



SOPRONI
EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI
KAR



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette: Czimber Kornél



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette:
Czímber Kornél



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2023

Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Felelős kiadó: **Prof. Dr. Fábián Attila**

a Soproni Egyetem rektora

A kiadványt szerkesztette:

Dr. Czimber Kornél

A kiadványban megjelent cikkeket lektorálták:

Dr. Bartha Dénes, Dr. Bazsó Tamás, Dr. Bidló András, Dr. Brolly Gábor,
Dr. Czimber Kornél, Dr. Czupy Imre, Dr. Csiszár Ágnes, Dr. Gribovszki Zoltán,
Dr. Herceg András, Dr. Hír János, Dr. Hofmann Tamás, Dr. Jánoska Ferenc,
Dr. Kalicz Péter, Kemenszky Péter, Dr. Korda Márton, Kóhalmy Tamás,
Dr. László Richárd, Dr. Major Tamás, Dr. Péterfalvi József,
Dr. Rétfalvi Tamás, Szakálosné Dr. Mátyás Katalin, Szalai Áron,
Dr. Tóth Viktória, Dr. Tuba Katalin, Varga Zoltán, Visiné Dr. Rajczi Eszter,
Dr. Winkler Dániel, Zagyvainé Dr. Kiss Katalin Anita

A kiadvány a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának
tudományos publikációit tartalmazza.

Címlapon: Kőszegi-hegység, Kereszt-kút, fotót készítette: Dr. Czimber Kornél

Soproni Egyetem Kiadó

Sopron, 2023.

ISBN 978-963-334-496-5 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-496-5>

Creative Commons licenc: BY-NC-SA 2.5

Az online verzió elérhetősége:

[https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/
KariPub2023.pdf](https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/KariPub2023.pdf)

Ajánlott hivatkozás:

Czimber K. (szerk.) (2023): Az Erdőmérnöki Kar
Tudományos Kiadványa 2023, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Alnazeer A. M. Ahmed, Imre Czupy, Nagwa K. M. Salih: Indigenous Knowledge On Biomass Fuel Quality At Dry Lands Of Southern Darfur State, Sudan	6
Balázs Pál, Bidló András, Végh Péter, Horváth Adrienn: Erebe-szigetek Erdőrezervátum felszínborításának változása történeti térképek alapján	13
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Szabó-völgy Erdőrezervátum (Felsőszölnök) felszínborításának változása történeti térképek alapján	19
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Tóth-árok Erdőrezervátum (Fenyőfő) felszínborításának változása történeti térképek alapján	25
Bartha Dénes: A Magyarországon inváziós dendrotaxonok értékelése	31
Bidló András, Balázs Pál, Végh Péter, Horváth Adrienn: Egy Duna sziget talajának vizsgálata.....	36
Brolly Gábor: Távérzékeléssel előállított térbeli ponthalmazok átszámítása ETRS89 és HD72 vonatkozási rendszerek között.....	44
Brolly Gábor, Ferenczi Noémi, Mentés Mátyás: A Hidegvíz-völgyi hidro-meteorológiai mérőkert 3D modelljének elkészítése földi lézeres letapogatás adatai alapján.....	49
Czibula György: A hazai erdei turizmus keresleti és kínálati oldalának elemzése a Covid-19 járványhullámok idején megnövekedett igények tükrében, soproni és Balaton-felvidéki példákon keresztül	54
Czupy Imre: Precíziós erdészet – a jövő útja	62
Csiszár Ágnes: Adventív növényfajok a Soproni-hegység lékjeiben.....	67
Dominkó Emese, Rétfalvi Tamás: Agrárerdészeti rendszerekből származó méz minták pollenanalízise.....	74
Elekne Fodor Veronika, Kerese András, Polgár András: A cséri hulladéklerakó monitoring rendszerének vizsgálata.....	80
Elekne Fodor Veronika, Rauch Richard, Polgár András: Sárvár környezetállapotának vizsgálata.....	87
Fehér Kristóf, Horváth Tamás: A Nelder-kísérlet 2021. évi felvételezése, növekedésének értékelése.....	94
Fejes Richárd, Zagyvai Gergely: Inváziós fafajok felmérése a fertődi Lés-erdőben	100
Gribovszki Zoltán, Gribovszki Katalin: Utánpótlódás és a napi talajvízszintingadozás... 106	
Mohamed Hemida, Zeinab Hammad, Andrea Vityi: A Taungya rendszer hatása a szudáni száraz övezet gazdálkodóinak mezőgazdaságból származó jövedelmére.....	111
Hofmann Tamás, Albert Levente: Az összes polifenoltartalom magasság szerinti változása álgesztes és álgesztmentes bükkben (<i>fagus sylvatica</i> L.).....	116
Hofmann Tamás, Albert Levente, Visiné Rajczi Eszter: Erdészeti melléktermék mint antioxidáns forrás	120
Horváth Ida – Kessler Jenő: Ritka madárkarom lelet a Nógrád-megyei hasznosi vár-hegy közép-miocén lelőhelyről.....	127

Horváth Attila László: Keménylombos állományok harveszteres fakitermelésének időszükséglete.....	133
Horváth Tamás, Gál János: Szögszámláló mintavétel használata átmérőeloszlás becslésére erdőrezervátumokban.....	138
Jánoska Ferenc: Szent Imre herceg, a vadász, magyar és lengyel legendaköre.....	143
Janzsó Milán Gábor – Czimber Kornél – Végh Péter - Vágvölgyi Andrea_ Szelektív hulladékgyűjtési lehetőségek térbeli felmérése és elemzése a lakossági környezettudatosság fejlesztéséhez.....	150
Kalicz Péter, Csáki Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Nevezi Csenge, Herceg András, Gribovszki Zoltán: A Hidegvíz-völgyi kutatási terület (Sopron) csapadékmérés feldolgozásának kérdései	156
Korda Márton: A nagytétényi Kakukk-hegy természetvédelmi célú botanikai felmérése	162
Kui Biborka Rozália: Természeti környezet fontossága a gyermekjog tükrében Magyarországon.....	170
Kulcsár Alexandra, Zagyvai Gergely_ Dolomitbányák spontán növényzetének elemzése szociális magatartás típusok segítségével a Vértes és a Gerecse térségében.....	178
Major Tamás, Szily Attila: Fakitermelési munkák kíméletességének értékelése a Mecsekerdő Zrt. területén.....	184
Budi Mulyana, Andrea Vityi, András Polgár: Energiafa vagy épületfa? Szimuláció a CO2FIX modellel	189
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizáció alapú pályaszerkezetek hatékony tervezése és építése	197
Porcsin Alexandra, Keserű Zsolt, Szakálosné Mátyás Katalin: Az akácméz termelésére ható időjárás tényezők	202
Rétfalvi-Szabó Piroska, Helena Hybská, Rétfalvi Tamás: A nyomelem adagolás hatásainak értékelése a metántermelésre és ökotoxikológiai tulajdonságokra a cukorrépa préselt szelet anaerob fermentációjában.....	208
Schmidt Dávid: Adatok Táplánszentkereszt (Vas megye) gombavilágához I.....	213
Jóna Zoltán, Schmidt Dávid: A méhbangó (<i>Ophrys apifera</i> Huds.) állománydinamikai vizsgálata a Pannonhalmi-dombságban.....	219
Szalai Áron, Király Géza: A Soproni-hegyvidék erdőállományának elemzése hiperspektrális felvétel alapján.....	223
Tuboly Krisztián István, Fera Gábor, Szépligeti Mátyás, Csiszár Ágnes: A fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) injektálásos visszaszorításának vizsgálata a szőcei lápréttel határos erdőrészekben.....	232
Vágó Sára, Tari Tamás: Alsó állkapocs mérésen és pontozásán alapuló korbecslési módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata gímszarvas (<i>Cervus ELAPHUS</i>) esetében	237
Vágvölgyi Andrea, Takács Krisztián: Cséri hulladéklerakó optikai válogatóművének bemutatása	245
Vágvölgyi Andrea, Szűcs Zsolt: Háztartási szerves hulladék házi komposztálási kísérletének bemutatása	252

Varga Rita, Horváth Tamás: Erdőpedagógia és kommunikáció megjelenése az erdész gyakorlatban.....	258
Visiné Rajczi Eszter, Martina Vršanská, Nikola Schlosserová, Stanislava Voběrková, Hofmann Tamás: Lucfenyő (<i>Picea Abies</i> (L.) H. Karst.) És Kanadai Hemlokfenyő (<i>Tsuga Canadensis</i> (L.) Carrière) Toboz Extraktumainak antioxidáns és Antibakteriális Hatása.....	264
Volford Anna, Andrési Dániel, Vadász Csaba, Tóth Viktória: A fekvő holtfa mennyiségi és minőségi meghatározása különböző kezelésű erdőterületeken a Kiskunságban	269
Winkler Dániel, Novák Eszter: Idegenhonos fafajú és természetserű erdők összehasonlító talajfaunisztikai vizsgálata a Soproni-hegységben.....	276

UTÁNPÓTLÓDÁS ÉS A NAPI TALAJVÍZSZINTINGADOZÁS

Replenishment and Water Table Diurnal Signal

GRIBOVSZKI ZOLTÁN¹, GRIBOVSZKI KATALIN²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

gribovszki.zoltan@uni-sopron.hu

²ELKH Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet

Kivonat

Az erdei fás vegetáció a klímaváltozás szempontjából előnyt élvez abból a szempontból, hogy kiterjedt és mély gyöker rendszerrel rendelkezik, így képes azon vízforrások kiaknázására, amelyek a sekélyebb gyökerzetű vegetációformák számára nem elérhetőek. Ilyen vízforma például a talajvíz, amely többletvízforrásként a hazai völgyfenéki termőhelyeken az erdők jobb biológiai produkciójának, sőt egyes esetekben a síkvidéki területeken (pl. Nagyalföld) a fennmaradásának egyik legfontosabb feltétele.

Ez a rövid tanulmány azt a változó klímában egyre fontosabb váló kérdést boncolgatja, hogy hogyan detektálható az erdő talajvízre gyakorolt hatása, és ebből a talajvízre gyakorolt hatásból hogyan fejthető vissza eltérő utánpótlódási viszonyok között a növényi talajvízfelvétel.

Abstract

Forest vegetation has an extensive and deep root system, and this is an advantageous feature from the point of view of climate change because by this deep root system trees can use groundwater resources that are generally not accessible to herbaceous vegetation forms with shallower roots. Groundwater, as a surplus water, is one of the most important parameters for the better biological production in valley locations, and even in some cases, the survival of forests in plains (e.g., Great Hungarian Plain).

This short study discusses how to detect the effect of the forest on groundwater and how to derive plant water uptake from groundwater under different replenishment conditions.

Bevezetés

Sekély talajvízmélység esetén a vegetációnak, főként ha ez erdő, jelentős a hatása a talajnedvesség és talajvíztér szorosan összefüggő dinamikájára. A talajvízfüggő ökoszisztémák általában igen értékesek és vízkészletgazdálkodási jelentőségük is kiemelt, így evapotranszpirációjuk (ET) pontos meghatározása, mind természetvédelmi, mind vízkészletgazdálkodási szempontból fontos. A vízgazdálkodásban használt numerikus modellek is legtöbbször igénylik az evapotranszpiráció pontos értékeinek megadását, hogy valóságközeli regionális vagy lokális vízmérleget tudjanak számítani. Az előbbi okokból a felszínközeli talajvízzel rendelkező területeken található vegetáció hatását a vízkészletekre intenzíven vizsgálták és jelenleg is vizsgálják a világ majd minden részén (pl. WHITE 1932, FEDERER 1973, GRIBOVSZKI 2009, KALICZ et al. 2011, LOHEIDE 2005).

Az ET pontos meghatározása még fontosabbá válik a klímaváltozás tendenciáit értékelve, ha figyelembe vesszük, hogy az egyre melegebb környezetben a párolgási kényszer is nőni fog. A vízmérleg ET tagja jelenleg is meghatározó hazánkban, hiszen az a regionális vízmérlegben éves szinten kb. 90%-ot tesz ki.

Hazánkban az ERTI talajvízmonitoring kúthálózatában (IJJÁSZ 1939) VITUKI Komlósi telep nevű kísérleti állomásán folytattak intenzív vizsgálatokat az evapotranszpiráció talajvízre gyakorolt hatását tanulmányozva (MAJOR 2002). Érdeemes megemlíteni a TAKI (TÓTH

et al. 2014) az SOE Erdőmérnöki Kara (GRIBOVSKI et al. 2008, 2017) és az Erdészeti Tudományos Intézet talajvízzel kapcsolatos elemzéseit is (JÁRÓ-SITKEY 1995, MÓRICZ et al. 2016, BOLLA-NÉMETH 2017, SZABÓ et al. 2022), amelynek kapcsán különböző típusú erdőállományok hatását vizsgálták a talajvízszintekre vonatkozólag.

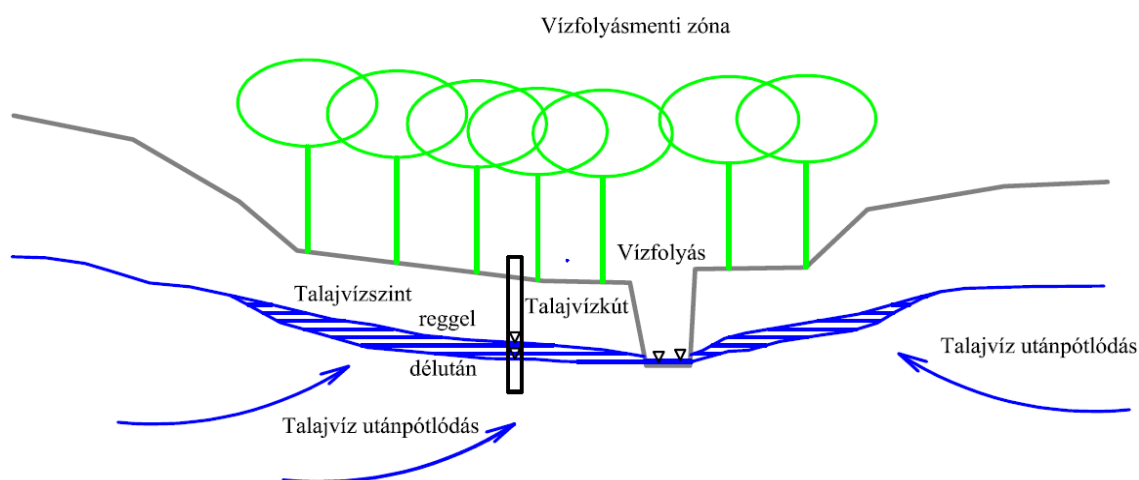
Jelen cikkben a sekély talajvízű területek (általában vízfolyás menti zónák) talajvízszintjének napi ingadozása alapján talajvízből származó ET (ET_{GW}) becslésre kidolgozott eljárások talajvízdinamikától, talajvíz utánpótlástól való függését elemezzük.

A napi talajvízszint-ingadozás dinamikája

Sekély talajvízű környezetben, pl. vízfolyásmenti zónákban, a növények többlet párologtatási igénye kielégíthető a vízfolyásmenti zóna talajvízkészletéből vagy a talajvíz háttértől történő utánpótlásából, ill. mindkettőből (1. ábra, 1. egyenlet). Ennek megfelelően a napi talajvíz-ingadozás dinamikája a párologtatás, a készletváltás és az utánpótlás összegzéseként jelenik meg. A napi periódusú talajvízjárás szélsőértékeinél, ahol ez a szélsőérték rövid időre állandósul (vagyis a készletváltás nulla), a vízfolyásmenti zóna talajvízkészletének utánpótlódása, Q_{net} [LT^{-1}], egyensúlyban van a növényzet pillanatnyi transzspirációs talajvízigényével és az esetlegesen fellépő talajvíz-evaporációval, vagyis összességében a talajvíz-evapotranszspirációval ET_{gw} [LT^{-1}].

$$dS/dt = Q_{net} - ET_{gw} \quad (1)$$

Ahol, S [L] az egységnyi területen raktározott vízmennyiség, $Q_{net} = Q_{in} - Q_{out}$, a nettó utánpótlódás, vagyis az adott egységnyi felületű felszín alatti térrészhez érkező (Q_{in}) és az onnan távozó (Q_{out}) szivárgó vízhozamok különbsége [LT^{-1}]. A talajvízállás csökkenésének időszakában a talajvíz-evapotranszspiráció meghaladja az utánpótlódás mértékét és erőteljesen elkezd fogyasztani a vízfolyásmenti zóna talajvízkészletét is ($dS/dt < 0$ tehát $Q_{net} < ET_{gw}$). A talajvízállás legalacsonyabb értékénél az evapotranszspirációs kényszer csökkenése miatt, az ET_{gw} újra egyensúlyba kerül a talajvíz-utánpótlással ($dS/dt = 0$ tehát $Q_{net} = ET_{gw}$). A talajvízállás növekedésének időszakában a párologtató kényszer tovább csökken, és mivel ezt az utánpótlódás már meghaladja, a vízfolyásmenti zóna talajvízkészlete ismét növekszik majd ($dS/dt > 0$ tehát $Q_{net} > ET_{gw}$). Ezek alapján nyilvánvaló, hogy a talajvízjárás görbéje egy összegző görbe, ami a talajvíz-utánpótlódás (pozitív tag) és az evapotranszspirációs vízfelhasználás (negatív tag) összegződéséből keletkezik (Troxell, 1936).



1. ábra Talajvízfelvétel és utánpótlódás sekély talajvízű környezetben

Az utánpótlódási viszonyok hatása a napi talajvízszint-ingadozás alakjára

Az utánpótlódási viszonyok vizsgálatára egy numerikus modellel végzett számítás eredményeit értékeltük, majd a tapasztalt különbségeket terepi méréseket felhasználva elemeztük.

MODFLOW2000 környezetben végzett numerikus modellvizsgálatok (YIN et al. 2013) alapján előállított talajvízszintek esetében vizsgáltuk az utánpótlódási viszonyok függvényében a napi ingadozás alakját.

A modell domainban (amely egy kisebb vízgyűjtő jellemző völgyszelvényét formázta) négy reprezentatív helyet mintázott 1-1 figyelőkút (2. ábra):

- Obs1, a vízfolyásmenti zónában, a mederhez közel (feláramlási zóna);
- Obs2, a vízfolyásmenti zóna szélén, a lejtő lábánál (feláramlási zóna);
- Obs3, a lejtő (völgyoldal) középső részén (beszivárgási zóna);
- Obs4, a lejtő felső részén, a vízgyűjtő határához közel (beszivárgási zóna).

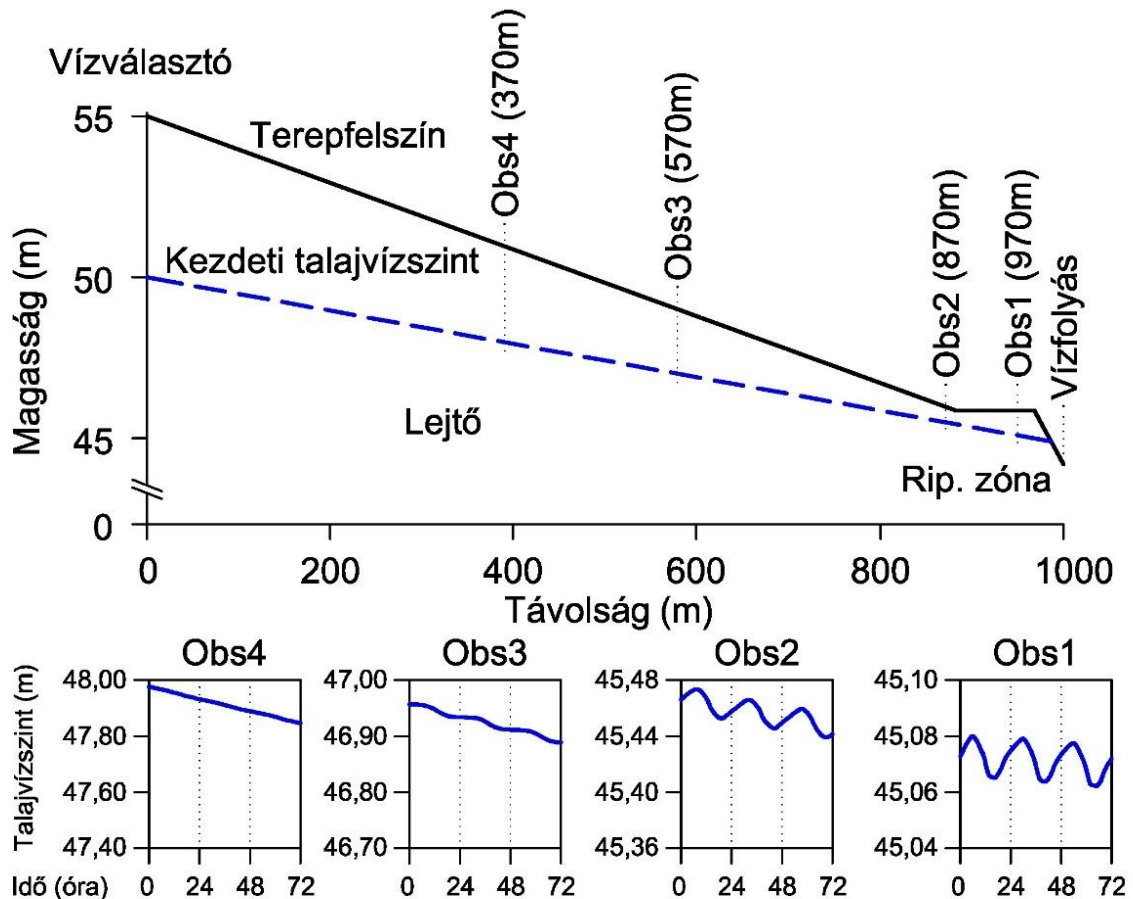
Ezeknek a kutaknak a vízállásadatait felhasználva volt lehetőség vizsgálni az ETgw számításánál meghatározó két fő tényezőt, azaz a tározás változását és a nettó utánpótlódást.

Az elemzések szerint a klasszikus módszerek (pl. WHITE 1932, HAYS 2003), amelyek konstans utánpótlódással számolnak, alábecslik az ETgw értékét a mederhez közelebbi, első kút esetében (Obs1), ahol az utánpótlódás meghatározóbb, mint a készletváltozás. Az ilyen helyeken az ETgw-t becselő módszerek közül a GRIBOVSKI et al. (2008) és a LOHEIDE (2008) metódus használata a célszerű, mivel ezek az eljárások a napon belül változó utánpótlódást is képesek figyelembe venni. A módszerek továbbfejlesztéseként az erősen változó utánpótlódású helyeken nemcsak lineáris, hanem esetlegesen exponenciális talajvízfüggését is célszerű figyelembe venni az utánpótlódásnak.

A távolabbi másik három kút (Obs1, 2, 3) esetében, ahol a tározás változás meghatározóbb volt, mint az utánpótlódás, az egyszerűbb módszerek, pl. az eredeti WHITE (1932) eljárás is megfelelően működnek. Ezekben a helyeken a nettó talajvíz-utánpótlódás közel konstans a napon belül, tehát az utánpótlódás semmilyen talajvízszintől való függését nem kellett figyelembe venni.

Érdeemes azt is kiemelni, hogy nemcsak az utánpótlódás konstans vagy talajvízállás függő jellege határozza meg a napi talajvízszintingadozás alakját, hanem az utánpótlódás pozitív vagy negatív volta is. Az úgynevezett feláramlási zónákban (völgytalpi területek) az utánpótlódás általában pozitív, míg a völgyoldalak felsőbb részein, a beszivárgási területeken inkább negatív. Ennek megfelelően a konstans talajvíz-utánpótlódással jellemezhető, de különböző beszivárgási (Obs3), ill. feláramlási (Obs2) zónákban levő kutak esetében a következő összehasonlítások tehetők. Obs2 talajvízkút esetében (feláramlási zóna) egy pozitív utánpótlódás miatt a napi ingadozás görbéje éjszaka emelkedést mutat, hiszen folyamatosan ide áramlik a felszín alatti víz vízgyűjtőszinten. A völgyoldal felső részén, a beszivárgási zónában lévő Obs3 kút esetében a görbe éjszaka közel konstans vagy kissé csökkenő trendet mutat, hiszen innen lassan vagy gyorsabban, de eláramlik a felszín alatti víz a mélyebben fekvő területek felé. Nappal a vízszint csökkenése a vegetáció vízfelhasználása miatt általában erőteljesebb, így a görbe lépcsős jellegű lesz (2. ábra Obs 3 alábra).

Az előbbieket szerint összefoglalva a megfelelő talajvíz ET-t becselő módszer kiválasztására a talajvíz napi ingadozását mutató görbe éjszakai visszatöltődési időszakának elemzése javasolt. Abban az esetben, ha az éjszakai visszatöltődés lineáris (az adott talajvízkút fölötti és alatti hidraulikus gradiens közel párhuzamos, és így a gradiens különbsége, amely a nettó utánpótlódás mértékét meghatározza, is állandó) az egyszerűbb módszerek használata is megfelelő. Ha azonban a visszatöltődés nem konstans az éjszaka során, akkor a változó utánpótlódást figyelembe vevő módszereket javasolt használni (GRIBOVSKI et al. 2008, LOHEIDE 2008).



2. ábra Modell domain (felső) és a modelltől származó talajvízszintek (alsó) (YIN et al. (2013) nyomán). Az alsó ábrarészén a talajvíz napi ingadozásának tipikus esetei: Obs1, feláramlási zóna napon belül változó utánpótlódással; Obs2, feláramlási zóna konstans utánpótlódással; Obs3, beszivárgási zóna konstans, de negatív utánpótlódással; Obs4, beszivárgási zóna közel zérus talajvízfelvétellel

Következtetések

Az eredmények alapján kimondható, hogy a nagy gyakoriságú talajvízszint mérések és az ebből számolt ET_{gw} értékek nagyban segíthetik a különböző talajvízháztartású területeken elhelyezkedő növényállományok vízfogyasztásának megértését, azonban az utánpótlódási viszonyok jellegét mindenképpen célszerű a számítások során figyelembe venni. Az utánpótlódás jellegének meghatározása alapján lehet ugyanis eldönteni, hogy egyszerűbb un. konstans utánpótlódással dolgozó vagy összetettebb, az időben változó utánpótlódási viszonyokat is figyelembevevő eljárással történjen a számítás.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalomjegyzék

- BOLLA B. – NÉMETH T.M. (2017): Monitoring of the hydrological balance in the area of the Kiskun-ság National Park Directorate. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 13: 97–111
- FEDERER C.A. (1973): Forest transpiration greatly speeds streamflow recession. *Water Resources Research* 9: 1599–1604. <https://doi.org/10.1029/wr009i006p01599>
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. – KUČSARA M. (2008): Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations. *Journal of Hydrology* 349: 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.10.049>
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. (2009): Napi periodusú változás a hidrológiai jellemzőkben. *Hidrológiai Közlöny* 89: 23–37.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – BALOG K. – SZABÓ A. – TÓTH T. – CSÁFORDI P. – METWALY M. – SZALAI S. (2017): Groundwater uptake of different surface cover and its consequences in great Hungarian plain. *Ecological Processes* 6. <https://doi.org/10.1186/s13717-017-0106-4>
- HAYS K.B. (2003): Water use by saltcedar (*Tamarix* sp.) and associated vegetation on the Canadian, Colorado and Pecos rivers in Texas (phdthesis). Texas A & M University.
- IJJÁSZ E. (1939): A fatenyészet és az altalajvíz, különös tekintettel a nagyalföldi viszonyokra. *Erdészeti Kísérletek*. 42: 1–107.
- JÁRÓ Z. – SITKEY J. (1995): Az erdő és a talajvíz kapcsolata. *Erdészeti Kutatások* 85: 35–46.
- KALICZ, P. – GRIBOVSZKI, Z. – KIRÁLY, G. (2011): Galériaerdők hatása a vízfolyások recessziós görbéire és ennek információ tartalma. *Erdészettudományi közlemények*, 1. (1): 45-57.
- LOHEIDE S.P. – BUTLER J.J. – GORELICK S.M. (2005): Estimation of groundwater consumption by phreatophytes using diurnal water table fluctuations: A saturated-unsaturated flow assessment. *Water Resources Research* 41. <https://doi.org/10.1029/2005WR003942>
- LOHEIDE S.P. (2008): A method for estimating subdaily evapotranspiration of shallow groundwater using diurnal water table fluctuations. *Ecohydrology* 1: 59–66. <https://doi.org/10.1002/eco.7>
- MAJOR P. (2002): Síkvidéki erdők hatása a vízháztartásra. *Hidrológiai Közlöny* 82. (6): 319–324.
- MÓRICZ N. – TÓTH T. – BALOG K. – SZABÓ A. – RASZTOVITS E. – GRIBOVSZKI Z. (2016): Groundwater uptake of forest and agricultural land covers in regions of recharge and discharge. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 9: 696–701. <https://doi.org/10.3832/ifer1864-009>
- SZABÓ A. – GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZOLGAY J. – BOLLA B. (2022): The soil moisture regime and groundwater recharge in aged forests in the Sand Ridge region of Hungary after a decline in the groundwater level: an experimental case study. *Journal of Hydrology and Hydromechanics* 70: 308-320.
- TÓTH T. – BALOG K. – SZABÓ A. – PASZTOR L. – JOBBAGY E.G. – NOSETTO M.D. – GRIBOVSZKI, Z. (2014): Influence of lowland forests on subsurface salt accumulation in shallow groundwater areas. *AoB PLANTS* 6, plu054–plu054. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plu054>
- TROXELL H.C. (1936): The diurnal fluctuation in the ground-water and flow of the Santa Anna river and its meaning. *Transactions, American Geophysical Union* 17: 496–504.
- WHITE W.N. (1932): Method of estimating groundwater supplies based on discharge by plants and evaporation from soil - results of investigation in Escalante valley (Water Supply Paper No. 659- A). Utah - U.S. Geological Survey.
- YIN L. – ZHOU Y. – GE S. – WEN D. – ZHANG E. – DONG J. (2013): Comparison and modification of methods for estimating evapotranspiration using diurnal groundwater level fluctuations in arid and semiarid regions. *Journal of Hydrology* 496: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.05.016>