

TALAJVÍZVISZONYOK HIDROÖKOLÓGIAI SZEMPONTÚ ELEMZÉSE A BEREĞ–SZATMÁRI-SÍKSÁGON

LAJTER IBOLYA¹ – LUCZA ZOLTÁN² – SZABÓ LÁSZLÓ
JÓZSEF¹ – TÓTH ALBERT¹ – DÉVAI GYÖRGY¹ – NAGY
SÁNDOR ALEX¹

¹Debreceni Egyetem, TEK, TTK, Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. – ²Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, 4400 Nyíregyháza, Széchenyi u. 19.

HYDROECOLOGICAL EVALUATION OF GROUNDWATER CONDITIONS IN THE ALLUVIAL PLAIN BEREĞ–SZATMÁRI-SÍKSÁG (NE-HUNGARY)

I. LAJTER¹ – Z. LUCZA² – L.J. SZABÓ¹ – A. TÓTH¹ –
GY. DÉVAI¹ – S.A. NAGY¹

¹Department of Hydrobiology, Centre of Arts, Humanities and Sciences, Faculty of Science and Technology, University of Debrecen, Egyetem tér 1, H-4032 Debrecen, Hungary – ²Upper-Tisza Regional Water Directorate, Széchenyi u. 19, H-4400 Nyíregyháza, Hungary

ABSTRACT – By evaluating a data series of 11 years (2000–2011) acquired from eight groundwater monitoring wells in the alluvial plain Bereg–Szatmári-síkság (Csaroda, Gulács, Kocsord, Milota, Nagyecsed, Porcsalma, Szatmárcseke, Vámosoroszi), this paper is a contribution to a more refined view of the area's groundwater budget. In the first introductory section the authors present an overview of the approaches to clarify the concept of ecological water demand and emphasize the prominent role of groundwater in its supply. Relying on a body of published sources the authors then summarize our current knowledge regarding the water budget of the area. They provide a detailed evaluation of the data series in conjunction with the region's comprehensive geographic features, precipitation conditions and the underlying criteria of ecological water qualification, then introduce statistical analyses to reveal the degree of temporal alterations and trends regarding the groundwater levels in the monitoring wells. At last, by interpreting the results of this study and considering the body of opinions published in the literature they claim more intensive efforts to survey the groundwater budget pattern of the region. Their recommendations are stated so that inland inundation and drought control strategies be successfully harmonized with the fulfilment of the

ecosystems' water demand as well as with the improvement of agricultural production safety.

Key words: ecological water demand, groundwater level, eight study sites, data series of 11 years, statistical analysis, ecological water qualification, groundwater budget pattern.

1. Bevezetés

A vízigény – az általunk követett ökológiai indíttatású felfogás szerint – kettős értelmezésű fogalom: a rendelkezésre álló vízkészlettel szemben támasztott szükségletet vagy követelést jelenti. Mindkettő felmerülhet a természet (beleértve az embert, mint biológiai lényt) és a társadalom oldaláról is, bár a szükségleten alapuló igény inkább a természeti rendszerekre jellemző, a követelésre vonatkozó igény pedig döntően társadalmi szinten fogalmazódik meg (DÉVAI et al. 2000). A természet oldaláról vizsgálva a kérdést feltétlenül le kell szögezni, hogy Földünkön sem olyan élőlény, sem olyan ökológia rendszer nem létezik, amelyik függetleníteni tudná magát a víztől, azaz minden élőlénynek, ill. minden ökológiai rendszernek van bizonyos igénye az adott élőhelyen rendelkezésre álló vízkészlettel szemben. Az élővilág vízigényét azonban nem tartjuk helyesnek ökológiai vízkészletnek nevezni, eltérően a jogi értelmezéstől (1996. évi LIII. törvény) vagy egyes szakirodalmi véleményektől (pl. HORVÁTH 1999).

Az ökológiai vízigény fogalmán – most eltekintve az értelmezése és használata körüli bizonytalanságtól, ill. számos inkongruenciától (VÖLGYESI 2009) – azt a vízmennyiséget és vízminőséget értjük, ami valamely földrajzi térség valamennyi adottságához alkalmazkodott élővilág létfeltételeit korlátozás nélkül biztosítja, azaz a rá jellemző szerkezeti (strukturális) és működési (funkcionális) sajátosságok folyamatos fenntartásához szükséges (DÉVAI et al. 2001). Rendkívül fontos hangsúlyozni, hogy az ökológiai vízigény kielégítésének a mennyiségi oldal csak az egyik eleme, legalább ugyanolyan fontosságú a minőség kérdése is.

A Föld vízkészletét alkotó vízmennyiség ($1,38 \times 10^9 \text{ km}^3$) a hidroszférában, a litoszférában és az atmoszférában található, közelítőleg 100 000 : 500 : 1 arányban (PUTARICH IVÁNSZKY 2006). Ennek a vízkészletnek a döntő része (97,6%) sós víz, amit az óceánok, a tengerek, ill. a szárazföldi felszíni és felszín alatti sós állóvizek víztömege alkot. A földi vízkészletből tehát csupán 2,4% tekinthető alacsony sótartalmú, a köznapi szóhasználat szerinti édesvíznek. Ha ennek a vízmennyiségnek az eloszlását tovább elemezzük, akkor kiderül, hogy mintegy 78%-a hó és jég formájában fordul elő. Ennek tudatában érthető a Föld átlaghőmérsékletének emelkedését kísérő aggodalom, hiszen a klímaváltozás következtében fellépő melegedés egyértelműen ennek a hatalmas édesvízkészletnek az elvesztését okozhatja (IPCC 2007). A fennmaradó 22%-ból mindössze 1%-ot tesznek ki együttesen a kontinentális felszíni vizek, az élővilágban lévő vízmennyiség és a talaj nedvességtartalma, ami nyomatékosan ad hangsúlyt annak a ma már széles körben elfogadott nézetnek, hogy Földünkön az alacsony sótartalmú vízkészlet a legkorlátozottabb mértékben rendelkezésre álló természeti erőforrás. Figyelemre méltó azonban, hogy a földkéregben lévő vízkészlet igen jelentős, s ennek a 21%-nak tekintélyes része talajvíz, aminek az

ökológiai vízigény biztosíthatóságának vizsgálata során az eddigieknél sokkal nagyobb figyelmet kell szentelni (VÁRALLYAY és FARKAS 2008).

A hazai vízkészletek számbavétele, veszélyeztető tényezőinek felmérése, hasznosítási formáinak és lehetőségeinek elemzése a Magyar Tudományos Akadémia egyik köztestületi stratégiai programja keretében nagyon részletesen és sokrétűen megtörtént (SOMLYÓDY 2000a, 2011a), beleértve a vízkészletek és a vízigények összehangolásának (SIMONFFY 2000, 2011), ill. az ökológiai szempontok érvényre juttatásának (ISTVÁNOVICS és SOMLYÓDY 2000) témaköreit is. E munka során a talajvíz sem a helyzetkép felvázolásánál, sem a stratégiai feladatok meghatározásánál nem részesült a jelentőségét megillető figyelemben. Ebben kétségtelenül közrejátszott az a körülmény, hogy a Kárpát-medence, s különösen az Alföld sajátos földtani viszonyai miatt a talajvíz és a rétegvíz szétválasztása nem egyértelmű (SOMLYÓDY 2000b), s ezért tárgyalásukra is általában összevontan került sor (felszín alatti vizekként, továbbá külön kategóriaként lettek kezelve a parti szűrészű vizek – SIMONFFY 2011). Az átfogó helyzetképből a Bereg–Szatmári-síkságra vonatkozó vélemények azt tükrözik, hogy a táj szűkös felszín alatti vízkészletekkel rendelkezik, de ugyanakkor a belvizek által fokozottan veszélyeztetettnek tekinthető (SOMLYÓDY 2011b). A területen a tenyészidőszaki összegzett éghajlati vízhiány még nem mondható jelentősnek (KONCSOS 2011), és a közeljövőben sem várható számottevő mértékű növekedése (NOVÁKY 2011). A vízkivételek és a hasznosítható vízkészletek aránya – a Tisza-Alföld többi területeihez képest (SOMLYÓDY 2000c) – eddig még viszonylag kedvezően alakult ($> 0,5$ – SIMONFFY 2000).

Az ökológiai vízigény szempontjából a talajvíznek óriási jelentősége van (VÖLGYESI 2009), mind a hazai vizek döntő többségét kitevő vizes élőhelyek (wetlands) megfelelő állapotának fenntartásában, mind a szárazföldi (terresztris) élővilág létfeltételeinek kielégítésében, mind pedig az eredményes mezőgazdasági termeléshez nélkülözhetetlen feltételrendszer biztosításában. Ugyanakkor a talajvizet sokszor kárhozzátjuk a belvizek által okozott károkkal összefüggésben. Különösen időszerűvé és hangsúlyossá teszi a talajvízviszonyok pontos ismeretének fontosságát az éghajlatváltozás hatásainak előrevetítése (NOVÁKY 2000). Mindezek miatt feltétlenül szükségesnek tartjuk, hogy a talajvízzel az 1950-es évek nagyszerű kutatási eredményeire építve (RÓNAI 1956, 1961) ismét részletesen foglalkozzunk, felhasználva a vízügyi szolgálat rendkívül értékes hosszú távú adatait.

2. Anyag és módszer

Dolgozatunkban nyolc mintavételi helyszínen lévő (Csaroda, Gulács, Kocsord, Milota, Nagyecsed, Porcsalma, Szatmárcseke és Vámosoroszi) talajvízkút hosszú távon (2000–2010 között) rögzített vízállásadatait dolgoztuk fel és értékeltük. A méréseket és az adatrögzítést a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (FETIKÖVIZIG, Nyíregyháza) szakemberei végezték.

A vizsgált helyszíneken található talajvízkutak jellemző adatait az 1. táblázatban mutatjuk be. Csaroda és Nagyecsed esetében napi adatok, Kocsord, Milota, Porcsalma és Szatmárcseke esetében heti két adat, Gulács és Vámosoroszi esetében pedig heti egy adat állt rendelkezésünkre. Az adatsorok

néhány esetben hiányosnak bizonyultak: Csarodánál 2006-ban július 28. és augusztus 30. között 34 napi, 2010-ben több részletben (03.26–31., 07.25., 10.28–31.) összesen 11 napi adat hiányzik; Milótánál 2000-ből egyáltalán nincs adat, 2001-ben pedig május 3-tól december 31-ig nem történt mérés; Nagyecsdnél 2000-ben 1 nap (08.08.), 2001-ben április 1–11. között 11 nap, 2002. július 30-tól 2003. április 30-ig 275 nap adata hiányzik. Mivel Milota és Nagyecsed esetében az adathiány hosszabb távú és jelentős mértékű volt, a statisztikai értékelésből ezeket az adatsorokat kihagytuk. Több mintavételi helyszín esetében változó volt az adat rögzítés gyakorisága: Vámosoroszi esetében 2010-ben július 26-ától heti mérések helyett már napi mérések történtek, Gulács esetében pedig 2004-ben január 1-jétől tértek át a napi mérésekre. Ezt a sokszínű mérési gyakoriságot össze kívántuk hangolni az értékelési szempontokkal, s ezért megvizsgáltuk, hogy ha a napi adatsorokból heti kétszeri vagy heti egyszeri adatsorokat képezzünk, azokat mennyire lehet az összehasonlító értékeléshez felhasználhatónak tekinteni. Az adatsorok ily módon történő szűkítése könnyen megoldható volt, hiszen a heti egyszeri, ill. kétszeri mérések minden helyszínen azonos napokon történtek. Egyetlen helyszínen, Csarodánál lehetőség nyílt a talajvízállás és a csapadékmennyiség napi adatsorainak a teljes időszakot átfogó összevetésére is.

1. táblázat

Az elemzésbe bevont talajvízkutak és az ott végzett mérések jellemző adatai.

(A korrekciós érték a kutak peremmagassága és a terepmagasság közötti különbséget jelenti, a mérési gyakoriság rövidítései pedig a következők: n = napi mérés, h1 = heti 1 alkalommal történt mérés, h2 = heti 2 alkalommal történt mérés.)

Település	Kút törzsszáma	Kút-mélység (cm)	Terepmagasság (mBf)	Peremmagasság (mBf)	Korrekciós érték (m)	Mérési gyakoriság	Mérési adatszám (Σ=15 598)	Geokoordináták (EOV)
Csaroda	001594	650	109,44	109,91	0,47	n	3973	x:318 923 y:903 710
Gulács	001596	900	110,35	110,65	0,30	h1, n	2766	x:310 572 y:904 850
Kocsord	003054	800	113,66	114,28	0,62	h2	1148	x:293 778 y:900 131
Milota	001598	930	115,60	115,90	0,30	h2	974	x:313 250 y:927 845
Nagyecsed	001659	650	113,08	113,54	0,46	n	3731	x:284 552 y:900 559
Porcsalma	001635	750	115,62	116,22	0,60	h2	1148	x:287 819 y:913 333
Szatmárcseke	001600	1100	112,44	112,99	0,55	h2	1148	x:310 732 y:916 959
Vámosoroszi	001685	550	113,06	113,49	0,43	h1	710	x:300 781 y:920 703

Feldolgozó és értékelő munkánk során először arra a kérdésre kerestünk választ, hogy ha az összehasonlító elemzéshez és értékeléshez a különböző gyakoriságú észlelésekből a heti egyszerit választjuk, akkor mennyire lehet reális képet kapni a talajvízszint változásáról. Ennek érdekében a csarodai napi méréssorozatból dátum szerint kiválogattuk azokat az adatokat, amelyek a heti kétszeri, ill. egyszeri mérési gyakoriságnak felelnek meg. A három adatsor által tükrözött kép összehasonlítására az 1. ábra ad lehetőséget. Ezt követően a napi mérési adatok átlagolásával heti egyszeri adatsort képeztünk, majd ezt vetettük össze a dátum szerint kiválogatott heti egyszeri gyakoriságú adatsorral, aminek eredményét a 2. ábra tükrözi.

A további elemző munka során a talajvízállás különböző részletességű adataiból havi és éves átlagértékeket számítottunk. Az 3. ábra – a jó

összehasonlíthatóság érdekében azonos skálázással – a havi átlagos talajvízállás alakulását szemlélteti mintavételi helyszínenként. A 2. táblázat a talajvízállás éves átlagértékeit tartalmazza a teljes vizsgált periódusra és mindegyik mintavételi helyszínre vonatkozóan, megjelölve a legmagasabb és a legalacsonyabb éves átlagértéket ($^+$ ill. $-$ felső indexszel), s feltüntetve az ezek különbségéből adódó 11 éves vízszíntingadozás mértékét is. A 3. táblázat az éves átlagértékeknek és az ezek szerinti vízszíntingadozásnak, ill. a hosszú távú átlagértékeknek az ökológiai vízminősítés szerinti kódértékeit tartalmazza. A 4. táblázat a talajvízszíntingadozás mértékére vonatkozó adatokat tartalmazza évenkénti, ill. hosszú távú csoportosításban. A 4. ábra a csapadékmennyiség és a talajvízállás havi átlagértékeinek alakulását mutatja be Csarodánál 2000 és 2010 között. Az 5–8. ábrák az adatsorok statisztikai elemzésével kapott eredményeket szemléltetik.

A statisztikai elemzések során az adatok eloszlását SHAPIRO&WILK-tesztekkel vizsgáltuk. A normál eloszlástól való szignifikáns eltérés esetén nem paraméteres eljárásokat alkalmaztunk. Az adatok variációjának relatív mértékét variációs koefficiensekkel (CV%) jellemeztük, ezeknek a helyszínek közötti eltérését pedig FLIEGNER&KIELLEN-tesztek segítségével vizsgáltuk. Az eltérő mintavételi gyakoriságokkal kapott adatsorokat nem paraméteres párosított Sign-teszttel hasonlítottuk össze, ami nem érzékeny az adatok szimmetrikus eloszlására. A talajvízszint-változás helyszínek közötti kapcsolatát, valamint a csapadék aktuális mennyisége és a talajvízállás, ill. a késleltetett talajvízállás közötti kapcsolatot lineáris regresszióanalízis segítségével elemeztük. A talajvízszint változásában mutatkozó esetleges periodicitást Lomb-periodogramok segítségével értékeltük. A számítások Microsoft Excel, valamint PAST 2.09 (HAMMER et al. 2001) programcsomagok felhasználásával történtek.

3. A vizsgálati terület jellemzése

A Bereg–Szatmári-síkság az ökológiai szempontú hazai tájtipológia (DÉVAI et al. 1992, 1999) szerint a Tiszai-Alföld egyik középtája, amelynek csak egy része esik hazánk területére. A térség mai képe (MEZŐSI 2011) a Kárpátokból érkező vízfolyások által felépített hordalékkúp fiatal (würm végi) süllyedése után alakult ki, amikor a Tisza vízrendszere mintegy tizenhat–húszezer évvel ezelőtt elfoglalta. A ma is lassú süllyedőben lévő, mély fekvésű, 100–110 m magasan álló terület egy olyan tökéletes alluviális síkság, amelyet döntően a folyók holocén öntésanyagai töltöttek ki, s amelyen a magas és az alacsony ártér felszíni formáinak zömét is a vízfolyások alakították ki, amikor a vízrendezések előtt akadálytalanul bejárták a területet. Ezek a felszínfejlődési folyamatok a talajvízviszonyok szempontjából egy nagyon lényeges következménnyel jártak. RÓNAI (1956) szerint az itteni nagy kavics- és homokmezőre K-ről Ny felé és É-ről D-re vastagodó, finom, iszapos-agyagos ártéri üledék telepedett, ami erősen vízrekesztő [MEZŐSI (2011) szerint helyesebben: vízlassítój], s így a talajvíztükör túlnyomó része nyomás és zárófedő alatt van (RÓNAI 1956, p. 95.: 48. ábra). A területen tehát a talajvíz- és a rétegvízszinteket nehéz elkülöníteni, s így klasszikus értelemben vett talajvízről is csak részlegesen és feltételesen lehet beszélni (RÓNAI 1956; MÉSZÁROS és SCHWEITZER 2002; MEZŐSI 2011).

A terület talajai a Tisza és mellékfolyóinak öntésein alakultak ki (A tiszai Alföld 1969, STEFANOVITS et al. 1999). A rendszeres áradásokból ismétlődően lerakódó vastag üledékrétegek gyakran szakították meg a talajképződési folyamatok normális menetét. Ennek ellenére a táj felépítése két okból is változatos: egyrészt a vízfolyások más-más helyen rakták le hordalékukat a gyakori mederváltozások miatt, másrészt az elöntések hatása másként érvényesült a folyóhátakon és az elgátolt területeken. Mindezek hatására a talajok típusa az öntésektől a rétek és a mocsári erdők talajain át a lápos talajokig terjed, s a területet ezek változatos együttese borítja.

A terület talajainak vízháztartási sajátosságait elemezve a következő megállapításokat lehet tenni (Magyarország nemzeti atlasza 1989, p. 82–83.; p. 84., B térkép). A vízgazdálkodási tulajdonságok alapján elkülöníthető fő talajtípusok borítása elég változatos, a mozaikosság a Beregi-síkon közepes mértékűnek, a Szatmári-síkon és a Szamos–Kraszna-közén viszont jelentősnek mondható. Víznyelőképesség szempontjából legnagyobb részesedésűek a gyenge vagy igen gyenge víznyelésű talajok, de közel hasonló arányban vannak jelen a közepes, ill. a nagy és a jó víznyelésűek is. Vízvezető-képesség szerint a gyenge vagy az igen gyenge vízvezető-képességű talajok részesedése a legjelentősebb, de számottevő arányban fordulnak elő a közepes és a nagy vízvezető-képességűek is. Vízraktározó-képesség alapján a nagy vízraktározó és erősen víztartó talajok döntő súlya jellemző, de jelentős még a jó vízraktározási sajátosságú talajok részesedése is, a közepes vízraktározási képességűeké viszont csekély. Víztartóképesség szempontjából az erősen víztartó talajok részesedése a legnagyobb, de jelentős a jó víztartó talajok borítása is, a gyengén víztartók aránya viszont csekély. A hajdani Ecsedi-láp területén a gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű és erősen víztartó, tehát kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok részaránya is számottevőnek tekinthető. Az alapvető vízháztartási típusokat tekintve a felszíni vízfolyások hatása alatt álló, a felfelé irányuló vízmozgások által befolyásolt, ill. a szélsőséges vízháztartási típusú talajok borítása közel azonos arányú, de a hajdani Ecsedi-láp területe ebből a szempontból is kivétel, mivel a rendszeres felszíni vízborítással jellemezhető típusba sorolható.

A talajvíznek a Bereg–Szatmári-síkságon az irodalmi adatok alapján történt és időtől függően három komolyan számításba vehető utánpótlási forrása van [RÓNAI 1956; VERMES 1997; LIEBE 2002; MEZŐSI 2011 – összhangban az általános geológiai (VENDL 1957), a geográfiai (SZABÓ 2002) és a hidrológiai (NÉMETH 1954) véleményekkel], a hidrol: a csapadék függőleges irányú (vertikális) beszivárgása; a vízfolyások vagy a környező területek felől történő oldalirányú (horizontális) beáramlás; a mélyebben fekvő, nyomás alatt álló rétegekből történő feláramlás. A függőleges beszivárgás igen lassú folyamat, az Alföld jelentős részén átlagosan 3–7 hónap alatt jut le a csapadék a talajvízszintig. A horizontális irányú áramlás nemcsak közvetlenül a folyók mentén juthat komolyabb szerephez, hanem a jó vízvezető rétegeket tartalmazó hordalékkúpok esetében is, amelyeknél a talajvíz a hegységek peremén lehullott csapadék egy részének horizontális beáramlásából is pótlódhat. A feláramlás szerepe még korántsem kellően tisztázott, de az új kutatási eredmények egyre inkább valószínűsítik, hogy jelentősége az eddig becsültnél jóval nagyobb. A talajvíz mennyiségének csökkenésében döntő súlya a párolgásnak, ill. a vegetációperiódusban az élővilág általi vízfelvételnek és

párologtatásnak (evapotranszspiráció) van. Számításba veendő talajvízszint-csökkentő tényezőknek tekinthetők még a mélyebb rétegek felé történő elszivárgás, ill. az oldalirányú kiáramlás, aminek különösen a vízfolyások hosszan tartó alacsony vízállása esetén van jelentősége.

Az „Országos vízgazdálkodási keretterv” (VARGA 1984) a talajvízzel bevallottan nagyon csekély mértékben foglalkozik, elsősorban besorolási nehézségekre, adat- és ismerethiányra, ill. alárendelt ivóvízellátási jelentőségre hivatkozva. A témakör elméleti alapozása sem tekinthető kellően egységesnek, hiszen a Bereg–Szatmári-síkságot vízföldtani értelemben a Bodrogházzal, a Rétközzel és a Nyírség ÉK-i részével együtt a Felső-Tisza-vidékhez sorolja (I.—41. ábra), talajvízháztartási tájegységként viszont kettébontja, a Beregi-síkot a Bodrogházzal, a Szatmári-síkot és a Szamos–Kraszna-közét pedig a Rétközzel és a teljes Nyírséggel vonja össze (I.—42. ábra). Vízutánpótlási szempontból a beszivárgást jelöli meg döntő forrásként, s csak a Beregi-sík esetében veszi jelentősnek az oldalirányú hozzáfolyást. Készletfogyást egyáltalán nem tüntet fel, kis mértékű feláramlást is csak a Szamos–Kraszna-köze esetében vesz számításba. Vízvesztéségi oldalról a párolgást adja meg fő forrásként, de a Beregi-sík és a Szatmári-sík esetében az oldalirányú elfolyást is hasonló súlyúnak veszi, míg csekély mértékű függőleges elszivárgást csak a Szatmári-síknál tüntet fel (I.—19. táblázat).

A tájföldrajzi forrásmunkák szerint (BULLA 1962; MAROSI és SOMOGYI 1990; DÖVÉNYI 2010) a Bereg–Szatmári-síkságon a talajvizet általában 2–4 m mélységben lehet elérni. A mai és az egykori folyómenti hátakon azonban a talajvíz szintje 4 m alá is süllyedhet, a lápos-mocsaras térszíneken (pl. a hajdani Ecsedi-láp területén) és a folyók partszegélyi területein viszont 2 m fölé is emelkedhet. A „Magyarország nemzeti atlaszá”-ban (1989) lévő, s az 1961–1980 közötti állapotokat tükröző térképek valamivel árnyaltabb képet mutatnak. A talajvíz terepszint alatti minimális szintjét bemutató térkép (p. 68., A) 3–7 m közötti mélységet ábrázol, s csak az Ecsedi-láp északkeleti részén tüntet fel 1–3 m-es talajvízszintet. A maximális talajvízállást bemutató térkép (p. 68., B) szerint a talajvíztükör döntően 0–1 m között helyezkedik el, s csak a terület északi és keleti részén fekszik mélyebben (1–2 m között), ill. csak néhány foltban (pl. az Ecsedi-láp helyén, Porcsalma és Fehérgyarmat térségében, ill. Csaroda-Gelénes-Vámosatya körzetében) emelkedik a felszín közelébe. A tenyészidőszak átlagos talajvízállását bemutató térkép (p. 69.) szerint a talajvíztükör a terület túlnyomó részén 3–4 m között húzódik. Ennél mélyebben (4–7 m között) csak egy keskeny északkeleti sávban, ill. a Szamos mentén Panyola térségében fekszik, magasabbra (1–3 m közé) pedig a Csaroda és Gulács közötti sávban, a Méhtelek-Fehérgyarmat-Csengersima közötti háromszögben, ill. az Ecsedi-láp teljes egykori területén emelkedik.

Ezekkel az általános adatokkal jól összezsengenek, de jóval árnyaltabb képet adnak azoknak a forrásmunkáknak (RÓNAI 1956, 1961; A tiszai Alföld 1969) a leírásai, amelyek a táj különböző talajvízszintű részegységeit is megnevezik és tipizálják. E művek szerint a 3 m alatti talajvízszint azokra a jelentősebb vízfolyások (Tisza, Szamos, Túr, Csaronda) mentén fekvő szélesebb területsávokra jellemző, amelyeken a szabályozásokig intenzív feltöltő munka folyt. A folyóhátak által elrekesztett térségeken ennél magasabban áll a talajvíztükör, sőt akár a felszín közelébe is emelkedhet. A hajdani hordalékkúpok maradványain, ill. az egykori és

a jelenkori folyóhátakon viszont jóval lentebb, akár 6–8 m mélyen is húzódhat a talajvíztükör. A folyó menti területek talajvízjátékában fontos szerepet tulajdonítanak a vízfolyásokhoz viszonyított elhelyezkedésnek. Közvetlenül a folyók mentén – azok vízjárásától függően – az oldalirányú szivárgás hatására nagyobb szintkülönbségek kialakulását is lehetségesnek tartják, a folyóktól távolabbi területeken viszont inkább a csapadékviszonyokat tekintik a talajvíztükör helyzetét befolyásoló legfontosabb tényezőnek.

A talajvízháztartás valóban megbízható elemzését, s főleg számszerűsítését nagyon megnehezíti, hogy a múlt század '50-es éveiben végzett, s RÓNAI (1956) által kitűnően és előre mutatóan összegezett nagyszabású felmérő-értékelő munka óta érdemi előrelépés alig történt, s így a jelenlegi adatállomány minőségi és mennyiségi tekintetben egyaránt elégtelen a felmerülő kérdések tisztázásához.

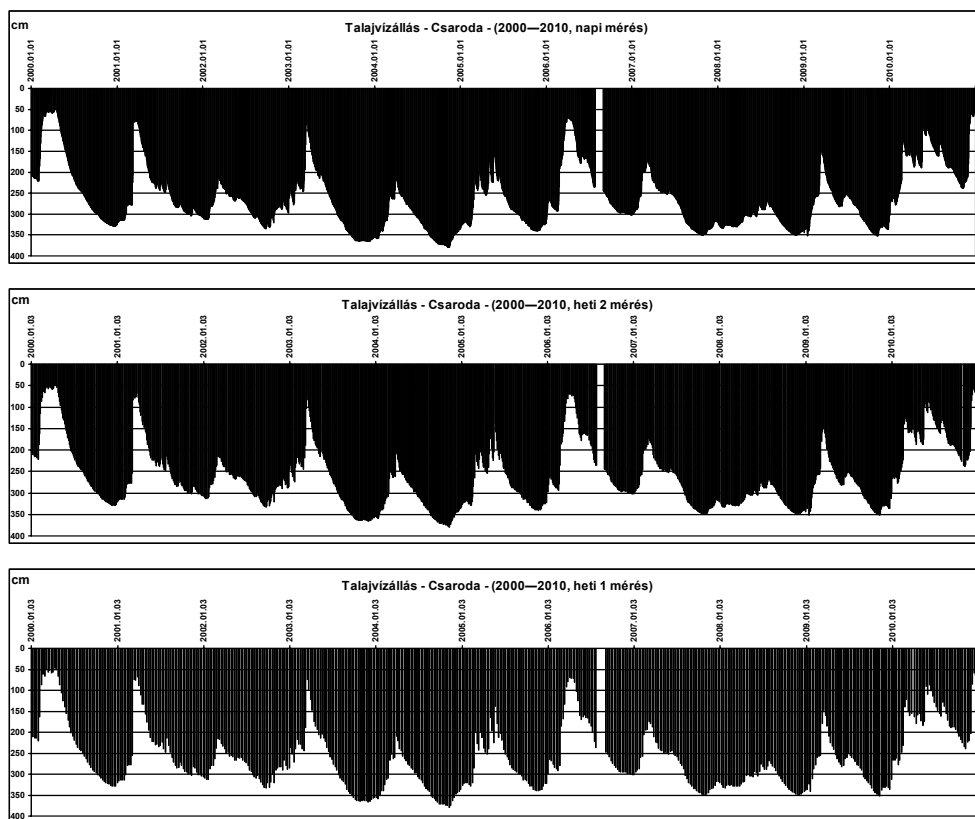
Saját vizsgálati eredményeink, amelyek a 2000–2010 közötti állapotokat tükrözik, jó összhangban vannak az előbbieken vázolt általános helyzetképpel, a talajvízszint térbeli különbségeiről és változásának dinamikájáról azonban a korábbinál részletesebb állapotjellemzés készítésére és árnyaltabb értékelésre nyújtottak lehetőséget.

3. Eredmények és értékelésük

Feldolgozó és értékelő munkánk kiindulásaként – a legrészletesebb csarodai adatsorok felhasználásával – a napi, ill. az azokból képezett heti kétszeri és heti egyszeri adatsorok összehasonlító elemzésével foglalkoztunk. Az eltérő mintavételi gyakoriságú adatsorok vizuális összevetésére alkalmas 1. ábrán jól látható, hogy a talajvízállás mennyiségi értékeiben és időbeli alakulásában lényeges különbség nem tapasztalható. Ebből arra lehet következtetni, hogy a heti egy alkalommal történő mérések is alkalmasak az itteni talajvízviszonyok jellemzésére és a bekövetkező változások felderítésére.

A kérdés objektívebb vizsgálatára törekedve statisztikai elemzéseket is végeztünk. A heti egyszeri, ill. az átlagolt kétszeri leolvasás adatainak összevetése azt mutatja, hogy a két érték közötti különbségek igen csekélyek, az adatok többségénél 5 cm alattiak. Csak 15 olyan időpont van (2,61%), amikor a különbség ezt lényegesen meghaladja (> 10 cm), s akkor is az egyszeri mintavétel értékei nagyobbak. Ezek az időpontok szinte mindig a tavaszi időszakra esnek. Ezeken kívül további 38 időpontnál (6,63%) haladja meg a különbség az 5 cm-t.

Abból adódóan, hogy az adatsorok igen jelentős mértékben eltértek a normál eloszlástól (SHAPIRO&WILK-teszt: $W = 0,9244$ – $0,9259$; $p = 2,722$ – $4,009E-16$), a két adatsor összehasonlítását nem paraméteres párosított teszttel (Sign-teszt) végeztük el. A teszt értelmében ($r = 343$; $p = 8,757E-16$) a két adatsor szignifikánsan különbözik. Az eltérés véleményünk szerint abból adódik, hogy a heti kétszeri leolvasásból képezett átlag pontosabb képet ad a talajvízszint változásáról, mivel kivédi az egyszeri leolvasás során a gyorsan bekövetkező ingadozásból adódó hibát. Ugyanakkor a heti kétszeri leolvasás adatainak hosszú távú trendje teljesen megfelel a napi leolvasások esetében tapasztalható trenddel.

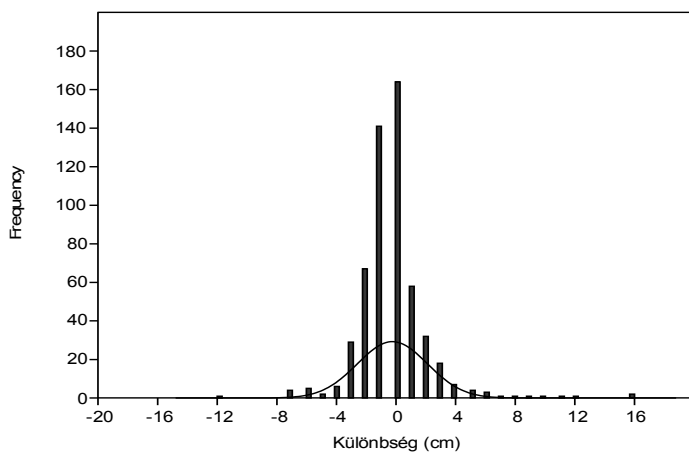


1. ábra

A talajvízállás különböző mérési gyakoriságú adatsorok által tükrözött képe Csarodánál (a talajvízszint helyzetét ezen az ábrán és a továbbiakon is a sötét/mintás és a világos mezők érintkezése mutatja).

A heti egyszeri adatok és a napi leolvasásokból képezett hétnapos átlagok adatsorait is összehasonlítottuk. Az 566 adatpárból a párosított adatok különbségének relatív mértéke 17 esetben (3,00%) haladta meg az 5%-ot, s ezeket a további feldolgozásból kihagytunk. Ezek az adatsorok is igen jelentős mértékben eltértek a normál eloszlástól (SHAPIRO&WILK-teszt: $W = 0,9221 - 0,9232$; $p = 3,06 - 4,07E-16$), ezért az összehasonlítást ebben az esetben is nem paraméteres párosított teszttel (Sign-teszt) végeztük el. A teszt értelmében ($r = 255$; $p = 1,83E-10$) ez a két adatsor is szignifikánsan különbözik. A két adatsor különbségértékének megoszlása viszont azt mutatja, hogy az esetek túlnyomó többségében a különbség 0, vagy csak 1–2 cm (2. ábra). Annak ellenére tehát, hogy a statisztikai teszt szignifikáns különbséget adott, a talajvízszint változása heti egyszeri leolvasással is jól nyomon követhető. A 2. ábráról az is leolvasható, hogy a normál eloszlástól való eltérésért a csúcsosság felelős, ami szintén az egyszeri mintavétel elégségességét erősíti. Az összes adat viszonylatában a fenti tesztek értékei az előzőhöz nagyon hasonlóknak bizonyultak (SHAPIRO&WILK-

tesztet: $W = 0,9244-0,9262$, $p = 2,72-4,43E-16$; Sign-teszt: $r = 259$, $p = 1,73E-08$).



2. ábra

A heti egyszeri adatok és a napi leolvasásokból képezett hétnapos átlagok eltéréseinek gyakorisági értékei, a normál eloszlást mutató görbével.

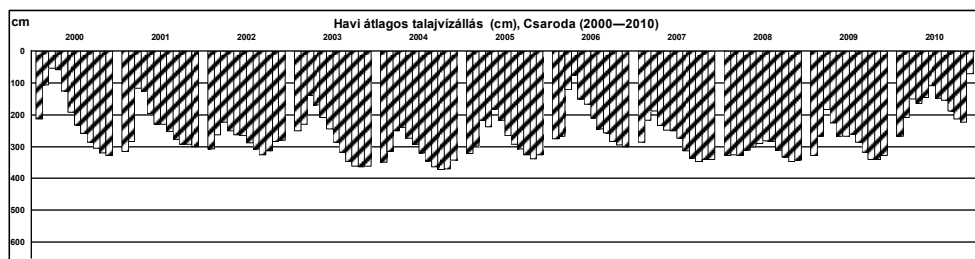
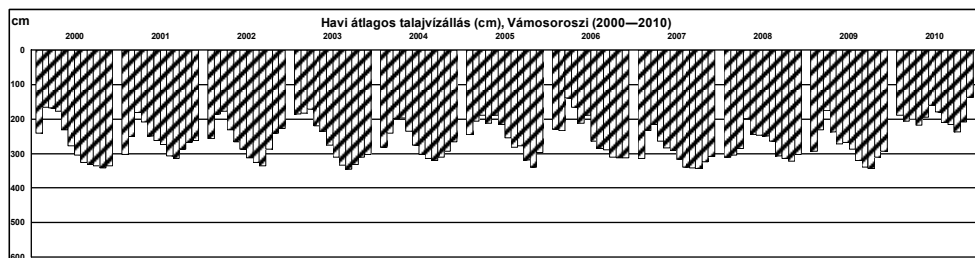
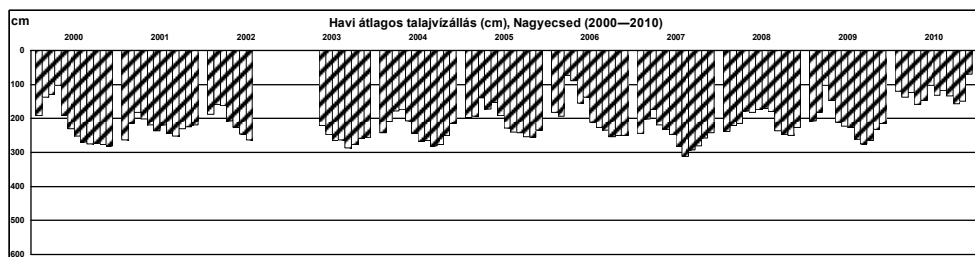
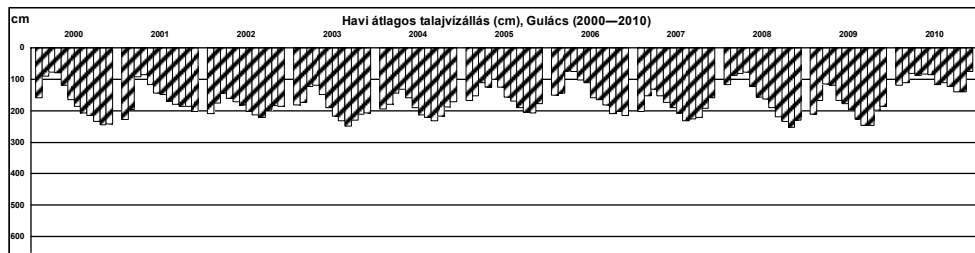
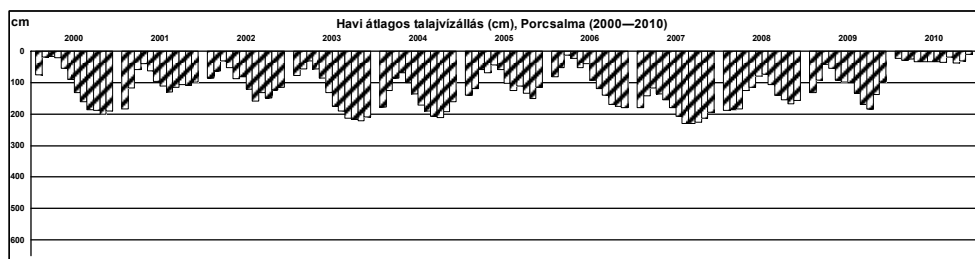
A nyolc különböző helyszín talajvízjárásának a vizsgált 11 éves időszak alatti összehasonlító elemzését a havi (3. ábra) és az éves átlagértékek (2. táblázat) alapján végeztük el.

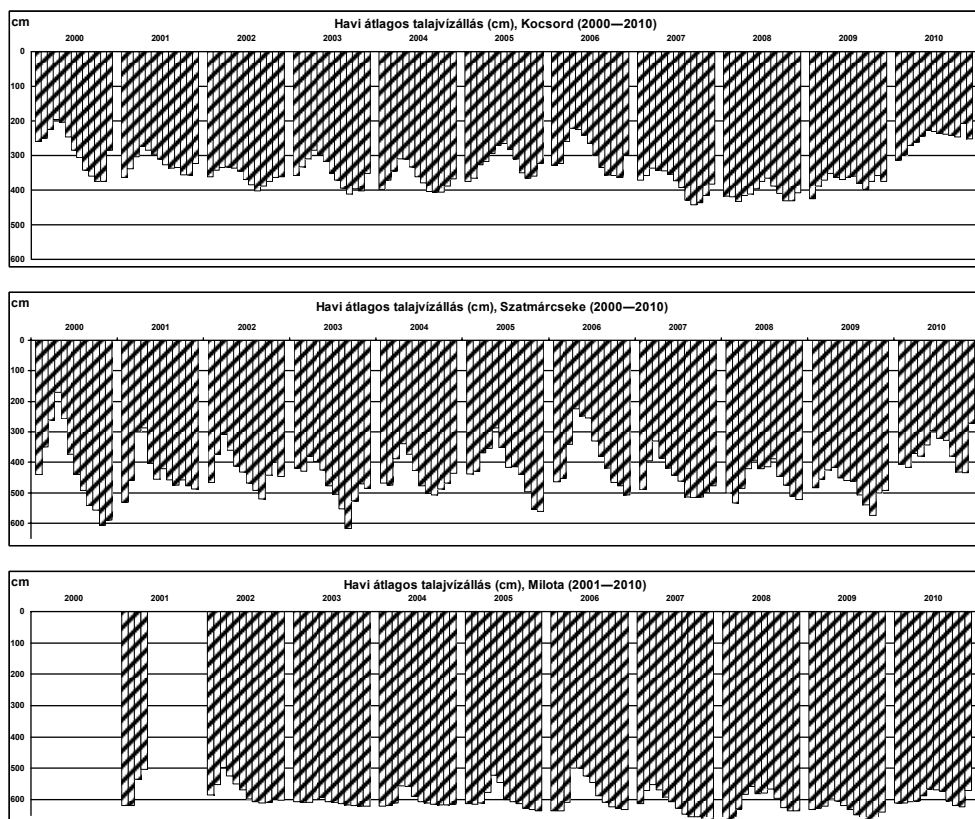
2. táblázat

Alapadatok a talajvízszint éves és hosszú távú változásának megítéléséhez.

(A táblázatban az egyes évek átlagértékeinél a ⁺ jel a legmélyebb, a ⁻ jel a legmagasabb talajvízállást, a dőlt írásmód a hiányos adatsorból számított értéket jelöli.)

Település	A talajvízállás éves átlagértékei (cm)											Az éves átlagértékek szerinti vízszint-ingadozás (cm)	A hosszú távú átlagérték (cm) és típus
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
Csaroda	207	243	281	273	320 ⁺	278	221	282	316	285	171 ⁻	149	261/közepes
Gulács	168	161	187	191 ⁺	187	157	149	187	161	188	106 ⁻	85	168/magas
Kocsord	285	323	362	352	367	323	297	383	407 ⁺	375	251 ⁻	156	339/közepes
Milota	–	569 ⁻	574	610	603	599	586	617	610	634 ⁺	595	65	545/mély
Nagyecsed	217	225	207	260 ⁺	234	209	188	249	210	212	129 ⁻	131	213/közepes
Porcsalma	111	102	100	139	152	102	95	184 ⁺	140	111	29 ⁻	155	115/magas
Szatmárcseke	423	435	427	474	446	426	381	454	459	481 ⁺	365 ⁻	116	434/mély
Vámosoroszi	270	264	263	267	269	253	246	299 ⁺	279	281	199 ⁻	100	263/közepes





3. ábra

A talajvízszint alakulása a nyolc helyszínen 2000 és 2010 között a havi átlagértékek alapján.

A talajvízállás havi átlagértékeit bemutató, s a jó összehasonlíthatóság érdekében minden helyszínnél azonos méretarányú 3. ábra oszlopdiagramjai azt tükrözik, hogy a talajvízszintekben igen nagy különbségek vannak ebben a viszonylag kis területű és középtáj-szinten egységesnek tekinthető térségben. Ugyanakkor viszont a talajvízszint éves dinamikájában – kisebb mértékű ingadozásoktól eltekintve – hasonló tendencia figyelhető meg minden helyszínen. A talajvíz általában a kora tavaszi időszakban (március-április hónapokban) áll a legmagasabban. Ettől kezdődően a talajvíz szintje fokozatosan csökken, egészen őszig, olykor tél elejéig, s szeptember-december hónapokban süllyed a legmélyebbre. Innen kezdve a talajvízszint gyors ütemben emelkedik, s egész éves viszonylatban a december és március közötti időszakban figyelhető meg a legnagyobb mértékű változás is. Ezeken túl az ábrasorozatról egy olyan tendencia is leolvasható, hogy az évi átlagos talajvízálláshoz viszonyított ingadozás mértéke a magas talajvízállású helyszínektől a mélyek felé haladva többnyire csökken.

Az éves átlagok szerinti elemzés során először minden helyszín esetében kiválasztottuk azokat az értékeket, amelyek a legmélyebb és a legmagasabb

talajvízszinteket mutatják (2. táblázat). A legmélyebb szintet jelző éves átlagértékek (191–634 cm) két időszakra esnek: Gulács, Nagyecsed és Csaroda esetében 2003–2004-re; Porcsalma, Vámosoroszi, Kocsord, Milota és Szatmárcseke esetében 2007–2009-re. A legmagasabb szintet jelző éves átlagértékeket (29–569 cm) viszont – Milota kivételével – minden vizsgált helyszínen a 2010-es évben rögzítették.

A vizsgált helyszínek éves átlagos talajvízállás-értékeit évenkénti bontásban szemlélve megállapítható, hogy az egyes helyszínek közötti különbség értéke igen jelentős (a milotai teljes adathiány miatt a 2000. évet kihagyva 433–566 cm közötti). A teljes időszakból csak két olyan év van (2009 és 2010), amikor az egyes helyszínek közötti különbség viszonylag nagy (több mint a teljes időszaki különbség kétharmada), s ugyancsak kettő (2005 és 2006), amikor közepes, míg az esetek többségében (2001–2004, ill. 2007–2008) relatíve kicsi (kevesebb, mint a teljes időszaki különbség egyharmada).

Az évenkénti átlagos talajvízállásokból képezett hosszú távú átlagérték a teljes vizsgált időszakot tekintve 545 cm és 115 cm között ingadozott (2. táblázat). A hosszú távú átlagok alapján mély (400 cm alatti) talajvízállás Milota (545 cm) és Szatmárcseke (434 cm), míg magas (200 cm fölötti) Porcsalma (115 cm) és Gulács (168 cm) talajvízkútjaira jellemző. Kocsord, Vámosoroszi, Csaroda és Nagyecsed kútjaiban a talajvíz szintje a hosszú távú átlagértékek szerint 339–213 cm közé esett, azaz közepes (200–400 cm közötti) volt. Csaroda és Vámosoroszi esetében a talajvízszint a hosszú távú átlagértékeket tekintve közel azonos mélységben (261, ill. 263 cm) helyezkedett el.

Az éves átlagértékek szerinti vízszintingadozás mértékében a vizsgált helyszínek között jelentős különbség mutatható ki: nagy mértékű volt a talajvízszint ingadozása Kocsord, Porcsalma, Csaroda és Nagyecsed esetében (156, 155, 149 és 131 cm); közepes Szatmárcsekénél és Vámosoroszinál (116 és 100 cm), míg Gulácsnál és Milotánál (85 és 65 cm) csekély.

A hosszú távú átlagérték típusa, ill. az éves átlagértékek szerinti vízszintingadozás mértéke közötti összefüggés figyelmet érdemlően alakul: magas talajvízszinhez nagy és csekély ingadozás (Porcsalma, ill. Gulács), mély talajvízszinhez közepes és csekély ingadozás (Szatmárcseke, ill. Milota), közepes talajvízszinhez három esetben nagy (Csaroda, Kocsord és Nagyecsed), egyben pedig (Vámosoroszi) közepes ingadozás társul.

Az ökológiai vízminősítési rendszer keretében (DÉVAI et al. 1992), a háttérváltozók sztatikus mutatócsoportján belül – azaz az élővilág előfordulási viszonyait hosszabb időtartamra, de legalább egy vegetációperiódusra meghatározó tényezők között – több tipológia is foglalkozik a talajvízviszonyokkal. A Boroszló-kerti-Holt-Tisza ökológiai vízminőségét bemutató esettanulmány (DÉVAI et al. 1999) talaj-tipológiája (p. 54–56.) keretében sor került a környék talajainál a vízgazdálkodási típus és az alapvető vízháztartási típus meghatározására, a vízellátottság-tipológia (p. 57–58.) keretében pedig a minimális, a maximális és a tenyészidőszaki talajvízállás, továbbá a talajvízszint-ingadozás és a tenyészidőszaki talajvízszint-ingadozás mértékének megállapítására.

Jelenlegi munkánk során elsősorban azt igyekeztünk feltárni, hogy az ökológiai vízminősítés keretében kidolgozott kódrendszer hogyan képes visszatükrözni a Bereg–Szatmári-síkság különböző adottságú részeinek sajátos

talajvízviszonyait. Ennek érdekében a konkrét értékek alapján (2. táblázat) minden kút esetében kódoltuk a talajvízállás éves átlagértékeit és a 11 éves időszak átlagértékét (3. táblázat), s a következőket állapítottuk meg. A kódrendszer alapján nagyon meggyőzően és könnyen összehasonlítható módon lehet következtetni az átlagos talajvízállás térben és időben mutatkozó különbségeire, s a kódértékek átlaga szerinti besorolás tökéletesen fedésben van a konkrét értékek alapján megállapított, ill. a 2. ábráról leolvasható típusokkal. Egy-egy adott kútnál a talajvízállás évenkénti eltéréseit a kódszámok jól közvetítik, a hosszú távú átlag kódolásánál pedig a konkrét átlagérték szerinti kód teljesen egybeesik a kódok átlaga alapján megállapítottal. Nem vált be ugyanakkor a vízszíntingadozás mértékének a konkrét átlagértéksorok szélső értékeinek különbségén alapuló kódolása, mivel az éves átlagokban erősen tompítva jelenik meg a vízszíntváltozások valódi mértéke. A vízszíntingadozás mértékét éppen ezért évenként külön-külön kell meghatározni és kódolni, a hosszú távú átlagérték kiszámításának és kódolásának pedig ezek alapján kell történnie.

3. táblázat

Az ökológiai vízminősítési rendszer szerinti kódszámok a talajvízszint éves és hosszú távú változásának megítéléséhez.

(A dőlt írásmód a hiányos adatsorból számított értéket jelöli, a hosszú távú átlagérték oszlopában lévő és zárójelbe tett számok a 11 éves időszak szélső értékeit tükröző kódszámoknak, továbbá az évenkénti kódszámokból számított átlagértéknek felelnek meg.)

Település	A talajvízállás éves átlagértékeinek megfelelő kódszámok											Az éves átlagértékek szerinti vízszíntingadozás kódszáma	A hosszú távú átlagértéknek megfelelő kódszám
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
Csaroda	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	2	3 (2–4, 3,09)
Gulács	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2 (2–3, 2,09)
Kocsord	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	3	2	4 (3–5, 3,82)
Milota	–	5	5	6	6	5	5	6	6	6	5	1	5 (5–6, 5,50)
Nagyecsed	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3 (2–3, 2,82)
Porcsalma	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2 (1–2, 1,82)
Szatmárcseke	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	2	5 (4–5, 4,82)
Vámosoroszi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3 (2–3, 2,91)

Ennek az elvárásnak felelnek meg a 4. táblázat adatsorai. A talajvízállások havi átlagai közötti legnagyobb abszolút különbség értéke 409 cm (Porcsalma, 2010: 27 cm – Szatmárcseke, 2000: 436 cm). A talajvízszint-ingadozás szélső értékei a 11 éves időtartamon belül elég szórta helyezkednek el: a maximális ingadozás (⁺ jellel jelölve) 2000-ben (Csaroda, Kocsord, Szatmárcseke, Vámosoroszi), 2003-ban (Porcsalma), 2006-ban (Milota, Nagyecsed) és 2008-ban (Gulács), a minimális ingadozás pedig (⁻ jellel jelölve) 2003-ban (Milota, Nagyecsed), 2008-ban (Csaroda, Kocsord, Szatmárcseke) és 2010-ben (Gulács, Porcsalma, Vámosoroszi) figyelhető meg. Hosszú távon a legnagyobb vízszíntingadozás Szatmárcsekénél és Csarodánál (436, ill. 273 cm), a legkisebb pedig Milotánál (136 cm) tapasztalható, a többi helyszínen a vízszínt-ingadozás közel azonos mértékű (190–176 cm). A hosszú távú vízszíntingadozás átlagértéke is csaknem teljesen hasonló, mivel Szatmárcsekénél a legnagyobb (228 cm),

Milotánál a legkisebb (92 cm), a többi helyszínen pedig viszonylag csekélyebb mértékben eltérő (172–106 cm). Ezeket a különbségeket és hasonlóságokat az ökológiai vízminősítés kódszámai – mind a legnagyobb, mind az átlagos vízszintingadozás esetében – nagyon markánsan tükrözik.

4. táblázat

A talajvízszint éves ingadozása, ill. a hosszú távú vízszintingadozás két jellemző értéke az ökológiai vízminősítési rendszer szerinti kódszámokkal.

(A táblázat egyes soraiban a ⁺ jel a maximális, a ⁻ jel a minimális talajvíz-ingadozást, a dőlt írásmód a hiányos adatsorból számított értéket jelöli.)

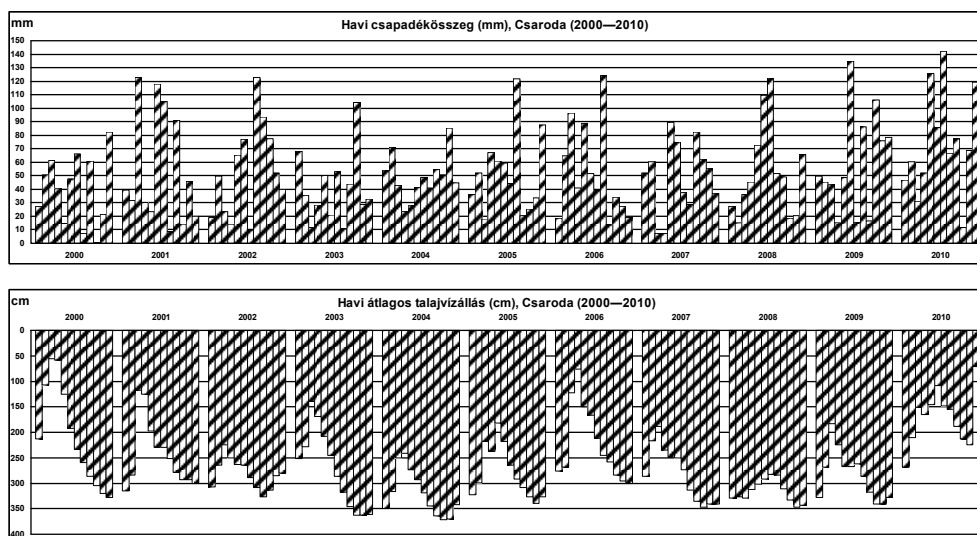
Település	A talajvízállás havi átlagai közötti legnagyobb különbség (cm)											A hosszú távon legnagyobb vízszint-ingadozás (cm) és kódszáma	A hosszú távú vízszint-ingadozás átlagértéke (cm) és kódszáma
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
Csaroda	273 ⁺	198	103	224	131	157	224	158	65 ⁻	158	197	273 (3)	172 (2)
Gulács	167	141	76	129	102	106	143	101	176 ⁺	133	65 ⁻	176 (2)	122 (2)
Kocsord	178 ⁺	91	70	126	96	109	142	107	68 ⁻	74	105	178 (2)	106 (2)
Milota	–	116	113	30 ⁻	65	114	136 ⁺	114	110	71	55	136 (2)	92 (1)
Nagyecsed	177	82	105	65 ⁻	106	117	180 ⁺	136	78	171	88	180 (2)	119 (2)
Porcsalma	183	145	127	190 ⁺	141	107	168	114	115	141	27 ⁻	190 (2)	133 (2)
Szatmárcseke	436 ⁺	244	212	239	167	274	283	187	145 ⁻	158	163	436 (5)	228 (3)
Vámosoroszi	176 ⁺	134	158	174	125	150	174	127	125	168	100 ⁻	176 (2)	146 (2)

A felszínre hulló csapadék hatását a talaj vízállására Csaroda esetében vizsgáltuk (4. ábra), mivel itt álltak rendelkezésünkre a teljes vizsgált időszakra vonatkozóan mindkét változó esetében napi adatsorok. A Csarodán mért éves csapadékmennyiség 2000 és 2010 között 480–889 mm között változott, a vizsgált 11 évre vonatkozó évi átlagos csapadékösszeg 630 mm volt. A legcsapadékosabb évnak 2009 és 2010, a legszárazabbnak pedig a 2000 és 2003 bizonyult. A havi csapadékösszegek és a havi átlagos talajvízállás alakulását bemutató diagramok alapján úgy tűnik, hogy nincs közvetlen ok-okozati összefüggés a talajvízállás és a csapadék mennyisége között, egy-egy esősebb időszak nem emeli meg rövid időtávon belül a talajvíz szintjét.

A két adatsor között a lineáris regresszióanalízis szerint sincs szignifikáns összefüggés (5. ábra), ami az irodalmi vélemények alapján várható is volt. A csapadék mennyisége és a talajvízszint alakulása között a forrásmunkák által jelzett időeltolódás [RÓNAI (1956) szerint ilyen talajvízmélységnél 3 hónap, MEZŐSI (2011) szerint 3–7 hónap] különböző változataira is elvégeztük a statisztikai értékelést. Ezek az eredmények is azt mutatják, hogy az összefüggés a havi összes csapadékmennyiség és a talajvízállás havi átlagértékei között a késleltetett adatelemzés esetén gyengén negatív, de messze nem szignifikáns (az R^2 értékei a következők szerint alakultak: 6 hónapos eltolásnál 0,0082, 12 hónaposnál 0,0030, 18 hónaposnál 0,0064, 24 hónaposnál 0,00005).

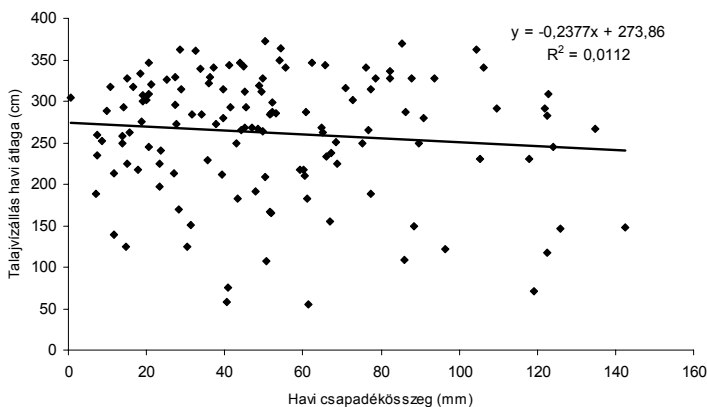
Véleményünk szerint elsősorban két tényező játszhat szerepet abban, hogy szoros kapcsolat gyakorlatilag nem mutatható ki az adatsorok között: egyrészt a kis mennyiségű csapadék hatástalansága, másrészt a szezonális trendek különbözősége (míg ugyanis a tél végi és kora tavaszi időszakban a nagy mennyiségű csapadék hatására a talajvíz szintje 1–2 hónapon belül

jelentősen megemelkedik, addig nyáron ez az emelkedés sokkal lassabban, jórészt csak 3–9 hónap múlva következik be).



4. ábra

A csapadékmennyiség és a talajvízállás havi átlagértékeinek alakulása Csarodánál 2000 és 2010 között.



5. ábra

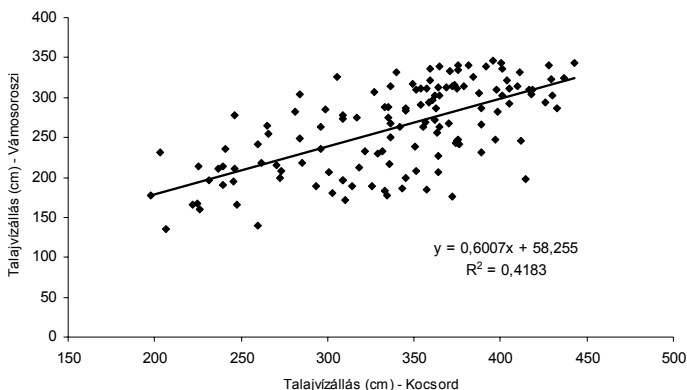
A csapadék havi összege és a talajvízállás havi átlagai közötti nem szignifikáns összefüggés a lineáris korrelációanalízis szerint.

A talajvízszint havi átlagértékeiben 11 éven át tapasztalt variáció relatív mértéke (CV%) meglehetősen kicsi (CV% = 17,283 – 52,364%), s még kisebb akkor, ha a viszonylag kiugróan nagy porcsalmi értéket elhagyva csak a további öt helyszínt vizsgáljuk (CV% = 17,283 – 28,680%). A variáció relatív mértéke az

adatok csökkenő sorrendjében a következő: Porcsalma (52,364%) > Gulács (28,680%) > Csaroda (28,255%) > Vámosoroszi (20,778%) > Szatmárcseke (18,761%).

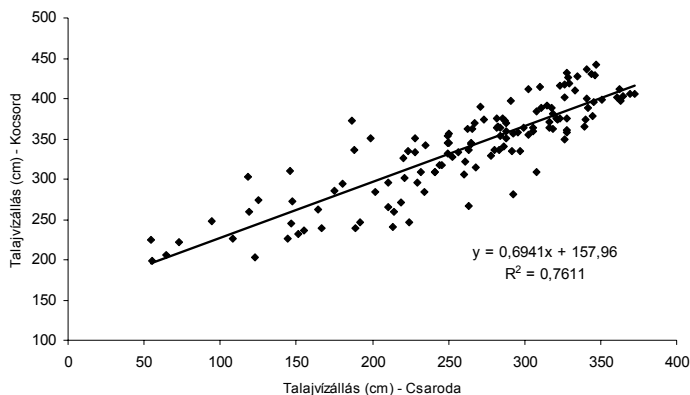
A páronként elvégzett FLIEGNER&KIELLEN-tesztek eredményei azt mutatják, hogy a variáció relatív mértékében nincsenek szignifikáns eltérések a következő párosításokban ($z = 0,2043 - 1,9079$; $p = 0,0564 - 0,8381$): Kocsord-Vámosoroszi, Kocsord-Szatmárcseke, Szatmárcseke-Vámosoroszi és Gulács-Csaroda. A legnagyobb hasonlóság Gulács és Csaroda ($z = 0,2043$; $p = 0,8381$), ill. Kocsord és Szatmárcseke ($z = 0,4759$; $p = 0,6341$) esetében észlelhető. A variáció relatív mértékében minden más párosításnál szignifikáns eltérés mutatkozik ($z = 1,9965 - 7,9522$; $p = 1,49E-14 - 0,0459$). Az előbbieknél megfelelően a legnagyobb eltérések Porcsalma és más települések között mutathatók ki ($z = 7,9522 - 5,1940$; $p = 1,03E-07 - 9,16E-16$). Ezek az eredmények véleményünk szerint arra utalnak, hogy a talajvízszint változásának dinamikájában néhány kivételtől eltekintve szignifikáns eltérések vannak.

A talajvízszint-változás mértékében az egyes helyszínek között kimutatható összefüggések vizsgálatára lineáris korrelációanalízist alkalmaztunk. A helyszínek közötti adatokra páronként elvégzett regresszióanalízisek eredményei arra utalnak, hogy a talajvízszintben észlelhető változások között igen szoros lineáris összefüggés mutatható ki. Az r értéke minden párosításban (15) nagy ($r = 0,6415 - 0,8724$), ami ilyen adatszámok mellett (132 adatpár) igen erős szignifikáns kapcsolatokat jelez ($p = 1,16E-16 - 6,30E-42$). A leggyengébb, de még mindig erősen szignifikánsnak tekinthető összefüggés Kocsord és Gulács ($r = 0,64151$; $p = 1,16E-16$), valamint Kocsord és Vámosoroszi ($r = 0,6467$; $p = 5,45E-17 - 6$. ábra) között mutatható ki. A legszorosabb összefüggések Csaroda és Kocsord ($r = 0,8724$; $p = 6,30E-42 - 7$. ábra), Vámosoroszi és Porcsalma ($r = 0,8672$; $p = 3,41E-41$), Csaroda és Szatmárcseke ($r = 0,8464$; $p = 4,17E-37$) Vámosoroszi és Gulács ($r = 0,8289$; $p = 1,33E-34$), Vámosoroszi és Szatmárcseke ($r = 0,8263$; $p = 3,22E-34$), valamint Csaroda és Porcsalma ($r = 0,8114$; $p = 7,17E-32$) értékei között tapasztalhatók.



6. ábra

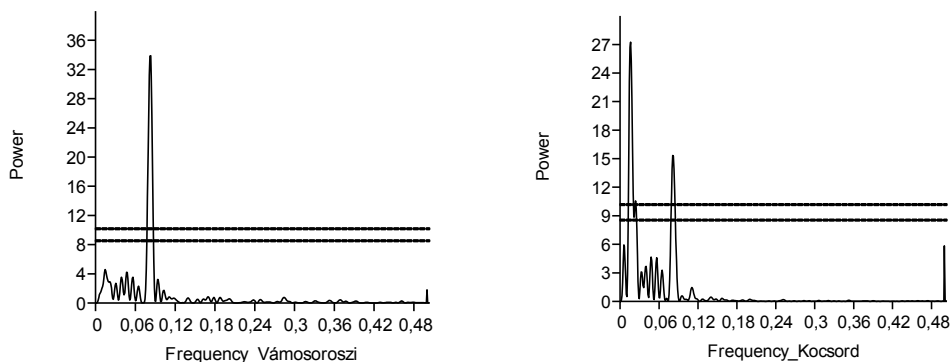
Gyenge, de még szignifikánsnak tekinthető összefüggés a Kocsordnál és Vámosoroszinál észlelt talajvízszintek között a lineáris korrelációanalízis szerint.



7. ábra

Szoros összefüggés a Csarodánál és Kocsordnál észlelt talajvízszintek között a lineáris korrelációanalízis szerint.

A különböző helyszínek között fennálló igen szoros összefüggések alapján valószínűsíthető, hogy a talajvíz az egész terület alatt egybefüggő rendszerként viselkedik, ez lehet ugyanis a talajvízszint-változásban többé-kevésbé egységesen észlelhető és igen hasonló trendnek. Ez a megállapítás véleményünk szerint nincs ellentmondásban a variáció relatív értékei alapján levont következtetéssel, mivel ebben az esetben a változásnak nem a mértékéről, hanem a jellegéről van szó.



8. ábra

Két jellegzetes Lomb-periodogram egy ciklussal Vámosoroszinál és két ciklussal Kocsordnál (a vízszintes vonalak a szignifikanciaszinteket jelölik).

A talajvízállásban mutató rendszeres ismétlődések vizsgálatára alkalmazott Lomb-periodogramok alapján kapott eredmények arra utalnak (8. ábra), hogy a talajvízszint-ingadozásban minden helyszínen megfigyelhető egy igen erős és szignifikáns éves ciklus (számított ciklusidő: 11,91–12,33 hónap). A

vizsgált helyszínek közül azonban háromban (Kocsord, Csaroda, Porcsalma) egy hosszabb, 4,5–5 éves szignifikáns ciklus is megfigyelhető (számított ciklusidő: 52,40–61,65 hónap), ami igen kifejezett és nagyon szignifikáns Kocsordon (számított ciklusidő: 61,65 hónap) és még éppen szignifikáns Csarodán (számított ciklusidő: 61,11 hónap). Az előzőeknél rövidebb, de még szignifikáns ciklus tapasztalható Porcsalmán (számított ciklusidő: 52,40 hónap). A másik három helyszínen hosszú távú ciklus mérvadó valószínűséggel nem mutatható ki. A periodogramok utalnak ugyan ilyen ciklusokra, de ezek messze nem szignifikánsak.

A többféle megközelítéssel végzett elemző-értékelő munkánk eredményei arra engednek következtetni, hogy a talajvízszint-változás mértékében kimutatható szoros összefüggések mellett a talajvízállás dinamikájában a helyszínek többségénél lényeges különbségek is tapasztalhatók. A hasonlóságok és az eltérések okainak feltárása, majd ennek alapján a talajvízháztartás területi törvényszerűségeinek megfejtése a jelenleginél több helyszínen és hosszabb időtávon végzett felmérést, ill. további sokrétű összehasonlító elemzést és elmélyült értékelést igényel.

5. Kitekintés

A „Trans-Tisa Hydroecological Scientific Cooperation Network” program nemcsak a természeti adottságok megőrzésére kíván nagy súlyt fektetni, hanem az „élhető Tisza-mente” megteremtésének igényét is kiemelt fontosságúnak tekinti. Az ezzel a szemléletmóddal való azonosulás ösztönöz bennünket arra, hogy a Bereg–Szatmári-síkság vízgazdálkodási sajátosságainak térségi hatásaival kapcsolatban – jelenlegi ismereteink és tereptapasztalataink alapján – a következő megállapításokat tegyük.

A térségben belvizes és aszályos időszakok egyaránt előfordulnak, s nem ritkán ugyanabban az évben együtt is jelentkeznek. Mindkét szélsőséges vízgazdálkodási helyzet nagy mértékben rontja a mezőgazdasági termelés biztonságát, s jelentős kárt okoz nemcsak a gazdálkodóknak, hanem az önkormányzatoknak és a lakosságnak is. Fontosnak tartjuk tehát, hogy a vízháztartási viszonyok vizsgálatára az eddiginél nagyobb gond fordítódjon, különös tekintettel az olyan típusú valódi monitorozásra, ami a jelenlegi helyzet feltárásán kívül a múltbeli viszonyokra is betekintést enged, s a jövőbeli változások előrejelzésére is alkalmas.

A talajvízviszonyok elemzése azt mutatja, hogy a térségben a talajvíz szintje többnyire számottevő mélységben van, s bár a talajvíztükör éves ingadozása jelentős mértékű, belvíz kialakulásáért a talajvíz legfeljebb csak lokálisan, a mély fekvésű területeken (pl. ősi holtmedermaradványokban, laposokban) tehető felelőssé. A belvizek keletkezésének fő oka kettős: (1) a térség jelentős részét gyenge vízáteresztő képességű talajok fedik; (2) az egyre szélsőségesebbé váló időjárási viszonyok következtében mind gyakrabban lépnek fel rövid idő alatt nagy felszíni vízmennyiséget eredményező jelenségek (pl. hirtelen lehulló nagy mennyiségű csapadék, gyors hóolvadás). Ennek a helyzetnek a kezelése a megfelelő felszíni vízelvezetést biztosító csatornarendszer kiépítésével és rendszeres karbantartásával eredményesen megoldható.

A talajvízviszonyok elemzéséből ugyanakkor arra is lehet következtetni, hogy az év nagy részében jelentős mélységben elhelyezkedő talajvíztükör nem teszi lehetővé a mezőgazdasági kultúrák ökológiai vízigényének megfelelő szintű kielégítését, ami rontja a termelés biztonságát, s a keletkező termés kiesés jelentős kárt okoz a gazdálkodóknak. Ezen a helyzeten az öntözéses gazdálkodás nagyobb mértékű elterjesztésével és támogatásával lehet változtatni. Öntözési lehetőség kétféle formában is adott a kistérségben: felszíni, ill. felszín alatti vízből. A területet határoló két nagyobb folyó (a Tisza és a Szamos), ill. a belső részek vízhálózati gerincét alkotó Túr (az Öreg-Túrral együtt) biztosítani tudja az öntözés felszíni vízbázisát, különösen akkor, ha a csatornahálózat nemcsak a belvíz elvezetésére, hanem az öntözővíz odavezetésére is alkalmas formában épül ki. A kistérség felszín alatti vízkincse nemcsak hazai, hanem európai viszonylatban is kiemelkedő jelentőségű, mind mennyiségi, mind minőségi szempontból. Ezt a felismerést tükrözik a „Magyarország nemzeti atlasza” (1989) által közvetített korábbi információk is [környezetföldtani és hulladékelhelyezési szempontból a terület felszíni szennyeződésre erősen érzékeny, porózus képződményekkel borított; a felszín alatti vizek vonatkozásában pedig kiemelt vízminőség-védelmi területnek (19-es sorszámmal) minősül (p. 98–99)]. Éppen értékessége teszi megkérdőjelezhetővé öntözési célú felhasználását, szemben az öntözővízbázisokként számon tartott itteni felszíni vizekkel [Magyarország nemzeti atlasza (1989): p. 97, B térkép IV/1]. Tekintettel azonban arra, hogy az eddigi – bár mindenképpen megerősítendő – kutatási eredmények alapján a sekély (felszín közeli) rétegvíz készlet az Északkeleti-Kárpátok felől folyamatosan pótlódik, kellően víztakarékos öntözési technológiák alkalmazásával ennek a vízkészletnek az öntözési célú hasznosítása is támogatásra érdemes.

A belvíz és az aszály elleni védekezés hatékony lokális technikájának kialakításához feltétlenül szükségesnek tartjuk két olyan monitorozási projekt elindítását, ami a reális SWOT-analízisekhez, ill. a fenntarthatósági számítások (vízlábnyom) elvégzéséhez és a költség-haszon elemzések alapozásához egyaránt elengedhetetlen. Az egyik projekt keretében néhány modellterületen a térség jellegzetes vízárási viszonyait kell egy talajvízkút-hálózat segítségével mérvadóan feltérképezni és az ökológiai vízigények szempontjából értékelni. A másik projekt keretében pedig a rétegvíz készleteknél kell olyan korszerű izotópos vizsgálatssorozatot lefolytatni, ami módot ad a rétegvíz eredetének és korának, ill. a vízpótlódás kérdéskörének kellő biztonsággal történő eldöntésére. A különös odafigyelésre azért is szükség van, mert az itteni vízkincs nemcsak természeti, hanem gazdasági szempontból is egyre jobban felértékelődik, s ezért a jövőben csak szakmailag hiteles vizsgálatok alapján és sokrétű megalapozottsággal szabad bármilyen beavatkozásra sort keríteni.

Irodalom

- A tiszai Alföld. In: Magyarország tájföldrajza 2. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969, 383 pp., 7 ábramelléklet, 12 képtábla, 1 térképmelléklet.
- BULLA B. 1962: Magyarország természeti földrajza. Egyetemi tankönyv. – Tankönyvkiadó, Budapest, 424 pp., 8 melléklet.

- DÉVAI GY. (szerk.) 1992: Vízminőség és ökológiai vízminősítés. – Acta biol. debrecina, Suppl. oecol. hung. 4, 240 pp.
- DÉVAI GY. – VÉGVÁRI P. – NAGY S. – BANCSI I. (szerk.) 1999: Az ökológiai vízminősítés elmélete és gyakorlata. 1. rész. – Acta biol. debrecina, Suppl. oecol. hung. 10/1, 216 pp.
- DÉVAI GY. – ARADI CS. – CSABAI Z. – NAGY S. 2000: Javaslat a természeti rendszerek fő vízforgalmi típusainak elkülönítésére és ökológiai vízigényük meghatározására. In: GYULAI F. (szerk.): Az agrobiodiverzitás megőrzése és hasznosítása. Szimpózium Jánossy Andor emlékére. Budapest & Tápiószéle, 2000. május 4–6. – Agrobotanikai Intézet, Tápiószéle, p. 59–64.
- DÉVAI GY. – NAGY S. – WITTNER I. – ARADI CS. – CSABAI Z. – TÓTH A. 2001: A vízi és a vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája. In: BÖHM A. – SZABÓ M. (szerk.): Vizes élőhelyek: a természeti és a társadalmi környezet kapcsolata. In: SZABÓ M. (sorozatszerk.): Tanulmányok Magyarország és az Európai Unió természetvédelméről. – ELTE-TTK & SZIE-KGI & KÖM-TvH, Budapest, p. 11–74.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. Második, átdolgozott és bővített kiadás. – MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 pp.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D.A.T. – RYAN, P.D. 2001: PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. – Palaeontologia electronica 4/1: 1–9.
- HORVÁTH E. 1999: Az ökológiai vízhozam- és sebességállapot. – Hidrológiai Közlöny 79/4: 214–216.
- IPCC 2007: Summary for policymakers. In: Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [SOLOMON, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K. B. AVERYT, M. TIGNOR AND H. L. MILLER (eds.)]. – Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, USA.
- ISTVÁNOVICS V. – SOMLYÓDY L. 2000: 7. Ökológia és természetvédelem. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. – Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest, p. 181–206.
- KONCSOS L. 2011: 6. Árvízvédelem és stratégia. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. – Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, p. 207–232.
- LIEBE P. 2002: Felszínalatti vizek. In: KARÁTSZON D. (főszerk.): Magyarország földje – Kitekintéssel a Kárpát-medence egészére. Második, javított, bővített kiadás. – Magyar Könyvklub, Budapest, p. 270–274.
- Magyarország nemzeti atlasza/National atlas of Hungary. – Kartográfiai Vállalat/Cartographia, Budapest 1989, XV + 395 pp., 1 melléklet/supplement.
- MAROSI S. – SOMOGYI S. (szerk.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere I. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 479 pp., 1 térképmelléklet.

- MÉSZÁROS E. – SCHWEITZER F. (szerk.) 2002: Föld, víz, levegő. In: GLATZ F. (főszerk.): Magyar tudománytár. Első kötet. – MTA Társadalomkutató Központ & Kossuth Kiadó, Budapest, 511 pp.
- MEZŐSI G. 2011: Magyarország természetföldrajza. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 394 pp.
- NÉMETH E. 1954: Hidrológia és hidrometria. Egyetemi tankönyv. – Tankönyvkiadó, Budapest, 664 pp., XXXII tábla, 1 melléklet.
- NOVÁKY B. 2000: 4. Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási hatásai. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. – Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest, p. 83–112.
- NOVÁKY B. 2011: 2. Az éghajlatváltozás és hatásai. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. – Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, p. 85–101.
- PUTARICH IVÁNSZKY V. 2006: Hidrológia. – Apáczai Közalapítvány & Vajdasági Magyar Tudományos Társaság, Újvidék, X + 298.
- RÓNAI A. 1956: A magyar medencék talajvize, az országos talajvíztérképező munka eredményei, 1950 – 1955. – A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve XLVI/1: 247 pp., 6 ábralap, VII melléklet.
- RÓNAI A. 1961: Az Alföld talajvíztérképe. Magyarázó a talajvíztükör felszínalatti mélységének 1:200 000-es méretű térképéhez. – A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa, Budapest, 104 pp., 5 ábralap, 4 térképlap.
- SIMONFFY Z. 2000: 5. Vízigények és vízkészletek. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. – Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest, p. 113–142.
- SIMONFFY Z. 2011: 4. Vízkészletek és igények. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. – Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, p. 121–167.
- SOMLYÓDY L. (szerk.) 2000a: A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. – Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest, 370 pp.
- SOMLYÓDY L. 2000b: 3. A hazai vízgazdálkodás és stratégiai pillérei. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. – Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest, p. 35–82.
- SOMLYÓDY L. 2000c: 12. A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései: összefoglaló. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. – Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest, p. 337–370.
- SOMLYÓDY L. (szerk.) 2011a: Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. – Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 336 pp.
- SOMLYÓDY L. 2011b: 1. Quo vadis hazai vízgazdálkodás? In: SOMLYÓDY L. (szerk.): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. – Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, p. 9–83.
- STEFANOVITS P. – FILEP GY. – FÜLEKY GY. 1999: Talajtan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470 pp.
- SZABÓ J. 2002: A víz földrajza. In: BORSY Z. (szerk.): Általános természeti földrajz. Ötödik kiadás. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, p. 124–250.

- VARGA M. (főszerk.) 1984: Országos vízgazdálkodási keretterv. – Országos Vízügyi Hivatal, Budapest, 500 pp, 46 melléklet.
- VÁRALLYAY GY. – FARKAS CS. 2008: 3. A klímaváltozás várható hatásai Magyarország talajaira. In: HARNOS ZS. – CSETE L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Kutatási eredmények. – Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p. 91–129., 12 tábla.
- VENDL A. 1957: Geológia. I. kötet. Harmadik, javított kiadás. – Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 624 pp, XXVI tábla, 1 melléklet.
- VERMES L. (szerk.) 1997: Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész- tájépítész- és erdőmérnök-hallgatók részére. – Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 396 pp.
- VÖLGYESI I. 2009: Ökológiai vízigény, vagy megfelelő talajvízszintek? – Hidrológiai Közöny 89/5: 53–56.