

A TALAJ VÍZGAZDÁLKODÁSÁNAK (AGRO)ÖKOLÓGIAI VONATKOZÁSAI

VÁRALLYAY GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÁS

A víz, mint oldószer, reagens és szállító közeg fontos és sokoldalú szerepet játszik a mállásban, a talajképződésben, valamint az ökoszisztémák (felszín közeli geológiai képződmények–talaj–víz–biota–növény–felszín közeli légkör kontinuum) anyag- és energiaforgalmában. Az ország agroökológiai potenciálját meghatározó, számos esetben korlátozó tényezők, valamint a talajképződési és talajdegradációs folyamatok túlnyomó része a talaj vízháztartásával kapcsolatos, annak oka vagy következménye.

Magyarország vízkészletei korlátozottak. S nem lehet számítani sem a légköri csapadék, sem felszíni és felszínalatti vízkészleteink jövőbeni növekedésére sem. Ezen készletekből egyre nagyobb és sokoldalúbb társadalmi igényeket kell(ene) kielégíteni. Nagy biztonsággal előrejelezhető tehát, hogy a mezőgazdaság- és területfejlesztésnek, valamint a környezetvédelemnek egyaránt a víz lesz egyik meghatározó tényezője, a vízfelhasználás hatékonyságának növelése, ennek érdekében pedig a talaj vízháztartás szabályozása megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata.

Magyarország térben és időben egyaránt roppant változatos, szeszélyes, és érzékeny vízháztartását (egyenként nagy árvíz, belvíz és túlnedvesedés veszély, illetve aszályérzékenység) alapvetően három tényező alakítja

- szeszélyes csapadékviszonyok;
- heterogén mezo- és mikrodomborzat;
- változatos talajviszonyok, s bizonyos talajok kedvezőtlen fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságai.

A talaj vízháztartás szabályozásának tudományos megalapozásához kidolgoztuk

- a talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak
 - vízháztartásának és
 - anyagforgalmának
- } kategória rendszerét,

megszerkesztettük ezek térképeit, s megalkottuk korszerű adatbázisát. Megállapítottuk, hogy az ország legnagyobb kapacitású potenciális természetes víztárolója a talaj. Ez a lehetőség a víz talajba szivárgásának és a talajban történő hasznos tárolásának akadályai miatt gyakran nem hasznosul, s eredményez szélsőséges vízháztartási helyzeteket, azok minden káros következményével. A nedvességforgalom szabályozás alaptétele tehát ezen akadályok megszüntetése vagy mérséklése. Az erre irányuló beavatkozások túlnyomó része ugyanakkor kedvező környezetvédelmi intézkedés is.

A víz, mint oldószer, reagens és szállító közeg fontos és sokoldalú szerepet játszik a mállásban, a talajképződésben, valamint az ökoszisztémák (felszín közeli geológiai képződmények–talaj–víz–biota–növény–felszín

közeli légkör kontinuum) anyag- és energiaforgalmában. A talaj pórusterének egy részét talajlevegő, más részét talajoldat foglalja el, biztosítva víz és levegő egyidejű jelenlétét. Ez nemcsak a légzés, szervesanyag-lebontás

és vízfelvétel feltételeit teremti meg, hanem lehetővé teszi azt is, hogy a talajban lévő vagy oda kijuttatott tápanyagok oxidált és oldott formában legyenek jelen, s váljanak így módon az élőszervezetek számára hozzáférhetővé, felvehetővé. A talaj vízháztartása tehát meghatározza a talaj levegőgazdálkodását, hőgazdálkodását, biológiai tevékenységét és – ezeken keresztül – tápanyag-gazdálkodását is. Hat a talaj technológiai tulajdonságaira, meghatározva ezzel egyes agrotechnikai műveletek szükségességét, optimális időpontját, illetve lehetséges időtartamát, gépigényét, energiaszükségletét. Végül meghatározza, hogy a talaj, ökoszisztéma, vagy terület a környezet „stressz-hatásait” milyen mértékig képes pufferni, s melyek a tűrési határt meghaladó „terhelés” esetén a talajban vagy a talajjal érintkező felszíni vagy felszín alatti vízkészletekben várhatóan bekövetkező károsodások rövid vagy hosszú távon, az adott területen vagy annak környezetében. Ezen összefüggéseket mutatjuk be vázlatosan az 1. ábrán (Várallyay, 1990, 2001b, 2003).

Az ország agroökológiai potenciálját korlátozó tényezők (szélsőségesen könnyű mechanikai összetétel; savanyú kémhatás; szikesedés; szikesedés a talaj mélyebb rétegeiben; szélsőségesen nehéz mechanikai összetétel; láposodás; erózió; felszín közeli tömör közet), valamint talajdegradációs folyamatok (víz vagy szél okozta erózió, savanyodás, szikesedés, szerkezet-leromlás és tömörödés, biológiai degradáció, elemek biogeokémiai körforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozása) közvetlenül vagy közvetve a talaj vízgazdálkodásával kapcsolatosak, a talaj sajátos nedvességforgalmának az okai vagy következményei (Szabolcs, 1961; Várallyay, 1985, 1999a).

A talaj és az (agro)ökoszisztémák sokoldalú funkcióinak zavartalanságában és környezeti érzékenységeiben egyaránt megkülönböztetett szerepe van a talaj vízgazdálkodásának (Várallyay, 1999c, 1997, 1993, 2001b, 2003).

KORLÁTOZOTT ÉS FELÉRTÉKELŐDŐ VÍZKÉSZLETEK

A víz eloszlása bolygónkon nagyon egyenetlen. A víz 97,5%-a a sós vízü óceánokban és tengerekben van; a 2,5%-nyi édesvíz-készlet 90–95%-a pedig szilárd halmazállapotú jégtakaró, hó, vagy fagyott talajvíz. A folyékony halmazállapotú édesvíz-készlet nagyobb hányada felszín alatti mélységi víz, talajvíz és talajnedvesség, s csak kisebb hányadát képezik álló- és folyóvizek, illetve az ökoszisztémák biomaszájában felhalmozott „zöld víz”. Érthető tehát, hogy a világ édesvízkészletei egyre inkább keresett hiánycikké, stratégiai jelentőségű tényezővé válnak. A vízfelhasználás hatáskörének növelése olyan parancs, amelynek nincs alternatívája. Különösen érvényes ez akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a vízkészletek közvetlen szerepén túlmenően az emberiség létét biztosító biomassza-termelést akadályozó tényezők jelentős része is a vízháztartással kapcsolatos, annak oka vagy következménye. Szemléletesen mutatja be ezt a FAO adatai alapján készített 2. ábra (Várallyay, 1993, 1997).

Magyarország természeti adottságai között is nagy biztonsággal előrejelezhető, hogy az életminőség javítását célzó társadalmi fejlődésnek, a mezőgazdaság-fejlesztésnek és a környezetvédelemnek egyaránt a víz lesz egyik meghatározó tényezője, a vízfelhasználás hatékonyságának növelése, illetve ennek érdekében a talaj vízháztartás-szabályozása pedig megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata.

Vízkészleteink ugyanis korlátozottak (Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989; Várallyay, 2001b; Antal et al., 2000).

A lehulló csapadék a jövőben sem lesz több (sőt a prognosztizált globális felmelegedés következtében esetleg kevesebb) mint jelenleg, s nem fog csökkenni tér- és időbeni változékonysága sem. Hazánkban – elsősorban a Magyar Alföldön – pedig éppen ennek van megkülönböztetett jelentősége. Az átlá-

gos csapadékmennyiség ugyanis többnyire szeszélyes időbeni és területi megoszlásban hull le, gyakran csupán szerény hányada jut el a növényig. Ezért adódik gyakran zavar a növények vízellátásában, s van, vagy lenne szükség a hiányzó víz utánpótlására, illetve a káros víztöbblet eltávolítására – esetleg ugyanabban az évben, ugyanazon a területen. A legfájdalmasabb példát erre épp a kilencvenes években egymást követő száraz évek utáni csapadékosabb évjáratok; illetve – még szélsőségesebben – a nagyon csapadékos 1999. évi őszt és 2000. évi tavaszt követő nyári–kora őszi szinte csapadékmentes periódus szolgáltatta, pusztító árvizeket, belvizeket, talaj-túlnedvesedést, illetve aszályt és komoly aszálykárokat okozva, s demonstrálva az Alföld, ill. talajainak *víz-háztartási szélsőségségét*. Ezt a *szeszélyes csapadékvizonyok* mellett két további tényező súlyosbítja:

– a makrodomborzat tekintetében sík Alföld *heterogén mikrodomborzata* (padkakkal, hátakkal, erekkel, laposokkal, semlyékekkel); és

– a térség *talajviszonyainak igen nagy változatossága*, helyenként mozaikos tarkasága, valamint a *talajok* jelentős hányadának *kedvezőtlen fizikai–vízgazdálkodási tulajdonságai*.

A 85–90%-ban szomszédos országokból érkező *felszíni vizeink* mennyiségének növekedésére sem lehet számítani, különösen nem a kritikus „kisvízi” időszakokban. Felhasználhatóságuk mértékét nemzetközi egyezmények szabályozzák, az országból kilépő vízfolyások garantálandó vízminőségével együtt. *Felszín alatti vízkészleteink* ugyancsak nem termelhetők ki korlátlanul súlyos környezeti következmények nélkül, mint erre az utóbbi években a már–már katasztrofális következményekkel járó és „sivatagosodási tüneteket” okozó Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedés hívta fel a figyelmet (Somlyódy, 2002; Várallyay, 2004b).

A korlátozott készletekből először a lakossági és ipari vízigényeket kell kielégíteni, beleértve az üdülés és a természetvédelem vízigényeit is. Mivel ezek mindegyike gyorsan és nagymértékben növekszik, a fokozott mértékű felhasználással óhatatlanul romló vízminőség pedig újabb és újabb vízkészleteket zár ki a növénytermesztési vízfelhasználásból, egyértelműen levonható az a következtetés, hogy a biomassza-termelés növekvő vízigényét a jövőben Magyarországon (is) csökkenő vízkészletekből kell kielégíteni. Hasonlóan, mint a világ számos más területén (Somlyódy et al., 1997; Várallyay, 2001b).

Márpedig a korszerű biomassza-termelésben és a természettel harmonizáló fenntartható terület-, ill. talajhasználatban fontos elem a szélsőséges vízháztartási és ökológiai stresszhelyzetek megelőzése, kiküszöbölése, mérséklése. Ez csak a *vízfelhasználás hatásfokának növelésével* valósítható meg, amelynek egyik alapvető része a *talaj vízháztartásának, nedvesséfgorgalmának szabályozása* (Várallyay, 1999b,c). *Ilyen szempontból (is) megkülönböztetett jelentőségű az a tény, hogy a talaj hazánk legnagyobb kapacitású, potenciális természetes víztározója* (Várallyay, 2001b).

A TALAJ VÍZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁGAINAK KATEGÓRIARENDSZERE ÉS TÉRKÉPEZÉSE

Részletes felmérések alapján megállapítottuk, hogy Magyarország talajainak 43%-a kedvezőtlen, 26%-a közepes és (csak) 31%-a jó vízgazdálkodású. A kedvezőtlen vízgazdálkodás okai a szélsőségesen nagy homoktartalom (a terület 10,5%-án), a nagy agyagtartalom (11%), a szikesedés (10%), a láposodás (3%), vagy a sekély termőréteg (8,5%). A közepes vízgazdálkodás okai a könnyű mechanikai összetétel (11%), az agyag felhalmozódás a talajszelvényben (12%), vagy szikesedés a talaj mélyebb rétegeiben (3%) (3. ábra) (Várallyay, 1997, 2001b).

A kvalitatív – s emiatt szubjektív – csoportosítás kvantifikálása céljából az utóbbi években egy *korszerű felvételezési – vizsgálati – térképezési – monitoring rendszer* került kidolgozásra és gyakorlati alkalmazásra a talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak, vízháztartásának és anyagforgalmának jellemzésére, azok hatékony szabályozása érdekében (Várallyay, 1993, 2003).

A vízgazdálkodási tulajdonságok kategória-rendszere nem lehet univerzális. Részletessége (a paraméterek száma, határértékei stb.) a cél által meghatározott igényektől függ, attól, hogy azt milyen döntési szinten (ország, régió, üzem, tábla) kívánják felhasználni. Várallyay és munkatársai a mezőgazdasági vízgazdálkodási beavatkozások országos és regionális talajtani megalapozására dolgozták ki kategória-rendszerüket és szerkesztették meg Magyarország talajainak vízgazdálkodási tulajdonságait ábrázoló 1:100 000 méretarányú térképet (Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989; Várallyay et al., 1980). Rendszerükben a talajokat vízgazdálkodási tulajdonságaik alapján kilenc kategóriába sorolták:

1. Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok.

2. Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok.

3. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok.

4. Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok.

5. Közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok.

6. Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok.

7. Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémén szélsőséges vízgazdálkodású talajok.

8. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó és víztartó képességű talajok.

9. Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok.

A kilenc vízgazdálkodási kategóriára a következő számszerű paramétereket adták meg:

a) szabadföldi vízkapacitás (VK_{sz}), pF 2,5

b) holtvíztartalom (HV), pF 4,2

c) hasznosítható vízkészlet (DV), VK_{sz} –HV

térfogat% = mm/10 cm-es réteg
(genetikai szintenként)

d) a vízelnyelés sebessége (IR),

mm/óra (a talaj felszínén mérve)

e) a vízzel telített talaj hidraulikus vezetőképessége (K) cm/nap (rétegenként)

A vízgazdálkodási paraméterek meghatározása az MSZ-08.0205-78 szabványban leírt módszerekkel végezhető el.

A megkülönböztetett 9 kategória általános jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Az 1–5. kategóriák esetében a talaj vízháztartása a szerkezeti állapot és a tömödöttség mellett elsősorban a fizikai talajféleségtől függ, ezért a táblázatban az említett VK_{sz} , HV, DV, IR és K vízgazdálkodási paraméterek mellett a talaj fizikai féleségére jellemző mechanikai összetétel, K_A és h_y határértékeit is megadták.

A 6. és 7. kategóriára vonatkozóan nem adtak meg VK_{sz} , HV és DV határértékeket, mivel az ide tartozó talajoknál elsősorban a gyenge vízelnyelés, illetve kis vízvezető képesség okozza a kedvezőtlen, szélsőséges vízháztartást. A 8. kategóriába sorolt láptalajoknál viszont a DV, az IR és a K-értékek feltüntetésének nem lett volna gyakorlati jelentősége. Végül a 9. kategóriába sorolt sekély termőrétegű talajokon a talaj vízháztartása elsősorban a „termőréteg” vastagságától függ, s csak másodsorban befolyásolja ennek a rétegnek a vízgazdálkodási tulajdonságai. Ezért itt szintén nem adtak meg határértékeket.

A 2. táblázatban az egyes kategóriákba sorolt talajok leggyakrabban előforduló talajszelvény-variánsainak hidrofizikai jellemzőit foglalták össze – rétegenként:

– a mélységgel egyre könnyebbé váló mechanikai összetétel (könnyebb mechanikai összetételű alapkőzetten kialakult talajok): 2/1, 3/1;

– az egész szelvényben viszonylag egyenletes mechanikai összetétel: 1/1, 2/2, 3/2, 4/2, 5/2;

– viszonylagos agyagfelhalmozódás a B-szintben: 4/1, 5/1.

A 6. kategória talajszelvény-variánsait a kedvezőtlen vízháztartást előidéző rossz vízvezető képességű szint mélységétől és okától függően állapították meg. E szerint különböztették meg a rossz szerkezetű, tömődött, agyag mechanikai összetételű talajokat (6/1 variáns), a pszeudoglejes barna erdőtalajokat (6/2 variáns), a vastag A-szintű mély réti szolonyeceteket, sztyeppesedő réti szolonyeceteket és szolonyeces réti talajokat (6/3 variáns), a mélyben sós és/vagy szolonyeces talajokat (6/4 variáns), valamint a lápos réti talajokat (6/5 variáns). A 8. kategória láptalajainál a szerves anyagban gazdag A-szint alatti alapkőzet mechanikai összetételétől, a 9. kategóriában a termőréteghatárt jelentő szint feletti rétegek mechanikai összetételétől függően adták meg a határértékeket.

A munka következő lépését a kategóriák 1:100 000 méretarányú térképének megszerkesztése jelentette. Ennek egyszerűsített vázlatát mutatjuk be a 4. ábrán. Majd a kategória térképeket az ország 7 nagytájára is megszerkesztett, melyek az alábbiak:

1. Dunai Alföld
2. Tiszai Alföld
3. Kisalföld
4. Nyugat-magyarországi-peremvidék
5. Dunántúli dombság
6. Dunántúli-középhegység
7. Északi-középhegység.

A talajok vízgazdálkodási kategóriáinak megoszlását középtájként, ill. megyéenként a 3. és 4. táblázatban adjuk közre (a középtáj, ill. megye területének %-ában). Az 5. ábrán pedig a megyék talajainak vízgazdálkodási kategóriák szerinti megoszlását szemléltetjük.

A térkép részletes területi adatai (elhatárolt foltonként; megyénkénti és középtájkénti bontásban) számítógépes tárolásra kerültek.

A térkép és az adatanyag alapján a megfelelő szelvényvariáns kiválasztásával és az a-, b-, c- (a talajszelvényben nincs lényeges textúrdifferenciálódás) vagy az A-, B-, C- (a talajszelvényben jelentős textúrdifferenciálódás van) szintek tényleges vastagságuknak megfelelően való helyettesítésével Magyarország bármely talajtípusára, illetve bármely szelvényének bármely vastagságú rétegére meghatározható a talajban tározható víz mennyisége, sőt ennek „holtvíz”, illetve a növény számára hozzáférhető hányada is (VK_{h} , HV , DV). Ezek az adatok közvetlenül térképre vihetők, számítógépes adatbázisban digitálisan (is) tárolhatók, s kvantitatív alapját jelenthetik egy-egy talajféleség, egy-egy táj, körzet, üzem, esetleg egyéb természeti, adminisztratív vagy térképezési területi egység korszerű vízgazdálkodási jellemzésének, az optimálist minél inkább megközelítő mezőgazdasági vízgazdálkodás kialakításának, az ezt célzó racionális beavatkozások, intézkedések, eljárások, módszerek kidolgozásának (Várallyay, 1997, 2001b, 2003).

MAGYARORSZÁG TALAJAINAK VÍZRAKTÁROZÓ KÉPESSÉGE

Adataink alapján tényszerűen bebizonyítható, hogy *a talaj hazánk legnagyobb kapacitású természetes víztározója*. Jól mutatják ezt az alábbi – becslt és jelentős mértékben ingadozó – számadatok:

– a hazánkba lépő felszíni vízfolyások hozama: 110–120 km³/év;

- a Balaton víztömege: 1,5–2 km³;
- a hazánk területére hulló (átlagosan 550–600 mm-nyi) évi csapadék mennyisége: 50–55 km³;
- a talaj felső egy méteres rétege mintegy 30–35 km³ víz befogadására és 25–30 km³ víz raktározására képes. Ennek mintegy 55–60%-a a növény számára nem hozzáférhető „holtvíz”, 40–45%-a pedig „hasznosítható víz”, amelyre vonatkozóan pontos területi adatok állnak rendelkezésünkre (lásd a 4. ábrát, illetve a 3–4. táblázatokat).

Mindez azt jelenti, hogy a lehulló csapadék több mint fele (!) egyszerre „beleférne” a talajba, ha beszívargását nem akadályozná a talaj tározóterének kisebb-nagyobb mértékű vízzel telítettsége, mint pl. 2000 tavaszán a csapadékos 1999. évi őszt követően: „tele üveg effektus”, vagy a talaj felszínén, illetve felszín közeli rétegeiben kialakuló közel víz át nem eresztő, lassú víznyelésű réteg, ami megakadályozza vagy lassítja a talaj nedveségtározó terének feltöltését: „ledugaszolt üveg effektus”. Ez következett be a Magyar Alföld hatalmas kiterjedésű, nehéz mechanikai összetételű (nagy agyag- és duzzadó agyagásvány-tartalmú) és szikes talajain. A talaj még a hosszabb-rövidebb belvízborítás alatt sem ázott be mélyen, nem „használta ki” legalább a felső egy méteres réteg víztároló kapacitását. S ezért fordult elő azután – nagy területeken – az a helyzet, hogy a belvizek természetes eltűnése vagy mesterséges eltüntetése után a csapadékszegény nyári időszakban a talaj viszonylag vékony rétegében tározott csekély vízmennyiség csak rövid ideig volt képes a növényzet vízigényét kielégíteni, s a tavasszal belvizes vagy túlnedvesedett területek egy tekintélyes részén komoly aszálykárok jelentkeztek. S ez a „vízháztartási szélsőség” sajnos nem kivételes eset, hanem egyik jellemzője a Magyar Alföldnek, amelyben a talaj megkülönböztetett fontosságú szerepe nem vitatható. Szemléletes bizonyítéka ennek az a tény, hogy azonos időjárás szélsőségek a talajviszonyoktól függően nagymértékben külön-

böző ökológiai stresszhelyzeteket és következményeket eredményez(het)nek (Várallyay, 2001a, 2002). Így volt ez 2000-ben is: a szélsőséges vízgazdálkodású, belvizes majd aszályos területeken súlyos, helyenként katasztrofális volt a termés kiesés, míg a jó és kiegyenlített vízgazdálkodású talajokon ez alig vagy csak mérsékelten volt megfigyelhető. Laza homoktalajokon ugyan be tud szivárogni a felszínre jutó víz a talajban, de a gravitációs póruster képtelen a vizet a talajban megtartani, az erre képes kapilláris póruster pedig kicsi. Így a víz csak „át-szalad” a talajszelvényen, a talajban visszatartott hasznosítható vízkészlet kicsi, s ez teszi a talajt aszályérzékennyé: „lyukas edény effektus”.

Egy – hetvenes évekből származó – akadémiai felmérés megállapítása szerint: a jó minőségű talajvízből kapillárisan a talajvízszint feletti talajrétegekbe jutó víz mennyisége Magyarország teljes öntözési kapacitásának két-háromszorosa. Nem mindegy tehát, hogy ez a hatalmas potenciális talajnedvesség-tározótér hogy töltődik fel, milyen mértékben telítődik, és miként hasznosul, illetve hasznosítható.

Az 5. táblázatban – szakértői becslés alapján – egy olyan összeállítást közlünk, ami – a 2. táblázatban közölt kategóriák határértékeinek átlagaival és egy – ugyancsak átlagos 30–30–40 cm-es a–b–c (A–B–C) szelvényfelépítéssel számolva arra vonatkozóan nyújt számszerű adatokat, hogy:

- mennyi víz fér az adott talaj 0–100 cm-es rétegébe?
- mennyi vizet képes ebből a talaj visszatartani, raktározni?
- mennyi a talaj holtvíztartalma, illetve hasznosítható vízkészlete?

A 6. ábrán azt mutatjuk be, hogy az ország mely területein érvényesül a gyenge víztartó képesség: a „lyukas edény effektus”(1/1, 2/1 vízgazdálkodási kategóriák), illetve a „ledugaszolt üveg” effektus: a víz talajba szivárgását gátló (közel) vízátmen-

eresztő réteg a talaj felszínén vagy felszín közelben (6/2, 6/3, 6/4, 7/1, 9/1 vízgazdálkodási kategóriák) és mely területeken nem kell ilyen hatásokkal számolni (2/2, 3/1, 3/2, 4/1, 4/2, 5/1, 5/2, 6/1, 6/5, 8/1), tehát a talaj víztároló képessége a 2. táblázat határértékei alapján becsülhető (5. táblázat).

A NÖVÉNY VÍZELLÁTÁSÁT KORLÁTOZÓ TALAJTANI TÉNYEZŐK

A növények zavartalan vízellátását korlátozó legfontosabb talajtani tényezőket foglaltuk össze a 7. ábrán (*Várallyay, 1993, 2004a*).

Az ásványi és szerves kolloidokban szegény, laza homoktalajok gyenge víztartó képességük miatt már eleve sülevényesek, aszályérzékenyek.

A talaj felszínén vagy a talajszelvényben nem nagy mélységben kialakuló tömődött réteg nemcsak a gyökerek zavartalan mélyre hatolását akadályozza, hanem szélsőséges vízháztartást idéz elő. A nem ritkán szinte teljesen vízzáró szintek ($K \approx 0$, $IR \approx 0$) feletti vékony talajréteg már viszonylag kis mennyiségű csapadék esetén is telítődik, sőt túltelítődik vízzel, felszínén tócsák, vízállások keletkeznek, benne a levegőtlenesség és az ezzel gyakran együtt járó redukációs folyamatok miatt gátolt a növények zavartalan fejlődése. A csapadék vagy az öntözővíz értékes hányada a felszínről elpárolog vagy elfolyik, a sekély rétegben tárolt kis mennyiségű víz pedig csak átmenetileg fedezi a növények vízellátását, azok már viszonylag rövid csapadégmentes periódus után is szárazságtüneteket mutatnak.

A nehéz mechanikai összetételű, esetleg szikes, erősen duzzadó–zsugorodó talajok repedésein keresztül a víz további értékes hányada fut hasznosítatlanul át a talajszelvényen (K és $IR \approx \infty$), s okoz nemcsak jelentős szivárgási veszteségeket, hanem káros talajvíztáplálást, talajvízszint-emelkedést is előidézhethet (ami pl. Na-sókban gazdag talaj-

vizek esetében másodlagos szikesedési folyamatok megindulásához, erősödéséhez, elmélyüléséhez vezethet). Beázáskor a záródó repedések megakadályozzák a mélyebb talajrétegek egyenletes átnedvesedését, s így módon korlátozzák a talajban tárolt víz mennyiségét. Kiszáradáskor ugyanakkor a zsugorodás következtében kialakuló széles és mély repedéseken keresztül vastag talajrétegek értékes vízkészlete megy hasznosítatlanul veszendőbe.

Tovább nehezíti a növények zavartalan vízellátását, növeli a kedvezőtlen fizikai tulajdonságokkal rendelkező talajok aszályérzékenységét, hogy a talajban tározott víznek is csak kis hányada hozzáférhető a növények számára: nagy a talaj holtvíztartalma, csekély a hasznosítható vízkészlete. Az igen kis kapilláris vezetőképesség miatt a növényi gyökerek vízfelvétele következtében azok körül filmszerűen kialakuló, kiszáradt talajrétegen keresztül igen lassú a talajnedvesség növényi gyökerekig történő mozgása, s így még viszonylag nedves talajban is akadályozott a gyökérzet által felvett víz folyamatos utánpótlása. Nagyobb sótartalmú talajokban a növények vízfelvételét az ozmózispotenciál is gyakran jelentős mértékben akadályozza.

Az ökoszisztémák léte, összetétele, funkcióinak zavartalansága, biomassza produktuma egyaránt attól függ, hogy miképpen képesek ezeket a korlátozó tényezőket túlni, azokhoz igazodni. A halofita fajok vagy sótűrő növények nagy sejtnedv-koncentrációjukkal versenyeznek a környezet indukálta ozmózis potenciállal. A xerofita növényegyüttesek vagy szárazságtűrő kultúrnövények „agresszív gyökérzetükkel” küzdenek a „holtvíztartalom” egy részének hasznosításáért: mély gyökérrendszerükkel vastagabb talajrétegből képesek vízfelvételre; sűrű gyökérzetükkel pedig lerövidítik a nedves talajtól a gyökérfelületig terjedő távolságot, s így gyorsítják a vízfelvételt kis vízvezető képességű talajokon is (lásd pl. a hortobágyi szikesek sekély A-szintjében kialakult nemezszerű gyepszintet). Az agrár-

ökoszisztémáknak ezen „saját” törekvéseikhez kell segítséget nyújtania az embernek, megfelelő növénymegválasztással, szelekciós és nemesítő munkával, agrotechnikai vagy meliorációs beavatkozásokkal (Várallyay, 1999b, 2004a).

A TALAJ VÍZHÁZTARTÁSÁNAK ELEMELI, VÍZHÁZTARTÁSI ÉS ANYAGFORGALMI TÍPUSOK

A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai tulajdonképpen csak potenciális lehetőségek, amelyek víz tényleges jelenléte nélkül is léteznek. A talaj vízháztartása azonban már tényleges talaj-víz-növény-felszín közeli légkör összefüggéseket tükröz, s az ökoszisztéma kutatásoknál ilyen információkra van szükség. A területi vízmérleg tényezőit foglalja össze egyszerűsítve a 8. ábra.

Munkánk során *Magyarország talajait* a talaj vízmérlegének jellege, az azt kialakító, meghatározó és befolyásoló fő tényezők, valamint ezek anyagforgalmi, talajképződési és talajpusztulási következményei szerint 11 vízháztartási típusba soroltuk (Várallyay et al., 1980):

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 vízháztartás típusa.
10. Rendszeres felszíni vízborítás típusa.
11. Erdőterületek.

A típusok közül az 1. és 2. gyakorlatilag teljesen, a 3. és 11. nagyrészt, a 8. részben Magyarország hegy- és dombvidéki területe-

in fordul elő, a többi a gyengébben tagolt felszínű dombvidékekre, valamint a többé-kevésbé sík felszínű alföldi területekre jellemző.

Valamennyi ez irányú hozzáférhető adat felhasználásával megszerkesztettük a 11 kategória 1:500 000 méretarányú térképét, amelyet a 9. ábrán közlünk (*Magyarország Nemzeti Atlasza*, 1989; Várallyay et al., 1980).

Magyarországon a talajok vízháztartása nagyon szorosan kapcsolódik azok anyagforgalmához, ami pedig meghatározó jelentőségű a különböző talajtulajdonságok (tulajdonság-együttesek) kialakulása, illetve a talaj sokoldalú funkcióinak „működése”, az agroökoszisztémákban betöltött szerepe szempontjából. A talajok vízháztartásának és anyagforgalmának összefüggéseit a 6. táblázatban mutatjuk be (Várallyay, 1985, 2000).

Magyarország talajai a bennük végbe-
menő abiotikus és biotikus folyamatok (transzport, transzformáció, az anyag- és energiaforgalom jellege, talajképződési és talajpusztulási kapcsolatai (okai és/vagy következményei) szerint 13 fő anyagforgalmi típusba sorolhatók:

1. Erős felszíni lepusztulás típusa.
2. Erős kilúgzás típusa.
3. Mérsékelt kilúgzás típusa.
4. Talajszelvényben csapadéktöbblet miatt megjelenő „pangóvíz” hatása alatt álló típus.
5. Sekély termőréteg miatti szélsőséges nedvesséviszonyok okozta szervesanyag-felhalmozódás típusa.
6. Egyensúlyi típus.
7. Talajvízhatás alatt álló típus.
8. Erős karbonát-felhalmozódás típusa.
9. Mérsékelt só- és/vagy kicserélhető Na⁺-felhalmozódás típusa.
10. Erős só- és/vagy kicserélhető Na⁺-felhalmozódás típusa.
11. Szervesanyag-felhalmozódás típusa.
12. Kismértékű anyagforgalom típusa.
13. Felszíni vízfolyások által befolyásolt anyagforgalom típusa.

Valamennyi hozzáférhető információ felhasználásával *megszerkesztettük a magyarországi talajok anyagforgalmi típusainak 1:500 000 méretarányú térképét*. A térkép egyszerűsített vázlatát mutatjuk be a 10. ábrán (Várallyay, 1985).

A TALAJ VÍZHÁZTARTÁS-SZABÁLYOZÁSA, MINT KÖRNYEZETVÉDELMI BEAVATKOZÁS

A talaj zavartalan funkcióit, az agro-ökoszisztémák vízellátását biztosító *vízháztartás-szabályozási beavatkozások* célja, hogy:

- a felszínre jutó víz minél nagyobb hányada jusson a talajba (felszíni lefolyás és párolgás csökkentése);

- a talajba jutó víz minél nagyobb hányada tározódjon a talajban (vízraktározó képesség növelése, „szivárgási veszteségek” csökkentése);

- a talajban tározott víz minél nagyobb hányada váljon a termesztett növények által hasznosíthatóvá.

Ezek legfontosabb lehetőségeit foglaltuk össze – nagyon leegyszerűsítve – a 7. táblázatban, bemutatva, hogy a talaj *vízháztartási beavatkozások* túlnyomó része egyben hatékony *környezetvédelmi intézkedés* is (Várallyay, 1993, 1997, 2001b, 2004a).

Az egyes intézkedések: optimális talajhasználat, művelési ág és vetésszerkezet, vetésváltás; agrotechnika (elsősorban talajművelés); melioráció (elsősorban talajjavítás és vízrendezés); öntözés stb. legmegfelelőbb (legeredményesebb, leghatékonyabb, leggazdaságosabb és legkisebb gazdasági és környezeti kockázatokkal járó) módszereinek, korszerű technológia-alternatíváinak kidolgozására az elmúlt 10–15 évben (is) számos intézményben folytat sokoldalú kutatások, amelyek eredményei gyakorlati bevezetésre várnak (Várallyay, 2003).

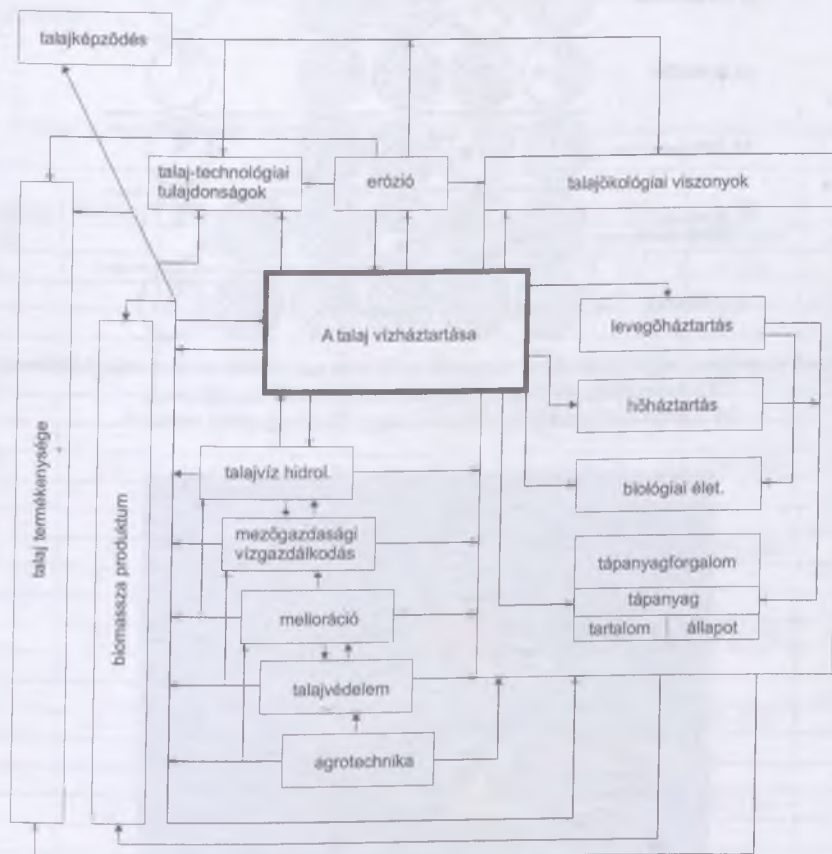
Remélhetőleg nem sokáig, hisz a talaj vízgazdálkodásának tudományosan megalapozott szabályozását sem egy környezetvédelmi, sem egy vízgazdálkodási, sem egy agroökológiai, sem egy mezőgazdaságfejlesztési, sem egy agrár-környezetvédelmi program nem nélkülözheti.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) ANTAL E. – JÁRÓ Z. – SOMOGYI S. – VÁRALLYAY GY. (2000): A XIX. századi folyószabályozási és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai Magyarországon. MTA Földrajztud. Kut. Int. Budapest. 302 pp.
- (2) Magyarország Nemzeti Atlasza (1989): Magyar Tudományos Akadémia. Budapest. 395 p.
- (3) SOMLYÓDY L. (2002): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 402 p.
- (4) SOMLYÓDY, L. et al. (1997): A hazai vízgazdálkodási kutatások fejlesztése. Ezredforduló, 3. szám. 21–27 pp.
- (5) SZABOLCS I. (1961): A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó. Budapest. 358 p.
- (6) VÁRALLYAY GY. (1985): Magyarország talajainak vízháztartási és anyagforgalmi típusai. Agrokémia és Talajtan. 34. 267–298 pp.
- (7) VÁRALLYAY, GY. (1990): Influence of climatic change on soil moisture regime, texture, structure and erosion. In: Soils on a Warmer Earth (Proc. Int. Workshop, Nairobi, 12–14. Febr. 1990). (Eds.: Scharpenseel, H. W. – Schomaker, M. – Ayoub, A.) Chapter 4. 3–49. Elsevier. Amsterdam.
- (8) VÁRALLYAY GY. (1993): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. (akadémiai székfoglaló kibővített összefoglalója). MTA Agrártud. Oszt. Tájékoztatója 1993. Akadémiai Kiadó. Budapest. 65–72 pp.
- (9) VÁRALLYAY, GY. (1997): Environmental relationships of soil water management. Proc. 2nd Intern. Seminar on Soil, Plant and Environment Relationships, Debrecen, 1996. Current Plant and Soil Science in Agriculture. No. 1–2. 7–32 pp.
- (10) VÁRALLYAY, GY. (1999a): A Tiszántúli talajainak kétarcú vízgazdálkodása és környezeti hatásai. DATE „Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok” Agrokémiai és Talajtan Szekció, Debrecen. 19–30 pp.
- (11) VÁRALLYAY, GY. (1999b): A talaj vízgazdálkodásának szabályozása, mint a környezetkímélő növénytermesztés egyik kulcskérdése. In: „Növénytermesztés és Környezetvédelem”. MTA Agrártud. Oszt., Budapest. 56–64 pp.
- (12)

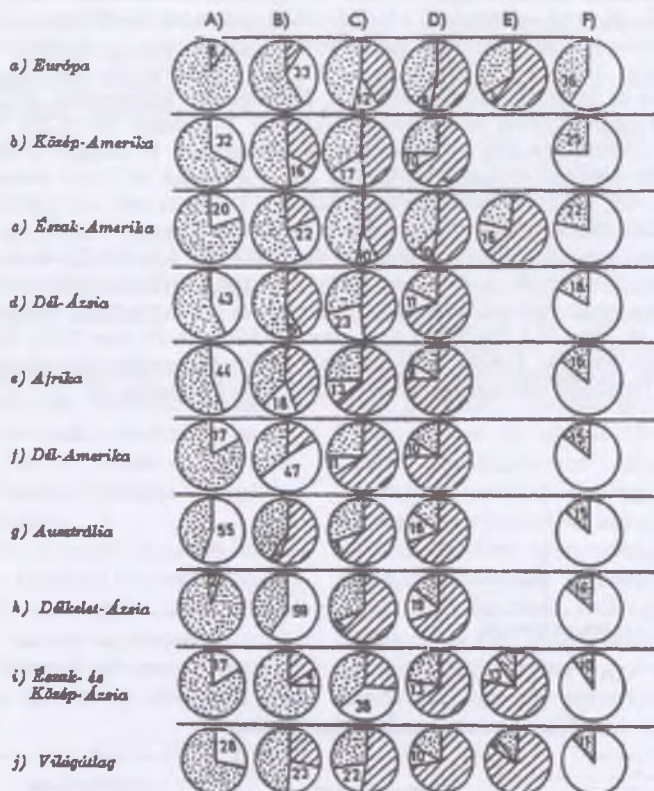
VÁRALLYAY, GY. (1999c): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. In: Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. (Szerk.: NAGY J. – NÉMETH T.) DATE-TAKI. Debrecen. 95–119 pp. (13) VÁRALLYAY GY. (2000): Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása. In: Székfoglalók, 1995–1998. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest. 1–32 pp. (14) VÁRALLYAY GY. (2001a): A talajok szélsőséges vízháztartása és az aszályérzékenység. XIX. Hidrológiai Vándorgyűlés. (15) VÁRALLYAY GY. (2001b): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. Magyar Tudomány. XLVI. (7) 799–815 pp. (16) VÁRALLYAY, GY. (2002): The role of soil and soil management in drought mitigation. In: Proc. International Conference on Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification, Bled, Slovenia, April 21–25, 2002. ICID–SDNO. (CD-ROM) (17) VÁRALLYAY, GY. (2003): A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai. Egyetemi jegyzet. FVM Vízgazd. Osztály, Budapest–Gödöllő. 167 p. (18) VÁRALLYAY, GY. (2004a): Water in the soil–plant system. In: Proc. III. Alps–Adria Scientific Workshop (Dubrovnik, 1–6 March, 2004). 9–19 pp. (19) VÁRALLYAY, GY. (2004b): Control of extreme moisture events and soil degradation processes as priority tasks of soil conservation in the Carpathian Basin. In: Proc. Vol. 4th Intern. Congress of ESSC, 25–29 May 2004, Budapest. 148–158 pp. (20) VÁRALLYAY GY. et al. (1980): Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. Agrokémia és Talajtan. 29. 77–112 pp.

1. ábra



A talaj vízháztartásának ökológiai összefüggései és befolyásolásának lehetőségei

2. ábra



A talaj termékenységét gátló főbb tényezők a Földön (az összes terület százalékában)

A) Szárazság, B) Tápanyagstressz, C) Sekély termőréteg,
D) Túl bő nedvesség, E) Állandó fagy, F) Nincs gátló tényező

3. ábra



Kedvezőtlen, közepes és jó vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajok megoszlása Magyarországon

1. táblázat

A talaj vízgazdálkodási tulajdonságok szerinti kategóriáinak általános jellemzői

Kategória kódszáma	Fizikai talajféleség			VK _z	HV	DV	IR	K
	jele	K _z	hy _z	mm/10 cm-es réteg			mm/óra	cm/nap
1.	h	< 25	< 1,0	< 15	< 5	5–10	> 500	> 1000
2.	hv	25–35	1,0–2,0	15–25	5–10	10–15	150–500	100–1000
3.	v	35–42	2,0–3,5	25–35	10–20	15–22	100–150	10–100
4.	av	42–50	3,5–5,0	35–42	20–27	12–17	70–100	1–10
5.	a	50	5,0	42–50	27–35	10–15	50–70	0,1–1,0
6*							10–50	0,01–0,1
7**							< 10	< 0,01
8***	tőzeg, kotu			> 50	> 35			
9.	Szekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodási talajok							

* Enyhe szikesedés vagy pseudoglej-képződés miatt kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok;

** Erős szikesedés miatt extrémén szélsőséges vízgazdálkodású talajok;

*** Láptalajok

2. táblázat

A talaj vízgazdálkodási tulajdonságok szerinti kategóriáinak rétegenkénti jellemzői

Kategória	Variáns	Genetikai	Fizikai talajféleség	VK _z	HV	DV	IR	K
kód		szint	jele	mm/10 cm-es réteg			mm/óra	cm/nap
1.	1/1	0–50	h	< 15	< 5	5–10	> 500	> 1000
		50–100	h	< 15	< 5	5–10		800–1000
		100–150	h	< 15	< 5	5–10		500–800
		150–200	h	< 15	< 5	5–10		500–800
2.	2/1	a	hv	15–25	5–10	10–15	300–500	800–1000
		b	vh	10–20	4–8	6–12		100–500
		c	h	< 15	< 5	5–10		500–800
	2/2	a	hv	15–25	5–10	10–15	150–300	500–1000
		b	hv	15–25	5–10	10–15		100–500
		c	hv	15–25	5–10	10–15		300–500
3.	3/1	a	v	25–35	10–20	15–22	120–150	10–20
		b	v	25–35	10–20	15–22		10–50
		c	hv	15–25	5–10	10–15		100–500
	3/2	a	v	25–35	10–20	15–22	100–300	10–100
		b	v	25–35	10–20	15–22		10–30
		c	v	25–35	10–20	15–22		30–100
	4/1	A	v	25–35	10–20	15–22	80–100	10–30
		B	av	35–42	20–27	12–17		1–5
	4/2	C	v	25–35	10–20	15–22		10–30
		a	av	35–42	20–27	12–17	70–100	1–10
		b	av	35–42	20–27	12–17		3–7
		c	av	35–42	20–27	12–17		5–10

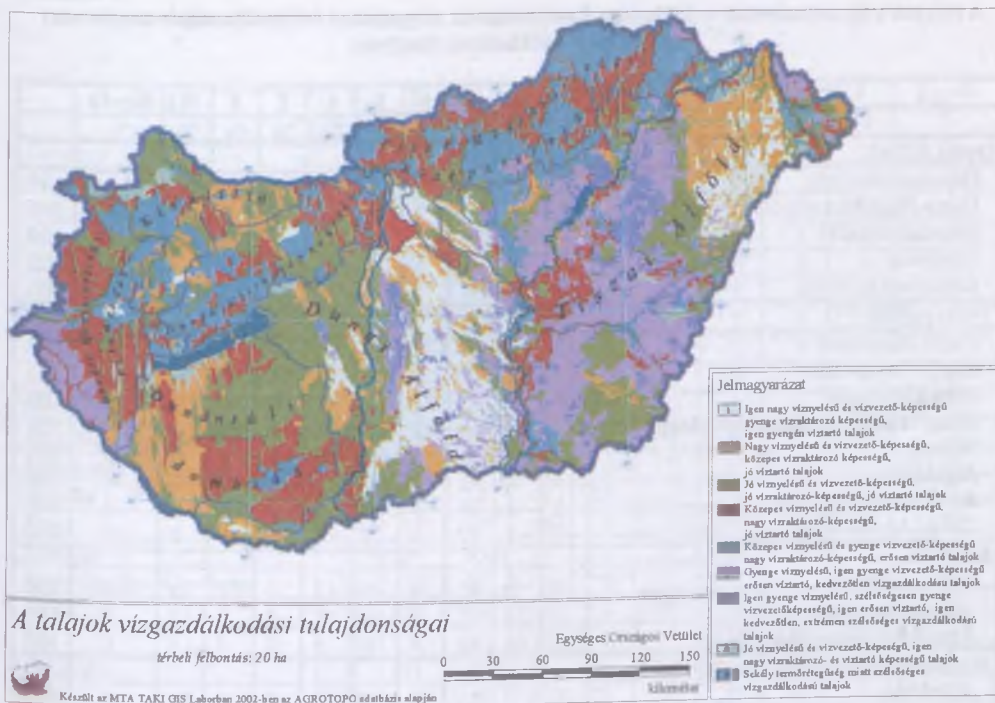
2. táblázat (folytatása)

Kategória kód	Variáns	Genetikai szint	Fizikai talajféleség jele	VK mm/10 cm-es réteg	HV	DV	IR mm/óra	K cm/nap
5.	5/1	A	av	35–42	20–27	12–17	60–70	1–5
		B	a	42–50	27–35	10–15		0,1–0,5
		C	av	35–42	20–27	12–17		0,5–2,0
	5/2	a	a	42–50	27–35	10–15	50–70	0,1–1,0
		b	a	42–50	27–35	10–15		0,1–0,5
		c	a	42–50	27–35	10–15		0,5–1,0
6.	6/1	a	a	42–50	27–35	10–15	30–50	0,1–1
		b	a	42–50	27–35	10–15		0,05–0,25
		c	a	42–50	27–35	10–15		0,1–0,5
	6/2	A					10–50	0,1–1,0
		B						0,01–0,1
		C						0,1–0,5
	6/3	A					10–50	0,1–1,0
		B						0,01–0,1
		C						0,1–0,5
	6/4	a					10–50	0,5–1,0
		b						0,1–0,5
		c						0,01–0,1
	6/5	a	l	> 50	> 35		10–50	
		b	l	> 50	> 35			
		c	v, av	30–40	15–25	15–20		1–10
7.	7/1	A					< 10	0,01–0,1
		B						< 0,01
		C						0,01–0,05
8.	8/1	a	l	> 50	> 35			
		c	hv	15–25	5–10	10–15		
		c	v	25–35	10–20	15–22		
		c	av	35–42	20–27	12–17		
		c	a	42–50	27–35	10–15		
9.	9/1	a(+b)	hv	15–25	5–10	10–15		
			v	25–35	10–20	15–22		
			av	35–42	20–27	12–17		
			a	42–50	27–35	10–15		
			L	> 50	> 35			

Jelmagyarázat:

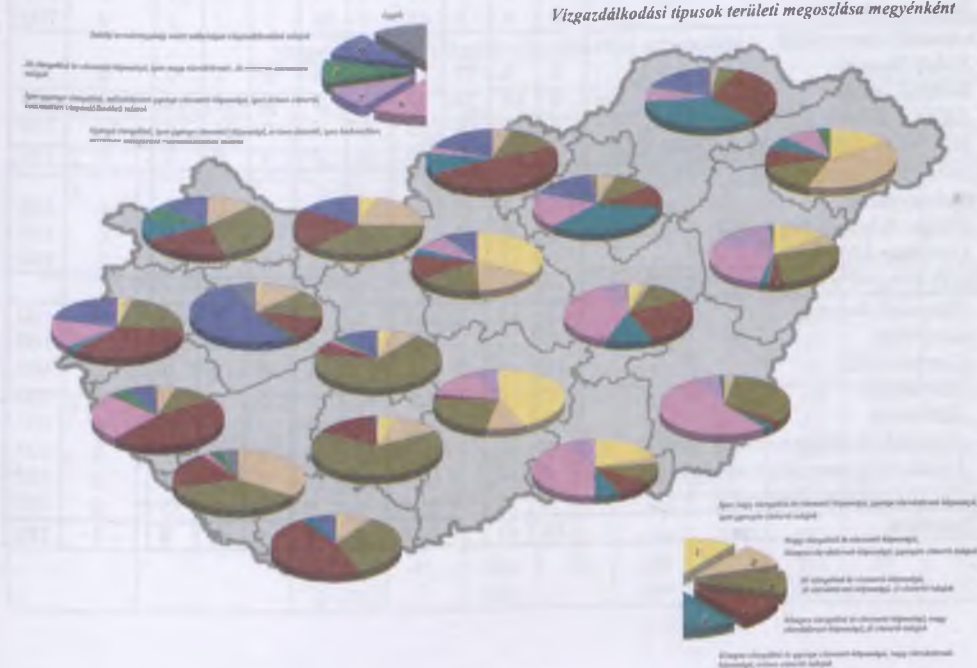
h: homok; vh: vályogos homok; hv: homokos vályog; v: vályog; av: agyagos vályog; a: agyag; l: tőzeg, kotu. VK_z: szabadföldi vízkapacitás; HV: holtvíztartalom; DV: hasznosítható vízkészlet; IR (infiltration rate): víznyelés sebessége; K: hidraulikus vezetőképesség

4. ábra



5. ábra

Vízgazdálkodási típusok területi megoszlása megyénként



3. táblázat

A talajok vízgazdálkodási tulajdonság kategóriáinak megoszlása középtájanként (összevont)
(a középtáj területének %-ában)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Egyéb	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Dunai Alföld											
Dunamenti-síkság	18	14	32	12	1	8	8	1	0	6	100
Duna-Tisza közí síkvidék	61	9	6	2	1	16	5	0	0	0	100
Bácskai-síkvidék	38	13	28	1	0	19	1	0	0	0	100
Mezőföld	8	15	62	1	0	6	2	3	2	1	100
Drávamenti-síkság	6	26	64	3	1	0	0	0	0	0	100
Tiszai Alföld											
Felső-Tiszavidék	1	8	18	25	24	16	0	8	0	0	100
Közép-Tiszavidék	1	1	11	19	9	41	16	0	0	2	100
Alsó-Tiszavidék	4	2	17	27	19	27	4	0	0	0	100
Észak-Alföldi hordalékkúp-síkság	9	8	25	12	21	18	7	0	0	0	100
Nyírség	35	51	6	2	2	3	0	1	0	0	100
Hajdúság	3	5	72	1	0	13	6	0	0	0	100
Berettyó-Körösvidek	1	2	14	5	5	55	15	3	0	0	100
Körös-Maros köze	0	3	37	6	1	48	5	0	0	0	100
Kisalföld											
Győri-medence	0	5	43	4	18	12	0	13	5	0	100
Marcal-medence	2	27	17	6	0	14	0	0	33	0	100
Komárom-Esztergom-síkság	2	46	43	4	0	0	0	0	5	0	100
Nyugat-magyarországi peremvidék											
Alpokalja	0	0	15	44	0	28	0	0	13	0	100
Sopron-Vasi-síkság	0	0	31	45	5	3	0	0	16	0	100
Kemeneshát	6	2	7	21	0	7	0	0	57	0	100
Zalai-dombvidék	0	4	8	47	0	36	0	3	2	0	100
Dunántúli-dombvidék											
Külső-Somogy	0	6	77	15	0	4	0	1	0	0	100
Belső-Somogy	0	58	24	14	0	3	0	1	0	0	100
Balaton-medence	1	5	9	3	0	4	0	21	14	43	100
Mecsek és Tolna-Baranyai-dombvidék	0	3	30	55	4	2	0	0	5	0	100
Dunántúli-középhegység											
Bakonyvidék	1	8	12	24	0	1	0	0	54	0	100
Vértes-Velencei-hegyvidék	6	6	52	10	0	0	0	0	26	0	100
Dunazug-hegyvidék	0	4	16	51	0	0	0	0	26	3	100
Észak-magyarországi középhegység											
Visegrádi-hegység	3	13	1	15	2	0	0	0	66	0	100
Börzsöny	0	2	1	19	11	0	0	0	67	0	100
Cserhátvidék	11	5	19	41	12	3	0	0	9	0	100
Mátravidék	0	0	3	5	42	10	0	0	40	0	100
Bükkvidék	0	0	1	38	27	0	0	0	34	0	100
Aggtelek-Rudabányai-hegyvidék	0	0	0	0	47	0	0	0	53	0	100
Észak-Magyarországi medencék	0	4	5	51	34	0	0	0	6	0	100
Tokaj-Zempléni-hegyvidék	0	0	0	11	26	8	0	0	55	0	100
Osszesen	10	11	24	18	7	16	4	1	8	1	100

4. táblázat

A talajok vízgazdálkodási tulajdonság kategóriáinak megoszlása megyénként (összevont)
(a megye területének %-ában)

Megye	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Egyéb
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Baranya	2	7	35	46	4	1	0	0	5	0
Bács-Kiskun	43	9	22	3	0	16	6	1	0	0
Békés	0	2	32	2	3	54	6	1	0	0
Borsod-Abaúj-Zemplén	0	2	5	33	34	5	3	1	17	0
Budapest	15	4	3	8	0	0	0	0	6	65
Csongrád	19	4	11	10	6	42	8	0	0	0
Fejér	3	7	65	7	0	3	2	2	10	1
Győr-Moson-Sopron	0	12	33	14	12	8	0	8	13	0
Hajdú-Bihar	13	6	27	4	2	28	19	1	0	0
Heves	1	4	11	13	33	17	3	0	16	2
Jász-Nagykún-Szolnok	4	2	13	26	11	35	8	0	0	1
Komárom-Esztergom	5	21	36	22	0	0	0	0	16	0
Nógrád	0	5	14	49	12	3	0	0	17	0
Pest	34	15	16	14	3	7	3	0	8	0
Somogy	0	34	35	20	0	3	0	4	0	4
Szabolcs-Szatmár-Bereg	15	39	15	10	6	11	1	3	0	0
Tolna	5	13	58	16	1	6	0	0	1	0
Vas	2	2	21	34	2	17	0	0	22	0
Veszprém	1	11	11	12	0	5	0	1	53	6
Zala	0	4	9	45	0	29	0	6	6	1
Osszesen	10	11	24	18	7	16	4	1	8	1

5. táblázat

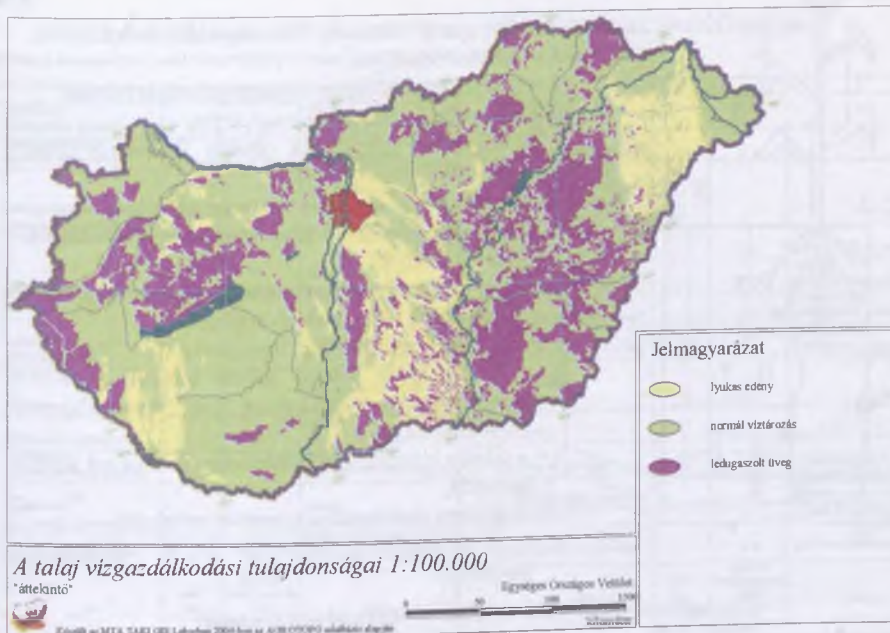
Magyarországi talajok vízraktározó képessége

Kategória	Alkategória	Szint	VK _i		VK _{sz}		HV		DV	
			%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
1	1/1	0–100			10	100	3	30	7	70
2	2/1	0–30	45	135	20	60	7	21	12	36
		30–60	45	135	15	45	6	18	9	27
		60–100	45	180	10	40	3	12	7	28
		0–100		450		145		51		91
	2/2	0–30	45	135	20	60	7	21	12	36
		30–60	45	135	20	60	7	21	12	36
		60–100	45	180	20	80	7	28	12	48
		0–100		450		200		70		120
3	3/1	0–30	45	135	30	90	15	45	18	54
		30–60	45	135	30	90	15	45	18	54
		60–100	45	180	20	80	7	28	12	48
		0–100		450		260		118		156
	3/2	0–30	45	135	30	90	15	45	18	54
		30–60	45	135	30	90	15	45	18	54
		60–100	45	180	30	120	15	60	18	72
		0–100		450		300		150		180

5. táblázat (folytatása)

Kategória	Alkategória	Szint	VK ₁		VK ₂		HV		DV	
			%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
4	4/1	0-30	45	135	30	90	15	45	18	54
		30-60	45	135	38	114	23	69	15	45
		60-100	45	180	30	120	15	60	18	72
		0-100		450		324		174		171
	4/2	0-30	45	135	38	114	23	69	15	45
		30-60	45	135	38	114	23	69	15	45
		60-100	45	180	38	142	23	92	15	60
		0-100		450		370		230		150
5	5/1	0-30	45	135	38	114	23	69	15	45
		30-60	45	135	46	138	31	93	12	36
		60-100	45	180	38	142	23	92	15	60
		0-100		450		394		254		141
	5/2	0-30	45	135	46	138	31	93	12	36
		30-60	45	135	46	138	31	93	12	36
		60-100	45	180	46	184	31	124	12	48
		0-100		450		460		310		120
6	6/1	0-30	45	135	46	138	31	93	12	36
		30-60	45	135	46	138	31	93	12	36
		60-100	45	180	46	184	31	124	12	48
		0-100		450		460		310		120
	6/5	0-30	45	135	70	210	40	120		
		30-60	45	135	70	210	40	120		
		60-100	45	180	35	140	20	80	17	68
		0-100		450		560		320		

6. ábra



7. ábra

1. Lassú (gátolt) talajba szivárgás

A) Vízátnemesztő réteg (kéreg) a talaj felszínén



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

B) Sekély beázási réteg (kis víztároló képesség)

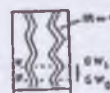


- szilárd kőzet
- tömör „padok” (vaakfók), orstein mészkőfok, összecementált kavics stb.)
- kicsérélhető, Na⁺, agyag, CaCO₃ vagy más anyagok által összecementált réteg
- helytelen művelés következtében kialakuló réteg („ekotalp-réteg”)

⇒ Szélsőséges vízgazdálkodás

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

2. Repedezés (duzzadás-zaugorodás)

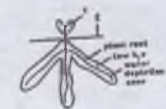
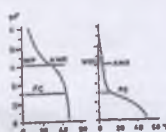


- Száraz állapotban (zaugorodás, repedezés)
- szivárgási veszteségek
 - emelkedő talajvízszint
 - túlbő nedvességviszonyok (túlteltetés, belvízvesztés)
 - a talajvízből történő másodlagos sófelhalmozódás, szikesedés (pangó, sós talajvíz esetén)
 - párolgási veszteségek (mélyebb rétegek kiszáradása)



- Nedves állapotban (duzzadás)
- nagy agyagtartalom
 - táguló rétegrésű (duzzadó) agyagvárnokok nagy mennyiség
 - nagy Na⁺-telleltetés (kicsérélhető Na⁺-tartalom)

3. Kis hasznosítható vízkészlet



1. Kis hasznosítható vízkészlet

- (DV = VK + HV)
- nagy agyagtartalom
 - elemi szennyező erős dispergálódása
 - erős lágasság, nagy Na⁺-tartalom
 - rossz talajszerkezet
 - igen kis agyagtartalom

2. Kis hasznosítható vízkészlet

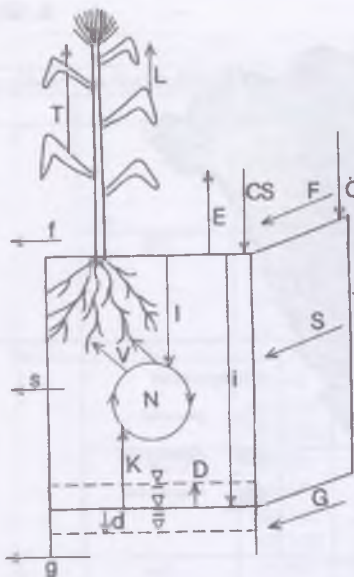
- (a nagy ozmózis potenciál, ψ miatt)
- nagy sótartalom
- $\psi_s = 0,32 (0,8 + 0,109 C_s)^{0,5}$
C_s = CT konc., méltier

3. Kis transzportoefficiensek

- (k, D)
- hervadás: $V < ET$
- kis nedvességtartalom
 - nagy víztartó képesség
 - erős lágasság, nagy Na⁺-tartalom
 - rossz talajszerkezet

A növény vízellátását korlátozó talajtani tényezők

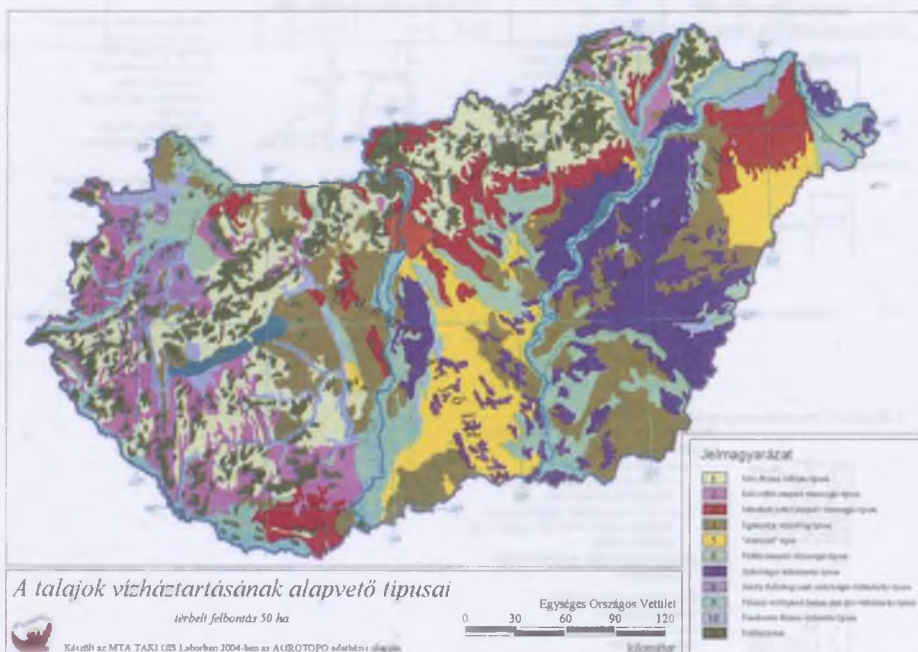
8. ábra



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

Agroökoszisztémák területi vízmérlegének tényezői

9. ábra



7. táblázat

A talajvízháztartás szabályzásának lehetőségei, módszerei és környezeti hatásai

Lehetőségek		Módszerek	Környezeti hatások
Felszíni lefolyás	Megakadályozása vagy mérséklése	talajvédő gazdálkodás: beszivárgás időtartamának növelése (lejtőszög mérséklése; állandó, zárt növénytakaró megtelepítése; talajművelés); beszivárgás lehetőségeinek javítása (talajművelés, mélylazítás)	1, 1a 5a, 8
Felszíni párolgás		beszivárgás gyorsítása (talajművelés mélylazítás); felszíni vizek összefolyásának megakadályozása	2, 4
Talajon keresztüli talajvíz-táplálás		talaj víztartó-képességének növelése; repedezés (duzzadás-zsugorodás) mérséklése	5b, 7
Talajvízszint emelkedés		szivárgási veszteségek mérséklése; talajvízszint-szabályozás szivattyúzás, drénezés)	2, 3 5b, 5c
Talajba szivárgás	elősegítése	felszíni lefolyás csökkentése (lásd fent)	1, 4, 5a, 7
Talajban történő hasznos tározás		talaj vízraktározó-képességének növelése (beszivárgás elősegítése, talaj víztartó-képességének növelése); megfelelő művelési ág és vetésszerkezet (növény megválasztás); talajjavítás; talajkondicionálás	4, 5b, 7
Hiányzó víz pótlása (öntözés)		öntözés	4, 7, 9, 10
Felesleges és káros vizek felszíni és felszín alatti elvezetése		felszíni és felszín alatti vízrendezés (drénezés)	1, 2, 3, 5c, 6, 7, 11

Kedvező környezeti hatások	Kedvezőtlen környezeti hatások
Az alábbi káros környezeti mellékhatások megelőzése, meg-szüntetése vagy mérséklése 1. Víz okozta talajerózió; talajfolyás 2. Másodlagos szikesedés 3. Láposodás, vizenyősödés, belvízveszély 4. Aszályérzékenység, repedezés 5. Kijuttatott tápanyagok 5a. bemosódása (→ felszíni vizek eutrofizáció) 5b. kilúgzódása (→ felszín alatti vizek) 5c. immobilizációja 6. Fitotoxikus anyagok képződése 7. Biológiai degradáció 8. Árvízveszély a vízgyűjtőterületen	9. Túlnedvesedés (belvíz-érzékenység; elvizenyősödés, láposodás-mocsarasodás) 10. Tápanyag-kilúgzódás 11. Szárazság-érzékenység