeti erőforrásokkal történő fenntartható gazdálkodás alapvető célja a „geológiai alapkőzet–víz–talaj–bióta–növényzet–felszín közeli atmoszféra" kontinuumban végbemenő anyag- és energiaforgalmi folyamatok szabályozása. Ennek elmaradása (meghiúsulása, elhanyagolása, csorbítása, „lealkudása") esetén azonban a talaj „elfogyása", multifunkcionalitásának zavarai, termékenységének/termőképességének csökkenése következhetnek be. Ilyenkor derül ki igazán, hogy mi van, ha nincs! Ezért kell biztosítani a fenntarthatóság feltételeit minden szférában, minden döntési szinten, minden szakterületen, minden erővel. Mégpedig prioritást érdemlő össztársadalmi célkitűzésként!**

## BEVEZETÉS

A Föld kialakulásától kezdve fokozatosan alakultak ki azok a természeti erőforrások, amelyek az élővilág – benne az ember – életfeltételeit biztosítják, életét lehetővé teszik. Hogy mikortól kezdve, azt nem tudni pontosan, s hogy meddig, arra is csak aggódó sejtések vannak. A kezdetek a Biblia Ótestamentumában (*Mózes I. könyve*) – a korszerű evolúcióelmélettel összhangban – tömören és szemléletesen megtalálhatók a teremtés harmadiktól hatodik napjának leírásában.

*Harmadik nap:* „gyűljenek egybe az ég alatt való vizek egy helyre, hogy teljék meg a száraz" – *föld, tenger.*

„Hozzon a föld gyenge füveket, maghozó füveket, gyümölcsfákat (melyek az ő nemek szerint való gyümölcsöket hozzanak)" – *növényzet.*

*Negyedik nap:* „Hozzanak a vizek úszó élő állatokat és az madarak repdessenek az föld felett" – *állatvilág.*

*Ötödik nap:* „Hozzon a föld az ő nemek szerint való állatokat, barmokat, csúszómászó állatokat és földi vadakat" – *állatvilág.*

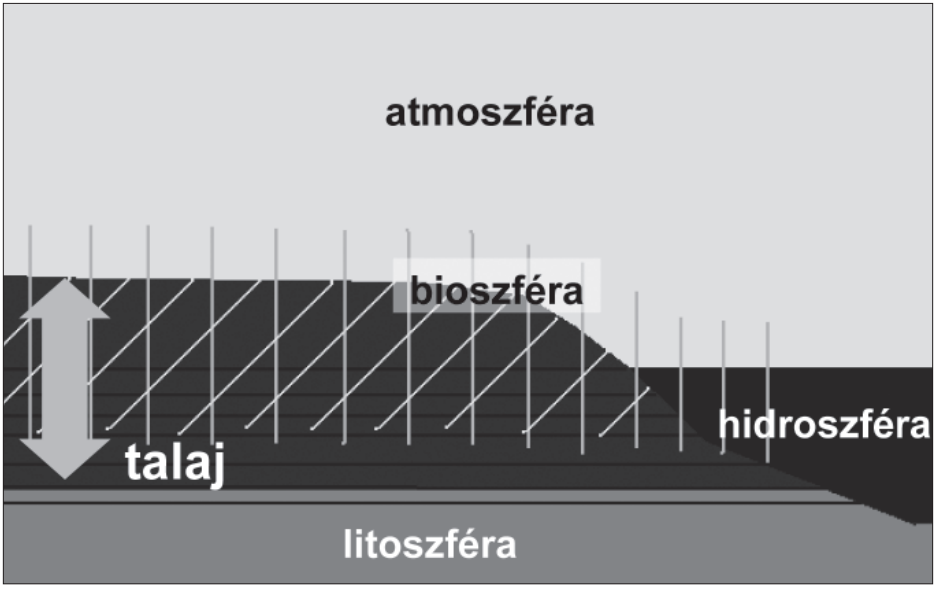
*Hatodik nap:* „Teremtsünk embert a mi ábrázatunkra és az mi hasonlatosságunkra és uralkodjék az tengernek halain, az égen repdeső madarakon, az barmokon és a földön csúszómászó minden állatokon" – *ember.*

Mi más ez, mint fenntarthatóság? Ember nélkül, majd emberrel. A „mi van, ha nincs?" kérdésre nem emlékezhetünk, csak – igaz egyre pontosabban – következtethetünk. Minden egymást követő, egyre magasabb rendű tényező, majd szervezet egyre inkább hasznosította (kihasználta) az elődöket, s egyre sokoldalúbban és erősebben hatott azokra a szférák kölcsönhatásának zónájában (1. ábra).

E hatások az ember megjelenésével, majd a civilizációs fejlődéssel gyorsan és nagymértékben, az utóbbi év(tized)ekben robbanásszerűen felerősödtek, s felvetették a fenntarthatóság (idő)korlátainak kérdését: Meddig lehet „fejlődni"? S mi van, ha valami eltűnik, elfogy, elromlik, „mi van, ha nincs"? Vannak-e idő-, tér-, tudásbeli korlátaink, s ezek mikor, hol, hogyan, milyen mértékben jelentkeznek? Megelőzhetők, kivédhetők, mérsékelhetők, lassíthatók, befolyásolhatók-e? S hogyan? Ezek a természeti erőforrások s az élet *„fenntarthatóságának"* alapkérdései (*Bulla – Tamás, 2006; Horn et al., 2006; Jones et al., 2005; Várallyay, 2012b*). S ezekre kell egy fenntartható erőforrás-hasznosítási stratégiának választ adnia, mégpedig minden döntéshozói szinten: globális–kontinentális–regionális–

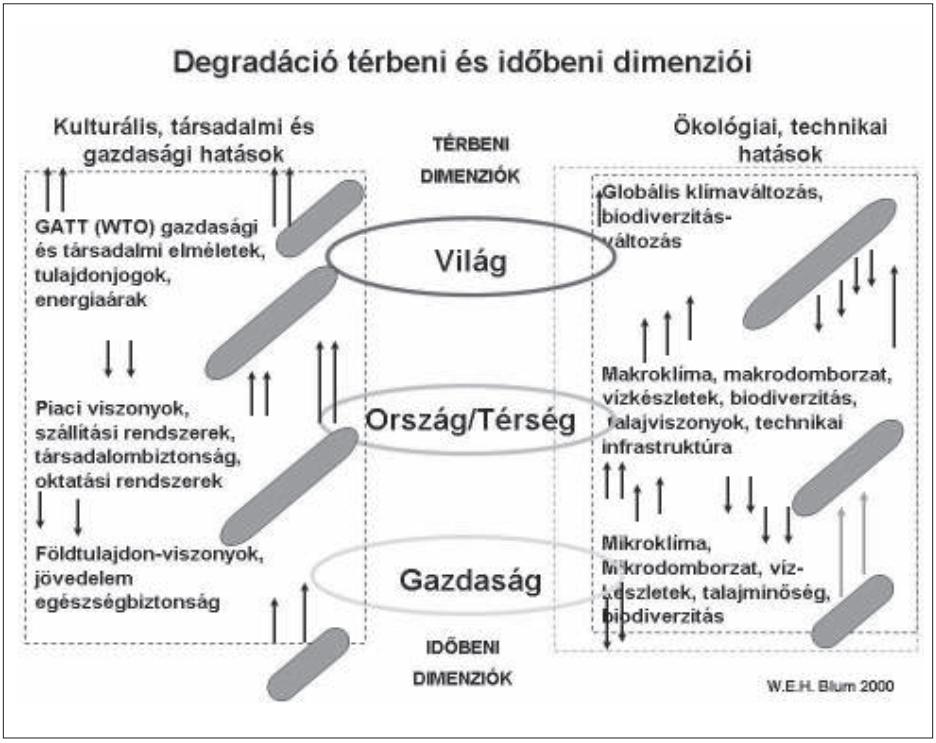
**1. ábra**

**Talaj a szférák kölcsönhatásának zónájában**



**2. ábra**

**Természeti erőforrások hasznosításának térbeli és időbeni dimenziói**




országos–térségi–települési–üzemi–tábla szinten egyaránt (2. ábra).

Minden társadalom deklarált célkitűzése, hogy tagjainak megfelelő életkörülményeket biztosítson. Más kérdés, hogy ezt hol, mikor, milyen mértékig és milyen feltételek között képes megvalósítani, miképpen tudja a célhoz vezető út feladatait világosan, egyértelmű, vonzó és reális koncepciókban, programokban megfogalmazni, s azok megvalósítására mennyire képes a társadalmat mozgósítani.

Az *emberi élet minőségének jellemzőit* illetően a különböző társadalmak tagjainak véleménye emberi karakterüktől, a természeti és gazdasági viszonyoktól, szociális körülményektől, történelmi hagyományoktól, egyéni és csoportérdekektől függően nagymértékben különbözik, s időben is jelentősen változik.

Három feltételt illetően azonban szinte teljes az egyetértés. Ez a három tényező

- a megfelelő mennyiségű, egészséges élelmiszer;
- a jó minőségű, tiszta víz;
- a kellemes környezet.

Mindhárom szoros és sokoldalú összefüggésben van a talaj- és vízkészletekkel, illetve azok fenntartható használatával.

A Föld felszínét és mélyét az ember ősidőktől fogva megváltoztatja. A föld felszínére épít, azon él, közlekedik, állatot tart, többé vagy kevésbé mesterséges környezetet alakít ki. A talajon növényt termeszt; a kőzetek pórusaiból vizet vagy szénhidrogéneket, a föld mélyéből ásványkincseket termel ki; helyükre esetleg hulladékokat helyez el. Az okozott változások néha már olyan mértékűek, hogy nemcsak e tevékenységeket korlátozzák, akadályoz-

zák, hanem az ember(iség) létét, életét veszélyeztetik.

A talaj termékenységét hasznosítva állítjuk elő élelmiszereink túlnyomó részét, ipari nyersanyagaink, sőt energiaforrásaink jelentős hányadát, használva ehhez pazarlóan vagy takarékosan, ésszerűen vagy ésszerűtlenül, kímélve vagy kizsarolva a vízkészleteket, alakítva s gyakran nagymértékben befolyásolva a tájat, a természetes környezetet.

Mindezek alapján fogalmazható meg a 2005. évi „Föld évi" üzenet: „Talaj- és vízkészleteink megbecsülése, ésszerű és *fenntartható* használata, megóvása az életminőség javításának egyik feltétele, ami össztársadalmi érdek!" (*Németh et al., 2005; Várallyay, 2005b*).

## FENNTARTHATÓ TERMÉSZETI ERŐFORRÁS-HASZNOSÍTÁSI STRATÉGIA

A *„fenntartható fejlődés"* kifejezés már eleve magában foglalja a pillanatnyi és a hosszú távon fenntartható *termelés,* valamint a következő generációk megfelelő életminőségét is szavatoló *környezetvédelem* feloldható ellentmondásait és nehezen kivédhető, inkább csak tolerálható konfliktusait. Megvalósításában komoly regionális, térségi, nemzeti, szociális (s így természetesen politikai) érdekek, pillanatnyi, rövid távú és távlati elképzelések ütköznek, gyakran konfrontálódnak. A fenntartható fejlődésnek azonban gyakorlatilag nincsen alternatívája, tehát annak biztosítása a legszélesebb értelemben vett *össztársadalmi érdek*.

Egy fenntartható természeti erőforrás-hasznosítási stratégia és koncepció kidolgozásánál olyan kérdésekre kell tudományosan megalapozott és társadalmilag elfogadható válaszokat, válaszalternatívákat kidolgozni, mint hogy mely területeket (hol, mekkora, milyen területeket) milyen célra lehet, ésszerű, célszerű, indokolt vagy kell hasznosítani, s ez hogyan (milyen módszerekkel, milyen áron, milyen haszonnal, milyen következményekkel vagy áldozatokkal) lehetséges.

A stratégiának *megfelelő* rövid, közép- és hosszú távú akcióprogrammal kell rendelkeznie, s erre tudományosan megalapozott, gazdaságilag jól indokolt, konkrét és részletes intézkedési terveket kell tartalmaznia. A törvényeknek, rendeleteknek, gazdasági érdekeltségi rendszereknek erre kell ösztönöznie, sőt ha kell, kényszerítenie. Lehetőleg ne büntető szankciókkal, hanem észérvekre és a természet csodálatos belső logikájára és szabályozó mechanizmusára alapozottan, nem pedig azokat megerőszakolva, s számítva a társadalom egészének közreműködésére. Mindez *paradigmaváltást, új szemléletet* tesz szükségessé a kutatásban, oktatásban, nevelésben, tudatformálásban, szaktanácsadásban, innovációban egyaránt (*Bulla – Tamás, 2006; Horn et al., 2006; Németh et al., 2005; Várallyay, 2002a; 2005b; 2014*).

## A TALAJ SZEREPE A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSBEN

*A talaj Földünk egyik legjelentősebb feltételesen megújuló (megújítható) természeti erőforrása* (*Greenland – Szabolcs, 1993; Jones et al., 2005*). (Különösen érvényes ez – egyéb természeti erőforrásokban szegény – hazánkra, Magyarországra!) A talaj *ésszerű és szakszerű használata* során nem változik irreverzíbilisen, „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 a melioráció/rekultiváció (*Várallyay, 2010a*).

A talaj három specifikus és egyedülálló tulajdonsággal rendelkezik.

• *Termékenység:* képes a talajban, talajon vagy a talajjal kapcsolatban lévő élő

szervezetek (bióta, természetes növényzet, termesztett kultúrák) alapvető életfeltételeit (talaj), ökológiai igényeit (elsősorban vízés tápanyagellátását) többé vagy kevésbé kielégíteni (*Láng et al., 1983*).

• *Megújuló képesség („resilience"):* képes bizonyos stresszhatások okozta károsodást/sérülést követően megújulni, s – eredetihez közeli – állapotába visszatérni. Ez a tulajdonság nyújt lehetőséget arra, hogy a megújulás feltételeinek biztosításával *a talaj nem akadályozza a fenntarthatóság koncepciójának* érvényesítését. Más kérdés, hogy ezeket a feltételeket mennyire (hol, meddig, hogyan) lehet biztosítani (*Greenland – Szabolcs, 1993*).

• *Multifunkcionalitás* (*Várallyay, 2002a*).

A társadalom egyre inkább igénybe veszi, a fenntartható fejlődés egyre inkább épít a talaj sokoldalú funkcióira, amelyek közül legfontosabbak a következők:

*a)* Feltételesen megújuló természeti erőforrás.

*b)* A talaj *több természeti erőforrás* (sugárzó napenergia, légkör, felszíni és felszín alatti vízkészletek, biológiai erőforrások) együttes *hatását* ötvözve és *közvetítve* biztosít „életteret" a benne élő mikroorganizmusoknak, talajlakó állatoknak, illetve „termőhelyet" a rajta vagy benne élő növényeknek, természetes növényzetnek vagy termesztett kultúráknak. Ily módon a talaj a *természet hatalmas biológiai reaktorának, transzformátorának* tekinthető, amely a földi lét egyik nélkülözhetetlen feltétele, a bioszféra pótolhatatlan mozaikja.

*c)* A talaj *a növényi biomassza-termelés alapvető közege*, s mint ilyen, a *mezőgazdaság legfontosabb termelőeszköze, a bioszféra primer tápanyagforrása*.

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

*e)* A talaj *a bioszféra nagy kiegyensúlyozó képességgel (pufferkapacitással) rendelkező eleme,* amely egy *bizonyos határig* képes mérsékelni, tompítani a talajt érő különböző stresszhatásokat.

*f)* A talaj *a természet hatalmas „szűrőrendszere"* és *detoxikáló rendszere,* amely képes a talaj felszínére vagy a talajba jutó szennyező anyagoktól a felszíni, de elsősorban felszín alatti vízkészleteket „megvédeni", s ezáltal azok sokoldalú hasznosíthatóságát lehetővé tenni.

*g)* A talaj *a bioszféra hatalmas génrezervoárja,* számos (sőt pontosabban inkább számtalan!) faj természetes élőhelye, így feltétele és biztosítéka a természet *biológiai* (faj-) *diverzitásának*.

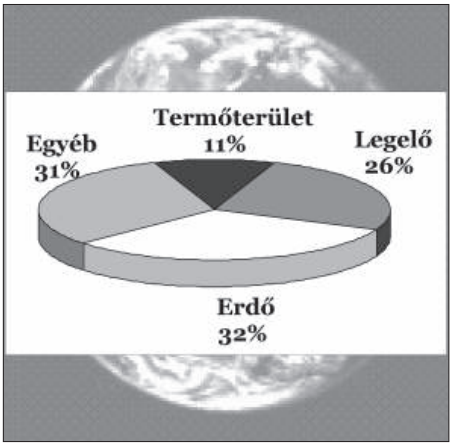
*h)* Végül a talaj *„hordozza"* (fedi, őrzi, konzerválja) *természeti és társadalmi történelmünk számos fennmaradt* „dokumentumát", amelyek a mai technika nyújtotta eszközök felhasználásával egyre inkább, egyre részletesebben és egyre meggyőzőbben adnak felvilágosítást múltunkról, történelmünkről.

A felsorolt funkciók fontossága, jelentősége, „súlya" térben és időben egyaránt változott és változik ma is. Hosszú időn keresztül csak a biomassza-termeléssel kapcsolatos *a), b)* és *c)* funkciók voltak fontosak.

**1. táblázat**
**A világ megművelt területeinek növekedése 1850–1980 között**

| Földrész/ország | |
|---|---|
| Dél-Ázsia | 296% |
| Délkelet-Ázsia | 770% |
| Európa | 96% |
| Észak-Amerika | 409% |
| Kína | 179% |
| Latin-Amerika | 777% |
| Szovjetunió | 247% |
| Trópusi Afrika | 388% |
| Összesen | 279% |

**3. ábra**
**A földterület használatának alakulása világviszonylatban**




Jól mutatja ezt a Föld megművelt területeinek változását és művelési ágak jelenlegi megoszlását bemutató 1. táblázat és 3. ábra.

Az utóbbi években különösen felértékelődtek a környezet minőségével kapcsolatos *d), e), f)* és *g)* funkciók. Hogy hol és mikor melyik funkciót, milyen módon és milyen mértékben hasznosítja az ember, az az adott gazdasági helyzettől, szocioökonómiai körülményektől, politikai döntésektől, az ezek által megfogalmazott céloktól, „elvárásoktól" függ. Ezek pedig gyakran változnak, mint ezt a kihívásokat megfogalmazó jelszavak utolsó 60 évben bekövetkezett változásai szemléletesen tükrözik: „Termesszünk mindent ott, ahová való!" „Termelj többet, jobban élsz!" „Termelj olcsóbban!" „Termelj minőséget!" „Termelj környezetkímélően!" „Termelj jövedelmezően!" „Ne termelj!" (*Láng et al., 1983; Várallyay, 2010c*).

A mai kor számos új kihívást fogalmaz meg: földrajzilag és társadalmilag egyenlőtlen fejlődés (polarizáció); az (egyenlőtlenül) növekvő népesség fokozódó és egyre sokoldalúbbá váló élelmiszer-, víz- és energiaigényének minél teljesebb körű kielégítése; fenntarthatóság – versenyképesség; klímaváltozás; globalizáció – környezeti sokszínűség, biodiverzitás; levegő- víz-, talaj- és élővilág-szennyeződés; élhető környezet. Ezekre a talaj, illetve a fenntartható talajhasználat csak az említett három specifikus sajátosság racionális kihasználásával képes megfelelően és eredményesen reagálni, azoknak megfelelni.

Sok esetben egy-egy funkció karaktere (tér- és időbeni variabilitása, változékonysága/stabilitása/kontrollálhatósága, határfeltételei, korlátai) nem – vagy nem megfelelően – kerül figyelembevételre a talajkészletek különböző célú hasznosítása során. Ez pedig sajnos gyakran ésszerűtlen talajhasználathoz, a talaj kizsarolásához, megújuló képességének meghiúsulásához, egy vagy több talajfunkció zavarához, súlyosabb esetben komoly környezetkárosodáshoz vezetett. S ilyen esetekben fordul elő vagy tűnik úgy, hogy a fenntarthatóságnak, illetve a *fenntartható fejődésnek talajtani akadályai* vannak. S a megújulást biztosító „*resilience*" feltételeinek (esetleg kényszerű) elmulasztása esetén tényleg vannak (*Várallyay, 2002b; 2006; 2012b*)!

## A FENNTARTHATÓSÁG TALAJTANI AKADÁLYAI, KORLÁTAI

A Föld jelentős területein korlátozzák a termőhely sokoldalú funkcionalitását, agroökológiai potenciálját, a talaj termékenységét különböző gátló tényezők, amelyek közül a legfontosabbak a következők (*Jones – Montanarella, 2003; Várallyay, 2010b*):

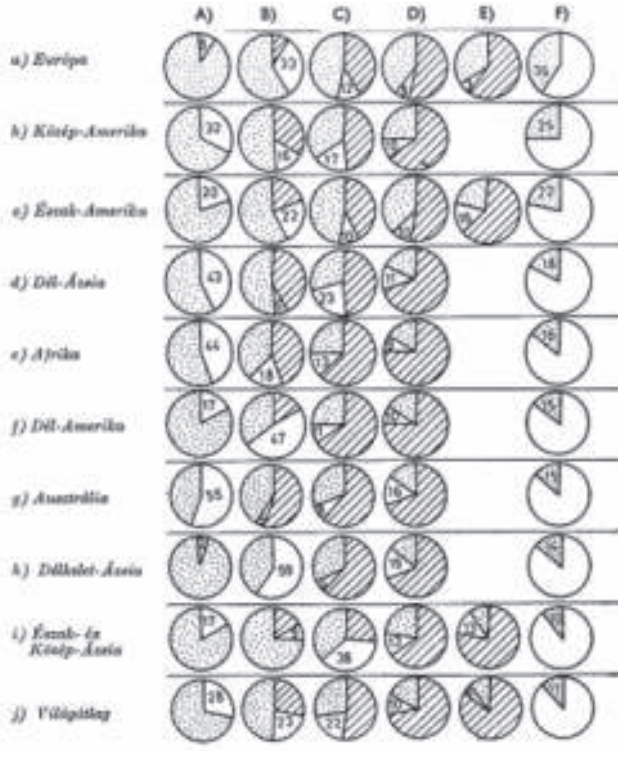
- szárazság;
- tápanyagstressz (hiány vagy túlzott mennyiség);
- sekély termőréteg;
- túl bő nedvességviszonyok;
- állandó fagy.

Az ezek által érintett területek nagyságát a különböző szubkontinenseken mutatja a 4. ábra.

A kép nem ad okot optimizmusra, hiszen bolygónk szárazföldjeinek csupán 11%-án

**4. ábra**

**A Föld agroökológiai potenciálját korlátozó tényezők 5-ös területi aránya. A. Szárazság. B. Tápanyaghiány. C. Sekély termőréteg. D. Túl bő nedvességviszonyok. E. Állandó fagy. F. Nem károsított**




Jelmagyarázat: Fehér körcikk: az adott tényező által érintett terület aránya;
Vonalkázott körcikk: az addig felsorolt tényezők által együttesen érintett terület
Pontozott körcikk: nem érintett terület.

nem korlátozzák a biomassza-termelést ilyen tényezők. Ez azt jelenti, hogy a hasznosított területek kiterjesztése egyre több és nagyobb ilyen akadályba ütközik, amelyek elhárítása, kivédése vagy mérséklése egyre nehezebben megoldható (ha egyáltalán), s egyre költségesebb. Esetleg meg kell elégedni csupán az egyre mostohább körülményekhez történő alkalmazkodással. Ezt a dilemmát a növekvő társadalmi igények kényszere vagy gazdaság(osság)i szempontok döntik el.

A természeti okok vagy az átgondolatlan emberi tevékenység hatására bekövetkező *talajdegradációs folyamatok* a talaj anyagforgalmának (számunkra) kedvezőtlen irányú befolyásolásával a Föld óriási területein károsítanak, akadályozva a talaj multifunkcionalitását, megújuló képességének érvényesülését, csökkentve termékenységét. Ez a minőségi romlás, valamint az általános társadalmi fejlődés óhatatlanul bekövetkező „civilizációs ártalmaként" végbemenő nem termőtalajkénti, más irányú földhasználat, például a talaj *„lefedése"* (építményekkel, út- és vasúthálózattal, repülőterekkel, csatornákkal stb.) okozza a talajkészletek helyenként már-már aggasztó méreteket öltő „fogyását", zsugorodását (*Jones et al., 2005; Jones – Montanarella, 2003*).

**2. táblázat**

**Az emberi tevékenység okozta talajdegradációs folyamatok a Földön**

(M. e.: millió ha)

| Típus | Fokozat | | | | Összesen | Kontinens | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Enyhe | Közepes | Erős | Nagyon erős | | Afrika | D-Amerika | É- és K-Amerika | Ázsia | Ausztrálázsia | Európa |
| Feltalajveszteség | 301,1 | 454,4 | 161,2 | 3,8 | 920,5 | 204,8 | 95,1 | 80,8 | 365,3 | 81,7 | 92,8 |
| Felszín-deformáció | 42,0 | 72,2 | 56,0 | 2,8 | 173,0 | 22,6 | 28,0 | 25,2 | 74,3 | 1,1 | 21,8 |
| Vízerózió összesen | 343,1 | 526,6 | 217,2 | 6,6 | 1093,5<br>56% | 227,4<br>46% | 123,1<br>51,% | 106,0<br>67% | 439,6<br>58% | 82,8<br>81% | 114,6<br>52% |
| Feltalajveszteség | 230,5 | 214,6 | 9,2 | 0,9 | 455,2 | 170,7 | 22,7 | 37,5 | 165,8 | 16,4 | 42,1 |
| Felszín-deformáció | 38,1 | 29,3 | 14,5 | – | 81,9 | 14,3 | 18,4 | 1,7 | 47,5 | – | – |
| Ráfúvás | – | 9,7 | 0,5 | 1,0 | 11,2 | 1,5 | 0,8 | – | 8,9 | – | – |
| Szélerózió összesen | 268,6 | 253,6 | 24,2 | 1,9 | 548,3<br>28% | 186,5<br>38% | 41,9<br>17% | 39,2<br>25% | 222,2<br>30% | 16,4<br>16% | 42,1<br>19% |
| Tápanyagveszteség | 52,7 | 63,4 | 19,9 | – | 136,0 | 45,4 | 68,2 | 4,2 | 14,6 | 0,4 | 3,2 |
| Szikesedés | 34,6 | 20,8 | 20,4 | 0,8 | 76,6 | 14,8 | 2,1 | 2,3 | 52,7 | 0,9 | 3,8 |
| Talajszennyezés | 4,1 | 16,2 | 0,6 | – | 20,9 | 0,2 | – | 0,4 | 1,8 | – | 18,5 |
| Savanyodás | 1,7 | 2,9 | 1,2 | – | 5,8 | 1,4 | – | 0,1 | 4,1 | – | 0,2 |
| Kémiai degradáció összesen | 93,1 | 103,3 | 42,1 | 0,8 | 239,3<br>12% | 61,8<br>12% | 70,3<br>29% | 7,0<br>4% | 73,2<br>10% | 1,3<br>1% | 25,7<br>12% |
| Tömörödés | 34,9 | 22,1 | 11,3 | – | 68,3 | 18,2 | 4,0 | 1,0 | 9,8 | 2,3 | 33,0 |
| Belvízveszély | 6,0 | 3,7 | 0,8 | – | 10,5 | 0,5 | 3,9 | 4,9 | 0,4 | – | 0,8 |
| Szervesanyag-veszteség | 3,3 | 1,0 | 0,2 | – | 4,5 | – | – | – | 1,9 | – | 2,6 |
| Fizikai degradáció összesen | 44,2 | 26,8 | 12,3 | – | 83,3<br>4% | 18,7<br>4% | 7,9<br>3% | 5,9<br>4% | 12,1<br>2% | 2,3<br>2% | 36,4<br>17% |
| Mindösszesen | 749,0<br>38% | 910,3<br>46% | 295,8<br>15% | 9,6<br>1% | 1964,4<br>100% | 484,4<br>25% | 243,2<br>12% | 158,1<br>8% | 747,1<br>38% | 102,8<br>5% | 218,8<br>12% |

*Forrás:* Oldeman et al., 1991

Ez kelti azt a – hamis – látszatot, mintha a talaj egy nem megújuló természeti erőforrás lenne, jóllehet a talaj – megfelelő feltételek biztosítása esetén – képes megújulásra (*reziliencia*). Egy *fenntartható talajhasználatnak* éppen ezeket a feltételeket kell – minél teljeskörűbben – biztosítania (*Greenland – Szabolcs, 1993*).

A talajdegradációs folyamatok kiterjedéséről – a legfelsőbb szintű döntéshozók cselekvésre ösztönző meghökkentésére – a UNEP GLASOD (*GLobal Assessment of SOil Degradation*) Programja keretében sokoldalú és részletes felmérés készült a talajdegradáció típusairól, súlyossági fokozatáról, térbeli kiterjedésének arányáról, a degradációt okozó tényezőkről, valamint a jelenlegi degradáció súlyáról, sebességéről, fenyegető veszélyeiről. A részletes felmérésből mutatunk be egy tömörített összeállítást a 2. táblázatban (*Oldeman et al., 1991*).

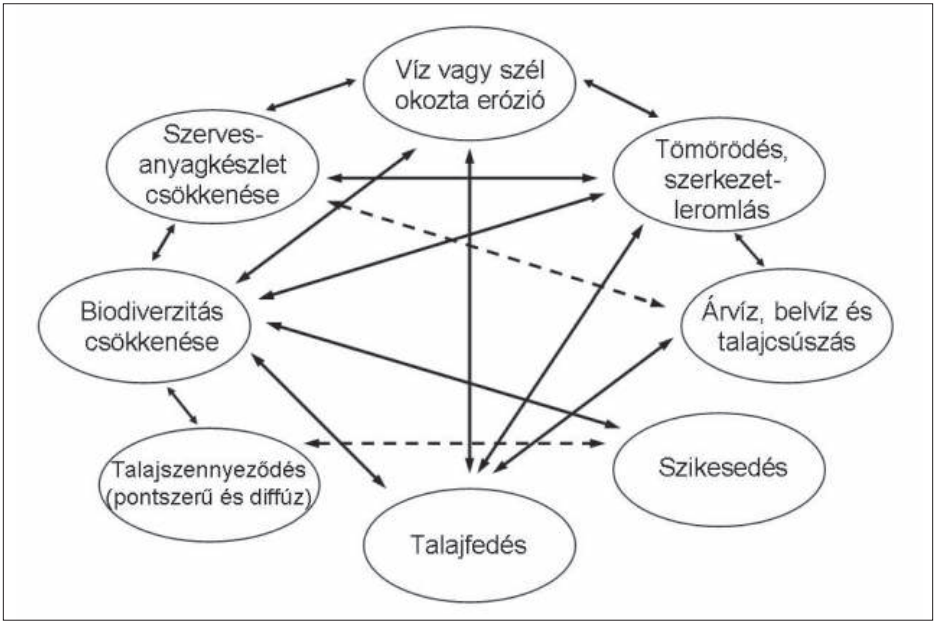
Európa Talajvédelmi Stratégiájának kidolgozása során hasonló – sőt természetesen jóval részletesebb – felmérések is készültek, s kerültek bemutatásra Európa Talajtani Atlaszában. Ezek alapján nyolc – nem egyenlő súlyú és fontosságú – talajdegradációs folyamat „kezelése" kapott prioritást. Ezeket mutatjuk be az 5. ábrán (*Jones et al., 2005*).

Sajnos a talajdegradációs folyamatok túlnyomó része Magyarországon is előfordul és rontja a Kárpát-medence (benne az annak legmélyebb fekvésű részeit képező Magyarország) általában és viszonylag kedvező agroökológiai adottságait. A fenntartható fejlődés – esetleges – akadályait képező tényezőket mutatjuk be vázlatosan a 6. ábrán (*Csete – Várallyay, 2004; Láng et al., 1983; Szabolcs – Várallyay, 1978; Várallyay, 2006; 2012a*).

*A talajdegradációs folyamatok* 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

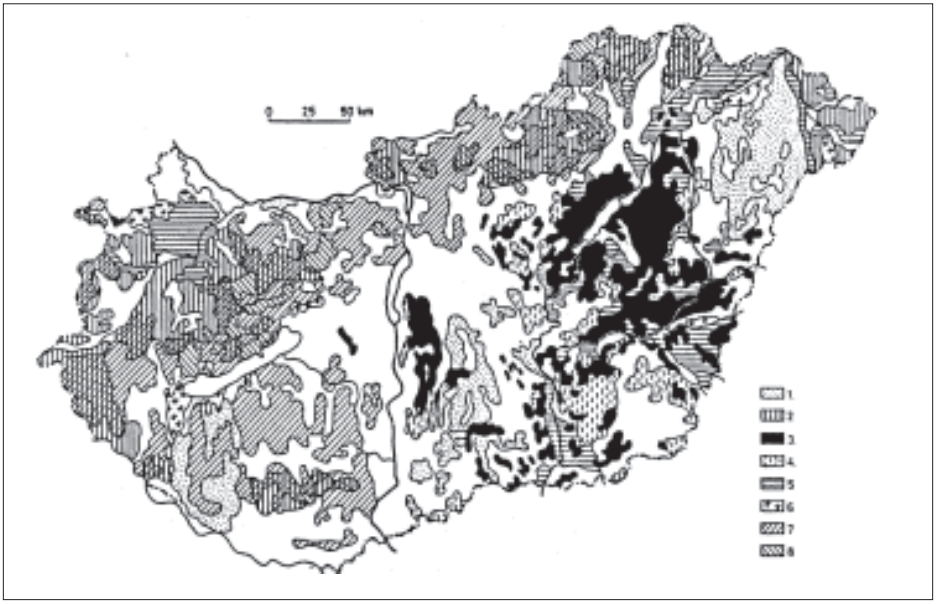
**5. ábra**

**Talajdegradációs folyamatok Európában**



**6. ábra**

**A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon.**
**1. Szélsőségesen könnyű mechanikai összetétel. 2. Savanyú kémhatás. 3. Szikesedés. 4. Szikesedés a talaj mélyebb rétegeiben. 5. Szélsőségesen nehéz mechanikai összetétel. 6. Láposodás. 7. Erózió. 8. Felszín közeli tömör kőzet**




biztosító, tudományosan sokoldalúan megalapozott beavatkozások szükségesek. Ezek kidolgozásához pedig egy olyan *korszerű és naprakész talajtani adatbázis,* amely *megfelelő* információt nyújt a talajok jelenlegi környezeti állapotáról, annak változásáról (monitoring), valamint a talajok környezeti érzékenységéről/sérülékenységéről. Magyarországon az elmúlt évtizedek szisztematikus munkáinak eredményeképpen világszínvonalú ilyen adatbázis (térképek, atlaszok, monográfiák, digitális adatbázis) áll rendelkezésre, s jelenleg is működik az 1990-es évek elejétől észlelő Talajinformációs és Monitoring Rendszer, a TIM (*Várallyay et al., 2008*).

## KORLÁTOZOTT VÍZKÉSZLETEK, SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK

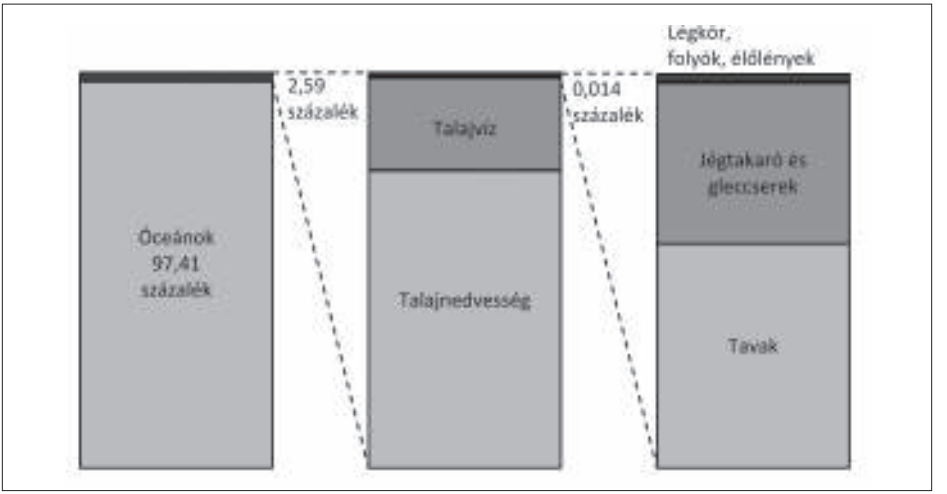
A természeti erőforrások fenntarthatóságának másik alapeleme a *víz*.

A *víz* mint oldószer, reagens és szállító közeg jelentős, gyakran meghatározó szerepet játszik az élő szervezetek létében és anyagcsere-folyamataiban; a Föld biogeokémiai ciklusainak anyag- és energiaforgalmában; a mállási, talajképződési és talajdegradációs folyamatokban; a különböző ökoszisztémák termékenységében, produktivitásában, megújuló képességében, környezeti érzékenységében, sérülékenységében. Következésképpen természeti erőforrásaink fenntarthatóságában is. A „mi van, ha nincs?" kérdés vízkészleteink esetében még akutabban merül fel, sokoldalú összefüggéseivel együtt (*Várallyay, 2002b; 2005a; 2013*).

A Föld több mint 70%-át víz borítja. Igaz, hogy ez a hatalmas, mintegy 1400 millió km$^3$-nyi vízmennyiség a Föld tömegének csak alig több mint 1%-át teszi ki. A víz 97,5%-a azonban a tengerek és óceánok sós vize, a 2,5%-os édesvízkészlet túlnyomó részét pedig a sarki jégsapkák és gleccserek,

**7. ábra**

**A víz eloszlása bolygónkon**




valamint az állandó talajfagy (permafrost) szilárd halmazállapotú vízmennyisége képviseli. Csupán 0,14% (!) a szárazföldek felszíni vizeinek (tavak, folyók, mesterséges vízfolyások és tározók), a felszín alatti vizeknek (talajvíz, mélységi vizek), a talaj pórusterében tárolt talajnedvességnek és a biomasszában felhalmozott „zöld víz"-nek a mennyisége (7. ábra; *Somlyódy, 2011*).

E korlátozott édesvízkészletek, illetve ezek káros következmények nélkül kitermelhető hányada szolgálja a bioszféra, benne az emberiség rohamosan növekvő vízigényének kielégítését. Természetes tehát, hogy a korlátozott, ráadásul térben és időben szeszélyes variabilitást mutató édesvízkészletekért egyre növekvő élességű harc folyik, a víz egyre inkább hiánycikké, stratégiai jelentőségű tényezővé, társadalmi konfliktusok forrásává válik. S társult ehhez a Föld népességének hihetetlenül diverzifikált vízfogyasztása:

• Világunk egyik fele esztelenül pocsékolja, másik fele hőn áhítja.

• A Föld lakosságának 46%-a vezetékes víz nélkül tengődik.

• A harmadik világban napjában 6 km-t gyalogolnak vízért a nők.

• A gyermekek milliói töltik vízhordással a napjaikat iskolába járás helyett.

• Mind ijesztőbb mértéket ölt a vízhiány és az éhínség.

• Az átlag amerikai naponta 380 liter vizet használ el odahaza.

• Földünk legszegényebb vidékein napi 19 liter vízzel kell beérniük millióknak.

• 15 év múlva 1,8 milliárd ember él majd „tartós aszály" sújtotta vidéken.

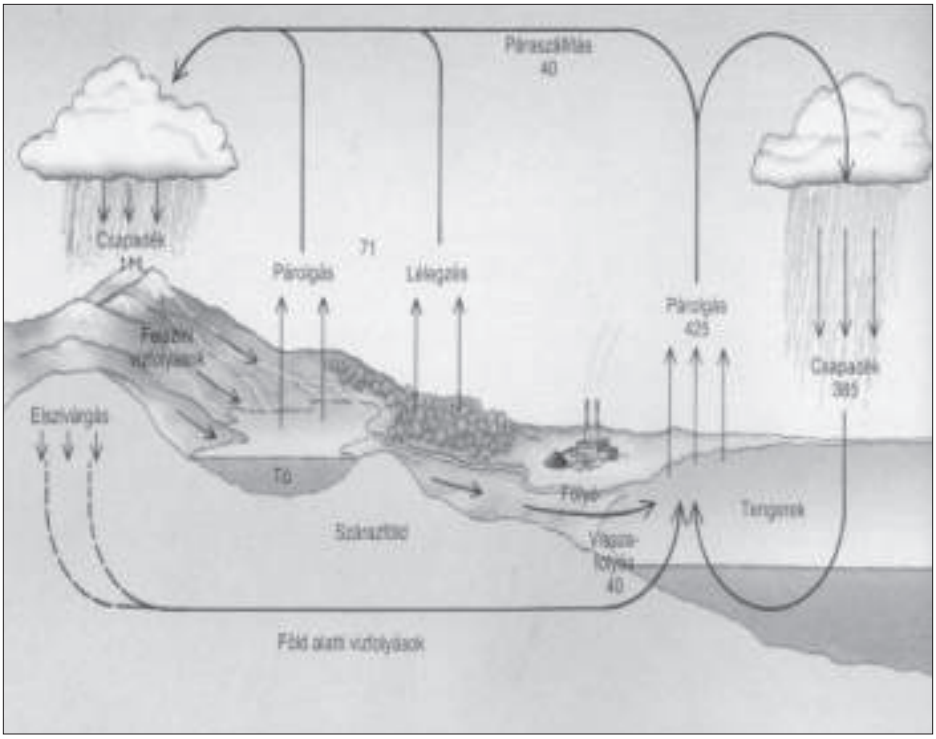
Az ember egyre inkább beavatkozik a globális vízkörforgalomba (8. ábra).

A fenntarthatóság nagy dilemmáját ez a természetes és mesterséges egyenlőtlenség s annak fokozódása jelenti, nem a „globális szárazodás", amelynek egyébként sincs értelme, hisz a Föld légterét egyetlen vízmolekula sem hagyja el. Az egyenlőtlen eloszlás s a víz körforgalmának megváltozása viszont tényleg okozhat kontinentális, regionális vagy lokális szárazodást bizonyos helyeken és bizonyos időszakokban, veszélyeztetve a fenntarthatóságot.

Édesvízkészleteink bizonyos mértékű, gyakran a tűrési határértékeket meghaladó szennyeződéssel járó túlhasználata, pazarlása, a természet anyagforgalmába történő visszajuttatásának elmulasztása

**8. ábra**

**Globális vízkörforgalom**

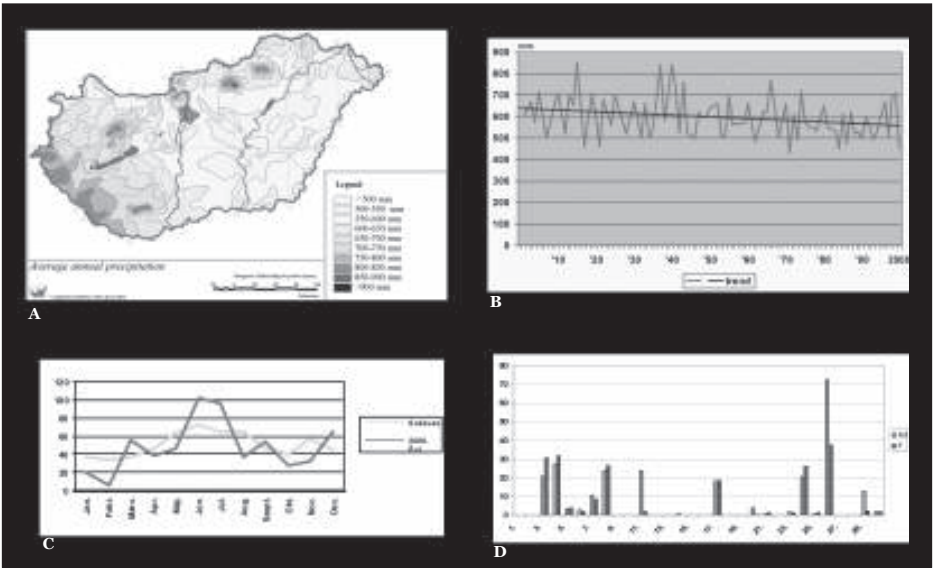



vagy nem megfelelő körültekintéssel történő végrehajtása komolyan és súlyosan veszélyeztet(het)ik a hosszú távú fenntarthatóságot. Egyrészt közvetlenül, másrészt közvetve, a talaj anyag- és energiaforgalmi folyamatainak kedvezőtlen irányú megváltoztatásával. A Föld számos térsége küzd a korlátozott édesvízkészletek, valamint a légköri csapadék (mint primer édesvízforrás) nagy és szeszélyes tér- és időbeni variabilitásának problémájával. A monszuntérségek vagy a mediterrán övezet mellett ilyen a *Kárpát-medence* is (*Várallyay, 2005a; 2006; 2010b; 2012a*).

A (hidro)geológiailag gyakorlatilag zárt Kárpát-medence, s benne az annak legmélyebb fekvésű részét képező Magyarország vízkészletei korlátozottak. Hazánkban a *lehulló csapadék* a jövőben sem lesz több (sőt, a prognosztizált globális felmelegedés következtében esetleg kevesebb), mint jelenleg, s fokozódik annak tér- és időbeni változékonysága is. Pedig a térségben elsősorban éppen ennek van megkülönböztetett jelentősége. Jól mutatja ezt a 9. ábra, amelyen a sokéves átlagos csapadékmennyiség területi megoszlását (A), illetve az évi átlagos csapadékmennyiség utolsó évszázadban történő ingadozását (B), az éven belüli havi (C), illetve a hónapon belüli napi megoszlását (D) tüntettük fel néhány példán.

A Kárpát-medence *időjárása* szélsőségekre hajlamos. A klímaváltozási prognózisok egybehangzó megállapítása szerint a szélsőséges időjárási helyzetek bekövetkezésének valószínűsége, gyakorisága, tartama és súlyossága egyaránt növekedni fog, s fokozódnak kedvezőtlen, káros, bizonyos esetekben katasztrofális gazdasági, környezeti, ökológiai, sőt szociális következ-

**9. ábra**
**Lehulló csapadék tér- és időbeni variabilitása. A. Sokéves átlagos csapadékmennyiség területi eloszlása. B. Évi csapadékmennyiség ingadozása 1900–2000 között. C. Havi megoszlás 2008-ban. D. Hónapon belüli napi megoszlás**




ményei is (*Láng et al., 2007*). Az utóbbi évek fájdalmasan igazolták e prognózist. Az időjárás, elsősorban a csapadékviszonyok tér- és időbeni változatossága, kiszámíthatatlan szeszélyessége és szélsőségessége tovább fokozódott. Nem is beszélve az utóbbi években egyre gyakoribbá váló és egyre nagyobb, gyakran katasztrofális károkat okozó nagyintenzitású záporokról, zivatarokról, viharokról, „esőfüggönyökről", „esőbombákról", 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 olvadékvizének) 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, belvíz-elöntéseket. 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 indokoltnál 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 (*Várallyay, 2005a; 2010b*).

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

különösen nem a kritikus „kisvízi" időszakokban.

*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-közi talajvízszint-süllyedés hívta fel a figyelmet. Nem is beszélve arról, hogy a felszín alatti vizeink jelentős része nagy sótartalmú és kedvezőtlen ion-összetételű, amely felhasználásukat korlátozza, felszín közelbe emelkedésük pedig a másodlagos szikesedés veszélyével fenyeget.

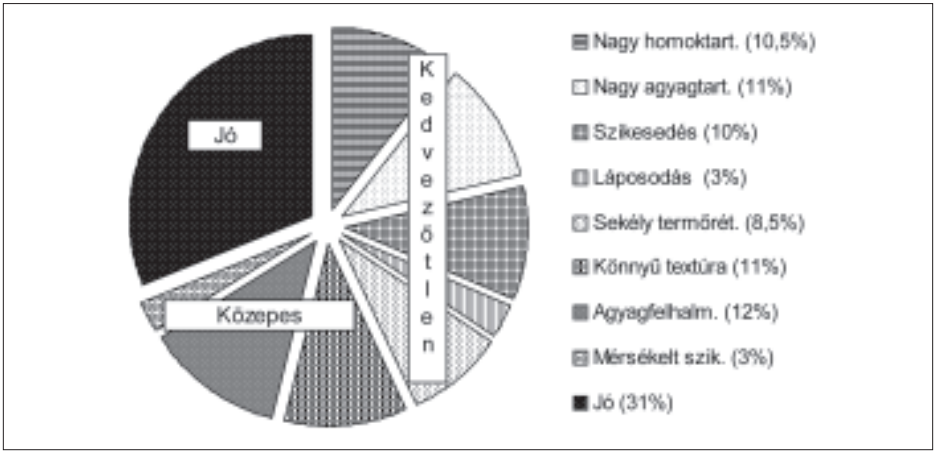
A társadalom egyre növekvő s egyre sokoldalúbbá váló vízigényét ezekből a korlátozott készletekből kell kielégíteni. Mivel pedig ezek mennyiségének növelésére, térés időbeni variabilitásának mérséklésére nincsenek (vagy csak nagyon korlátozottak) lehetőségek, a konfliktus feloldására, a természeti erőforrások (elsősorban a talaj- és vízkészletek) fenntarthatóságának biztosítására egyetlen lehetőség marad: a vízfelhasználás (ma még alacsony) hatásfokának a növelése, amelynek egyik kulcskérdése *a talaj vízháztartásának szabályozása*.

Ilyen körülmények között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy *a talaj az ország legnagyobb potenciális természetes víztározója*. 0–100 cm-es rétegének pórusterébe *elvileg* a lehulló átlagos csapadékmennyiség közel kétharmada egyszerre beleférne (3. táblázat; *Várallyay, 2005a*).

Hogy a Kárpát-medence (elsősorban az alföldek) talajaira mégis a *szélsőségesség,* illetve az arra való hajlam a jellemző, annak az az oka, hogy a talajok 43%-a különböző okok miatt kedvezőtlen, 26%-a közepes, s „csak" 31%-a jó vízgazdálkodású, amelyről

**10. ábra**

**Magyarország talajainak vízgazdálkodása (az okok megjelölésével)**

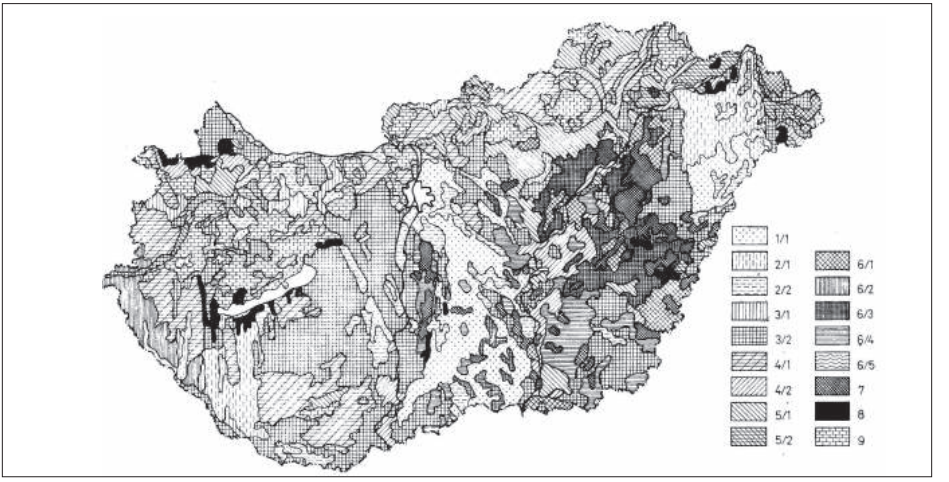



**3. táblázat**

**A talaj Magyarország legnagyobb potenciális víztározója**

| | |
|---|---|
| Légköri csapadék (500–600 mm) | 50–55 km³/év |
| A talaj felső 0–100 cm-es rétegének potenciális vízbefogadó/víztároló képessége (VKt) | 30–35 km³/év |
| Folyók évi hozama | 110–120 km³/év |
| Balaton | ~ 2–2,5 km³ |

**11. ábra**
**Magyarország talajainak vízgazdálkodási tulajdonságai (az 1:100 000 méretarányú térkép egyszerűsített vázlata)**




Jelmagyarázat a szövegben, a 215. oldalon

– az okok megjelölésével – a 10. ábra nyújt információt.

A 10. ábra szubjektív, célfüggő, kvalitatív kategóriáit mért hidrofizikai paraméterekkel jellemzett pontos és részletes vízgazdálkodási kategóriarendszerben kvantifikáltuk. Az erről készült térkép egyszerűsített vázlatát mutatjuk be a 11. ábrán. A 11. ábra jelmagyarázata a következő, a százalékos területi kiterjedések feltüntetésével.

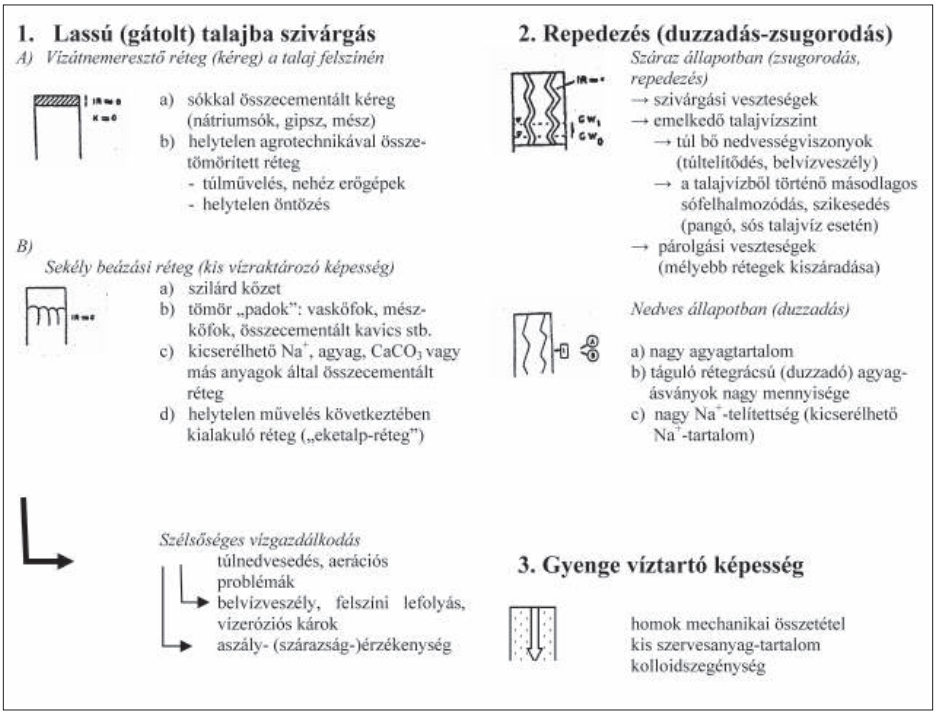
1. Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok, *10,5%*. 2. Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok *11,1%*. 3. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó 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, extrémen szélsőséges vízgazdálkodású talajok *3,6%*. 8. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó és víztartó képességű talajok (nagy szervesanyag-tartalmú láp(os) talajok) *1,3%*. 9. Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok *8,4%*. Talajszelvény-variánsok: 2/1, 3/1: a mélységgel egyre könnyebbé váló mechanikai összetétel; 1/1, 2/2, 3/2, 4/2, 5/2: az egész szelvényben viszonylag egyenletes mechanikai összetétel; 4/1, 5/1: viszonylagos agyagfelhalmozódás a B-szintben; 6/1: rossz szerkezetű, tömődött, agyag mechanikai összetételű talajok; 6/2: pszeudoglejes barna erdőtalajok; 6/3: vastag A-szintű mély réti szolonyecek, sztyeppesedő réti szolonyecek és szolonyeces réti talajok; 6/4: mélyben sós és/vagy szolonyeces talajok; 6/5: lápos réti talajok.

A nagy *potenciális tározótér – szélsőséges vízháztartás ellentmondás* alapvető oka, hogy a talaj potenciális nedvességtározó terének *hasznos kihasználását* igen nagy területen akadályozzák a víz talajba szivárgásának (telített pórustér, fagyott feltalaj, felszíni vagy felszín közeli tömődött, kis

**12. ábra**

**A talaj potenciális vízraktározó terének kihasználását akadályozó tényezők**

Ezek egyben a szükséges beavatkozások lehetőségeit és várható hatásait is kijelölik




vízáteresztő képességű talajréteg) vagy a talajban történő hasznos tározásának (gyenge víztartó képesség, nagy holtvíztartalom) korlátai. Ilyen talajokon egyaránt fokozódik a belvízveszély és aszályérzékenység, s következnek be ilyen szélsőséges vízháztartási helyzetek, gyakran ugyanabban az esztendőben, ugyanazokon a területeken (*Várallyay, 2010b*).

A talaj potenciális vízraktározó terének kihasználását akadályozó tényezőkről közlünk összeállítást a 12. ábrán.

A talaj vízgazdálkodása és nedvességforgalma a növényzet és a bióta közvetlen vízellátásán kívül döntő mértékben befolyásolja a többi talajökológiai tényező állapotát és dinamikáját is. Jelentős hatással van a talaj anyag- és energiaforgalmára, abiotikus és biotikus transzport- és transzformációs folyamataira, következésképpen 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 (*Várallyay, 2000; 2002b*).

Megállapítható tehát, a talaj *vízháztartásának szabályozására* irányuló beavatkozások túlnyomó része egyben hatékony *környezetvédelmi intézkedés* is, s így nélkülözhetetlen és jelentős eleme a *fenntartható talajhasználatnak* (*Várallyay, 2014*).

## A FENNTARTHATÓ TERMÉSZETI ERŐFORRÁS-HASZNÁLAT TALAJTANI ALAPJAI

Az alapvető feladatokat legtömörebben *Stefanovits Pál* axiomaszerű tízparancsolata fogalmazza meg (*Stefanovits et al., 1999*):

1. Ne foglalj el a természettől több és jobb földet, mint amennyi okvetlenül szükséges!

2. Ne engedd, hogy a víz elrabolja a termőföldet a gondjaidra bízott területről!

3. Ne hagyd, hogy a szél elhordja a földet!

4. Feleslegesen ne taposd, ne tömörítsd a talajt!

5. Csak annyi trágyát vigyél a talajba, amennyit az elvisel, és amennyit a növény kíván!

6. Csak jó vízzel öntözz, és csak annyival, amennyivel kell!

7. Ne keverj a talajba el nem bomló anyagot, hacsak nem javítási céllal teszed!

8. Ne mérgezd a talaj élővilágát!

9. Őrizd meg a talaj termékenységét, és ha lehet, még növeld tovább!

10. Ne feledd, hogy a talajon nem csak állsz, hanem élsz is!

A hatékony, jövedelmező, szociálisan elfogadható és környezetkímélő fenntartható mezőgazdasági fejlődés ésszerű talajhasználatának legfontosabb alapelemei a következők (*Láng et al., 1983; Németh et al., 2005; Várallyay, 2002a, 2005b*):

(1) *A termőhelyi adottságok és a termeszteni kívánt növények termőhelyi igényeinek eddiginél sokkal jobb területi összehangolása,* a termelési célkitűzések, valamint a rövid, közép- és hosszú távú környezetvédelmi követelmények együttes mérlegelésével:

– *a földhasználat és vetésszerkezet optimalizálása* az adott (és nehezen szabályozható, alig megváltoztatható) természeti viszonyoknak megfelelően; a „Termeljünk mindent ott, ahová való" kreybigi koncepció minél teljesebb érvényesítésével;

– *az adott termőhelyi viszonyoknak legmegfelelőbb növények (vetésszerkezet, vetésváltás, vetésforgó) megválasztása:* különböző ökológiai korlátozó tényezőkkel, így faggyal, talajsavanyúsággal, szikesedéssel, szárazsággal, víztöbblettel, szélsőséges fizikai talajféleséggel, talajtömörödéssel szemben ellenálló, azokra kevésbé érzékeny fajok, fajták, genotípusok kiválasztása, előállítása, a modern növénynemesítés és biotechnológia nyújtotta új lehetőségek felhasználásával;

– *a talaj tulajdonságainak, agroökológiai viszonyainak javítása* (melioráció, talajjavítás, talajvédelem, talajnedvesség-szabályozás: öntözés és drénezés; megfelelő agrotechnika) a termeszteni kívánt növények ökológiai igényeinek megfelelően.

(2) *A mezőgazdasági táblák területi kialakításának racionalizálása* (a tulajdonviszonyok és birtokszerkezet figyelembevételével):

– *a mezőgazdasági táblák ésszerű* – és az adott természeti viszonyoknak és gazdálkodási rendszernek legjobban megfelelő – *nagyságának, alakjának, térbeli elrendezésének kialakítása,* egyaránt eleget téve az egységes művelés és agrotechnika által megkívánt homogenitás, valamint a biodiverzitás követelményeinek; *termőhely-specifikus precíziós agrotechnika* minél szélesebb körben történő bevezetése;

– *megfelelő mezőgazdasági infrastruktúra kialakítása:* utak, csatornák, fasorok, épületek stb. ésszerű táblaszerkezet kialakítását lehetővé tevő, illetve a tájképi összhatás követelményeit is kielégítő területi elhelyezése.

(3) A mezőgazdasági termelés *melléktermékeinek és hulladékainak* (növényi maradványok; állattenyésztési melléktermékek, mint az istállótrágya, hígtrágya; és egyéb hulladékok, pl. a termékfeldolgozás hulladékai stb.) *minél teljesebb körű,* környezeti kockázatok nélküli *visszajuttatása a természetes anyagforgalom körfolyamatába (recycling).*

(4) A talaj termékenységét csökkentő, s a környezetre is *káros talajdegradációs folyamatok eredményes és hatékony megelőzése, kiküszöbölése,* de legalábbis egy bizonyos – irreverzíbilis károkat nem okozó – tűrési határig történő *csökkentése, mérséklése.*

(5) *A mezőgazdasági vízgazdálkodás hatékonyságának növelése, eredményes talajnedvesség-szabályozás*. Ennek fő célkitűzései a *talaj hasznos vízraktározó képességének növelése,* káros környezeti mellékhatások nélkül:

– a talaj felszínére, illetve a talajba jutó csapadék és/vagy öntözővíz evaporációs, felszíni lefolyási és szivárgási *veszteségeinek csökkentése;*

– *a talaj hasznosítható vízkészletének növelése:* a víz talajba szivárgásának elősegítése; a talaj hasznos vízraktározó képességének növelése; a talaj holtvíztartalmának, immobil nedvességkészletének csökkentése;

– a szóban forgó terület, illetve talaj vertikális és horizontális *drénviszonyainak javítása* (a belvízveszélynek, illetve a talaj túlnedvesedésének megelőzése).

(6) *Termőhely-specifikus precíziós növényi tápanyagellátás:*

– a *növény igényeihez* (a termesztett növények, fajták, esetleg genotípusok tápanyagigényéhez és tápanyag-felvételi dinamikájához); *a talaj tápanyagállapotához* (tápelemek összes mennyisége; mobilizálódásának lehetséges mértéke, intenzitása; aktuális „felvehető” tápanyagtartalom); a *talaj* egyéb *tulajdonságaihoz* (elsősorban nedvességforgalmához és kémhatásviszonyaihoz); valamint a *termőhely* egyéb *adottságaihoz* (mikroklíma, időjárás, átnedvesedés körülményei) igazodó növényi tápanyagellátás;

– *a növényi maradványok és a szerves trágya hatékony hasznosítása;*

– a különböző emberi tevékenységek során keletkező *hulladékok* tápanyag- és szervesanyag-tartalmának ártalommentes *elhelyezése, illetve hasznosítása.*

(7) *Talajszennyeződés megelőzése, mérséklése*. Ennek legfontosabb területei a következők:

– *emisszió/imisszió csökkentése:* a levegőből történő száraz és/vagy nedves ülepedésből, felszíni vagy felszín alatti vizekből vagy különböző emberi tevékenységek (alkalmazott agrokemikáliák; szennyvíz-, szennyvíziszap- és hulladékelhelyezés) következményeként a talajra vagy a talajba jutó (potenciális) szennyező anyagok *mennyiségének csökkentése;*

– a potenciálisan *káros elemek vagy vegyületek mobilizálódásának megelőzése* („a kémiai időzített bomba” hatástalanítása, „felrobbanásának” megakadályozása);

– *a talaj* szennyező anyagokkal szembeni *érzékenységének/sérülékenységének csökkentése:* szennyező anyagokkal történő, káros következmények nélküli „terhelhetőségének” fokozása vagy legalább megőrzése a talaj pufferkapacitásának és detoxikáló képességének növelésével.

A céltudatos és eredményes folyamatszabályozáshoz a szilárd kiindulópontot csak egy *megfelelő* (tartalmú, részletességű, megbízható és reprodukálható, reprezentatív) *adatbázis;* a talajban (illetve a levegő–víz–talaj–élővilág kontinuumban) bekövetkező változásokat regisztráló *monitoringrendszer;* a változások okait elemző *„oknyomozó”,* valamint a (hatás-) *mechanizmusokat* tisztázó, *egzaktan leíró* s a *szabályozás lehetőségeit* ily módon feltáró *rendszer* jelent(het) (*Várallyay, 2000*). Ezek megalkotása és gyakorlati hasznosítása a *kutatások* kiemelt prioritása.

Ezen célkitűzések megvalósítása az állam, a különböző szintű döntéshozók, a földtulajdonosok és földhasználók *közös* feladata, de az egész társadalomnak közös érdeke. Csak ezek az erőfeszítések és együtt gondolkozások/munkálkodások vezethetnek egy jövedelmező és a természettel harmonizált kapcsolatban lévő fenntartható mezőgazdasági termelés, mezőgazdasági vízgazdálkodás és talajhasználat kialakításához, amely életminőségünk, kellemes környezetünk és biztató jövőnk egyik nélkülözhetetlen feltétele, s ami fontosságának és jelentőségének megfelelő – megkülönböztetett – figyelmet és prioritást érdemel!

## FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) Bulla M. – Tamás P. (szerk.) (2006): *Fenntartható fejlődés Magyarországon. Jövőképek és forgatókönyvek.* Stratégiai kutatások Magyarországon 2015. Új Mandátum Könyvkiadó, Budapest – (2) Csete L. – Várallyay Gy. (szerk.) (2004): Agroökológia. (Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei). *„AGRO-21" Füzetek,* 37. sz. – (3) Greenland, D. J. – Szabolcs I. (eds.) (1993): *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CAB International, Wallingford, UK – (4) Horn, R. – Fleige, H. – Peth, S. – Peng, X. (eds.) (2006): *Soil Management for Sustainability.* Advances in Geoecology 38. CATENA Verlag, Reiskirchen – (5) Jones, R. J. A. – Montanarella, L. (eds.) (2003): *Land Degradation.* EC JRC, Ispra – (6) Jones, A. – Montanarella, L. – Jones, R. (eds.) (2005): *Soil Atlas of Europe*. ESBN, European Commission – (7) Láng I. – Csete L. – Harnos Zs. (1983): *A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest – (8) Láng I. – Csete L. – Jolánkai M. (szerk.) (2007): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés.* Szaktudás Kiadó Ház, Budapest – (9) Németh T. – Stefanovits P. – Várallyay Gy. (2005): *Országos Talajvédelmi Stratégia tudományos háttere. Tájékoztató: Talajvédelem.* Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest – (10) Oldeman, L. R. – Hakkeling, R. T. A. – Sombroek, W. G. (1991): *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation*. ISRIC, Wageningen–UNEP, Nairobi – (11) Somlyódy L. (2011): A világ vízdilemmája. Magyar Tudomány, 172 (12): 1411-1424. pp. – (12) Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy. (1999): *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest – (13) Szabolcs I. – Várallyay Gy. (1978): A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan,* 27: 181-202. pp. – (14) Várallyay Gy. (2000): *Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása.* In: Székfoglalók, 1995–1998. 1–32. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest – (15) Várallyay Gy. (2002a): A talaj multifunkcionalitásának szerepe a jövő fenntartható mezőgazdaságában. *Acta Agron. Hung.* (50 éves jubileumi különszám). 13-25. pp. – (16) Várallyay Gy. (2002b): A talajok környezeti érzékenységének értékelése. *Agrártudományi Közlemények,* Debreceni Egyetem, 9: 62-74. pp. – (17) Várallyay Gy. (2005a): Magyarország talajainak vízraktározó képessége. Agrokémia és Talajtan, 54: 5-24. pp. – (18) Várallyay Gy. (2005b): Talajvédelmi stratégia az EU-ban és Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan,* 54: 203-216. pp. – (19) 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. – (20) Várallyay Gy. (2010a): *Talaj, mint természeti erőforrás.* In: „Az Élhető Vidékért 2010" Környezetgazd. Konferencia kiadványa. 36-52. pp. – (21) Várallyay Gy. (2010b): Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek, a környezeti állapot meghatározó tényezői. *„KLÍMA-21" Füzetek,* 62. 4-28. pp. – (22) Várallyay Gy. (2010c): Talajkészleteink és a kor új kihívásai. *Talajvédelem* különszám. 293-306. pp. Talajvédelmi Alapítvány, Budapest – (23) Várallyay Gy. (2012a): *Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek, mint környezetvédelmi problémák a Kárpát-medencében.* In: VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Veszprém, 2012. ápr. 18-21. Göttinger Kiadó, 146-152. és 462-464. pp. – (24) Várallyay Gy. (2012b): *Vannak-e a fenntartható fejlődésnek talajtani korlátai?* In: A fenntartható fejlődés holisztikus megközelítése. Magyar Professzorok Nemzetközi Szövetsége (MPNSZ), Budapest, 137-164. pp. – (25) Várallyay Gy. (2013): A talajok vízgazdálkodása. *Magyar Tudomány,* 174 (11): 1285-1292. pp. – (26) Várallyay Gy. (2014): *A talaj vízgazdálkodásának szerepe az alkalmazkodó/fenntartható mezőgazdaság- és vidékfejlesztésben.* XIV. Nemzetközi Tudományos Napok (2014. március 27-28.) tanulmányai. Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, 1573-1584. pp. – (27) Várallyay Gy. – Szabóné Kele G. – Marth P. – Karkalik A. – Thury I. (2008): *Magyarország talajainak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring rendszer (TIM) adatai alapján).* Földművelésügyi Minisztérium Agrárkörnyezetvédelmi Főosztály, Budapest

# *Summary*

## SUSTAINABILITY OF NATURAL RESOURCES: WHAT HAPPENS IF THEY ARE "MISSING"?

**By: Németh, Tamás – Várallyay, György**

**Keywords: natural resource, multifunctional soil, soil degradation processes, extreme hydrological events, sustainable soil management.**

Soil is a conditionally renewable, multifunctional natural resource. It has a unique property, resilience: if the conditions of its renewal are assured then soil can satisfy – to a certain extent – its functions for a long period. In such situations soil does not disappear and does not lose irreversibly its multifunctionality, including fertility. Consequently, soil does not represent an unavoidable limit for sustainability (sustainable development). The most important conditions of this renewal and the tasks of sustainable agricultural development are as follows:

• Rational land use: coordination of the land-site characteristics and the ecological requirements of plants (adequate land use, cropping pattern and agrotechnics).

• Control (prevention, reduction and moderation) of various soil degradation processes.

• Recycling of non-polluting production wastes.

• Helping infiltration and useful (available to pla ts) storage of water into and within the soil, decreasing water losses (surface run-off, evaporation and deep filtration) and simultaneously reducing the risk of extreme hydrological events (flood, waterlogging and over-moistening vs. drought).

• Rational plant nutrient management (according to the natural conditions and nutrient requirement of crops).

• Prevention and control of soil pollution; remediation of polluted sites.

The fundamental objective of these activities is the proper (effective and efficient) control of the energy and substance regimes of the "geological strata – water – soil – plant – near surface atmosphere" continuum. This is the main goal of sustainable land/soil management.

In cases of missing, neglecting, under-estimated or not properly executed control measures, soil may "disappear" or be irreversibly damaged, or it can lose, totally or partly, its multifunctionality, fertility or productivity. In such cases we can see: "What happens if they are missing?"! To avoid such painful experiences, all efforts have to be taken to use soil resilience (this unique renewal ability) and ensure the conditions of agricultural sustainability (land use and soil management) at each decision-making level. It must be the priority of the whole of society!