



Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFÉKTETÉS A JÖVŐBE**

**SZÉCHENYI**  2020

SOPRONI EGYETEM  
ERDŐMÉRNÖKI KAR

# TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM  
ERDŐMÉRNÖKI KAR





Soproni Egyetem  
Erdőmérnöki Kar

# TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely



Soproni Egyetem  
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020  
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes  
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: [http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani\\_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf](http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf)

Szerkesztette: Facskó Ferenc  
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

## Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Ács Norbert, Czimber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás .....	6
Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése .....	13
Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül.....	19
Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban .....	26
Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ...	33
Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain .....	40
Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából.....	45
Czimber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei.....	51
Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege.....	61
Csáki Péter, Czimber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével .....	69
Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata .....	74
Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota .....	81
Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében.....	85
Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között .....	91
Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben.....	97
Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információértartalma (módszerek az evapotranszspiráció számítására).....	105
Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok .....	112
Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre .....	119
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata .....	127
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata.....	132
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata .....	137
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével .....	142
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára .....	149
Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása .....	156
Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata.....	163
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyón-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében .....	170
Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok.....	177
Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban.....	187

Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája.....	195
Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén.....	200
Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata.....	205
Marcsisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben .....	210
Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel .....	217
Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén.....	221
Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése.....	227
Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata.....	232
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben.....	237
Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai .....	247
Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárasi típusok környezeti hatásainak vizsgálata.....	254
Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására .....	263
Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján.....	268
Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban .....	273
Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken .....	278
Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével.....	284
Szőke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn.....	291
Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében.....	298
Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével.....	305
Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés.....	311
Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára.....	318
Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok.....	325
Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata.....	329
Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre.....	336
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése .....	342
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata .....	348
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szőke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen .....	354

# PÁROLGÁS OKOZTA NAPI INGADOZÁS ÉS ANNAK INFORMÁCIÓTARTALMA (MÓDSZEREK AZ EVAPOTRANZSPIRÁCIÓ SZÁMÍTÁSÁRA)

GRIBOVSZKI ZOLTÁN, KALICZ PÉTER

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet  
e-mail: gribovszki.zoltan@uni-sopron.hu

A talajnedvességben, talajvízszintben és legtöbbször a kisvízgyűjtők lefolyásában észlelhető napi ingadozás kevéssé vizsgált jelenség, annak ellenére, hogy számos fontos információ forrása lehet. A fluktuáció okai sokfélék lehetnek: a fagyás-olvadás hatásai mellett, az egyenlítő környékén jellegzetesen délutánonként megjelenő csapadékok, a vízfolyás medrének hőmérséklet hatására jelentkező hidraulikus vezetőképesség változása éppúgy az ilyen periodikus változás oka lehet, mint a vegetáció napi ciklusú vízfelvétele. Az okozó hatások közül az egyik legjelentősebb a mi klímánkon a vegetáció vízfogyasztása, ennek okán jelen írás a párolgás okozta napi ingadozás információtartalmával foglalkozik. Pontosabban a rövid tanulmány feladata a talajnedvességben, a talajvízszintekben és a vízfolyások alapvízhozamában jelentkező, napi ingadozást felhasználó helyi vagy vízgyűjtő szintű evapotranszspirációt (ET) számító eljárások rendszerezése.

## *A napi ciklusú változás*

A talajnedvesség, a talajvíz és a lefolyás időbeli változatosságában hosszabb (többéves vagy éven belüli változékonyság) és rövidebb (pl. a napi periódus) ciklikus változásokat különböztethetünk meg. Az évszakos változások jellemzőinek vizsgálatával a különböző szakcikkek sora foglalkozik és a hidrológiai szakkönyvekben is hosszasan taglalják ezt a jelenséget, azonban a talajnedvesség, a talajvízjárás és az alapvízhozam napi ingadozásáról irodalmat a szakkönyvekben alig találunk.

Példaként BAUMGARTNER–LIEBSCHNER (1990) csak egy rövid bekezdést szentel a kérdésnek, ahol a jelenséget a levegőhőmérséklet változásával magyarázza. Ez a megfigyelés a Harz-hegységbeli kísérleti terület eredményeihez kapcsolódik (DELFS et al. 1958). HEWLETT (1984) "Az erdészeti hidrológia alapelvei" című munkájában említi a jelenséget egy bekezdés erejéig és okának már az evapotranszspirációt (ET) adja meg. LEE (1980) "Erdészeti hidrológia" című tankönyvében említi a talajvízben jelentkező szignált és a White-módszert (WHITE 1932) be is mutatja, de részletesebben nem elemzi a problémát. Az evapotranszspiráció talajvízre gyakorolt hatásának tárgyalásánál DINGMAN (2002) elemzi a napi ritmusú talajvízszint-változást és leírja a White-féle eljárást, mint az evapotranszspiráció meghatározásnak egy módszerét a felszínközeli talajvízű területeken. A témával részletetekbe menően foglalkozott PÖRTGE (1996), aki a rövid periódusú változások közül szintén a napi periódusidejű lefolyásváltozást vizsgálta behatóbban. A hazai szakkönyvek közül V. NAGY (1965) és JUHÁSZ (2002) említi a talajvíz napi ciklusú járását, mindketten UBELL (1960) a VITUKI kecskeméti kísérleti telepén végzett méréseire hivatkoznak. Az ingadozást a talajhőmérséklet napon belüli hullámzásához kapcsolják és okának kizárólag a talajlevegő abszolút páratartalmában, a párolgás és kicsapódás folyamatai miatt, bekövetkező változásokat tekintik. A talajvízszintekben jelentkező napi ciklusú változás megjelenését előbbi szerzők a vegetációs időszakhoz kötik és csak a felszínközeli talajvizeknél veszik jellemzőnek. A közelmúltban már egyre több cikk jelenik meg, melyek a hidrológiai jellemzőkben bekövetkező napi ciklusú változás alapján igyekeznek magyarázni és számszerűsíteni bizonyos vízháztartási jellemzőket. Magyarországi viszonylatban GRIBOVSZKI et al. (2009) és GRIBOVSZKI et al. (2010a) tekintette át a hidrológiai

jellemzőkben kimutatható napi hullámozás jellegzetességeit, okait és az ennek alapján nyerhető információkat.

A lefolyásban jelentkező napi periódusú ingadozás PÖRTGE (1996) szerint csak kisvízgyűjtőkön (kb. 40 km<sup>2</sup> nagyságig) kisvízi időszakban tapasztalható és csak a rajzoló vízmércével rendelkező állomásokon mérhető értékelhető formában. A jelenség ritkábban magában a vízfolyás medrében vizuálisan is felismerhető. LUNDQUIST és CAYAN (2002) vizsgálatai szerint azonban a napi periódusú hullámozás több ezer km<sup>2</sup>-es vízgyűjtőnagyságnál is tapasztalható. A napi periódusidejű hullámozás nagyobb vízgyűjtők lefolyásában való megjelenését igazolják TROXELL (1936) és MEYBOOM (1965) korábbi vizsgálatai is, ahol a jelenséget 40 km<sup>2</sup>-nél jóval nagyobb vízgyűjtőkön elemezték.

A tény, hogy a napi periódusú talajnedvesség-, és talajvízjárásnak, valamint vízhozam-ingadozásnak, a korábbi tudományos irodalomban csak igen kevés figyelmet szenteltek, azon alapulhatott, hogy az általa képviselt mennyiségi változás vízgazdálkodási szempontból alárendelt jelentőségűnek ítélt. Ehhez járult még az a tényező, hogy e jelenség sokszor egyszerűen ismeretlen volt a mérést végző számára. Közvetlenül a mederben sokszor alig felismerhető a napi ciklusú vízszintváltozás, a rajzoló nélküli vízmércéken és a régi típusú, nem megfelelő érzékenységgű rajzolókon pedig ritkán kimutatható. A kimutathatóság korlátját jelentette a hidrológiai gyakorlatban a lefolyási adatok gyűjtésénél alkalmazott napi vagy a talajnedvesség és talajvízszintek észlelésénél használt heti egyszeri észlelés, amellyel lehetetlen érzékelni ezeket a napi ciklusidejű változásokat.

A jelenlegi korszerű digitális adatgyűjtő eszközök robbanásszerű fejlődésével egyre több lehetőség adódik nagy frekvenciás adatgyűjtésre, amely rengeteg új információt szolgáltat a napi periódusú hullámozásról.

A napi ciklusú hullámozásból levonható információk nemcsak a vízkészletek és az azokból történő vízfelhasználás pontos számszerűsítésére, az adott terület, ill. víztartó hidrológiai jellemzőinek becslésére alkalmasak, hanem nagyon jó diagnosztikai mutatói a klímaváltozásnak is. A napi hullámozásból nyerhető információk kiegészítői lehetnek a pontszerű hőmérséklet és csapadékméréseknek, amelyek a felső vízgyűjtőkön sokszor ritkák, általában nem egy egész vízgyűjtő integrált hatását mutatják és kevésbé befolyásoltak a vízgyűjtő biológiai jellemzői által (pl. növényállományok). Az integrátor hatás és a biológiai jellemzőkkel való szoros kapcsolat a talajnedvességben, a talajvízjárásban és alapvízhozamokban tapasztalható napi ciklusú hullámozást a klímaváltozás komplex hatásainak igen jó indikátorává teszi.

A legtöbb esetben a felszínközeli talajvízjárásban és az alapvízhozamokban tapasztalható napi ciklusú változás fő indukáló faktorainak a napsugárzást és a hőmérsékletet tekintjük. Ezek szabályozzák a napi ciklusú vízfelvételt és vízleadást, a csapadék, az evapotranszspiráció, az infiltráció és a hóolvadás vagy egyszerűen a hőmérséklet napon belüli fagypon alatti és fölötti változása révén. Egyes folyamatok (pl. hóolvadás) a vízfolyásokban vagy a felszínközeli talajnedvességben közvetlenül és szinte azonnal érzékelhetőek, míg a talajvíznél kisebb a jelentőségük, ill. bizonyos késleltetéssel jelentkeznek.

Mivel az indukáló hatások közül a párolgás az egyik legjelentősebb, ezért ezen információnak a szignál elemzése alapján történő visszanyerésével részletesebben foglalkozunk. Áttekintjük és rendszerezük a párolgási típusú hullámozás alapján ET-t számító módszereket.

#### *A párolgási típusal kapcsolatos vizsgálatok rendszerezése*

A párolgási típus mind a talajnedvességben, mind a talajvízszintekben és a lefolyásban is megjelenhet, amennyiben a terület adottságai szerint a felszín alatti vízkészletek az ET által érintettek lehetnek. A klasszikus szinuszhullámhoz hasonló szignál kialakulása a hidrogeológiai értelemben vett feláramlási zónákban vagy másként jelentős utánpótlódással

rendelkező (discharge) területeken jellemző. A beszivárgási (recharge) zónákban a szignál egy lépcsős függvényként és elsősorban a talajnedvességben jelentkezik, mivel itt háttérből származó utánpótlódásra nem lehet számítani. Amennyiben a recharge zónában a talajvízszint közel lenne a felszínhez a talajvízszintekben szintén lépcsős függvény megjelenése várható az ET hatására (MÓRICZ et al. 2016).

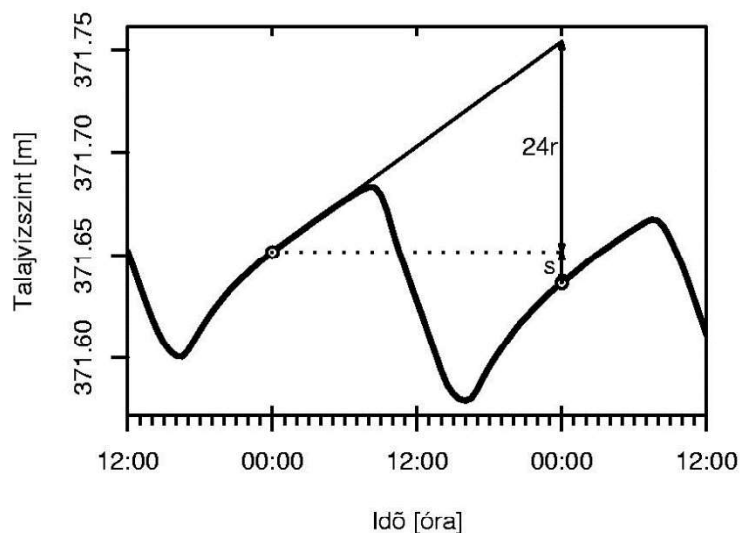
A témával kapcsolatos irodalmat áttekintve jellemző, hogy elsőként a talajvízszintekben és a lefolyásban észlelt szignál megjelenéséről számol be a legtöbb publikáció és csak a talajnedvesség mérésének automatizálásától kezdve találunk olyan irodalmat, amely a talajnedvességben is detektálja a szignált, így a talajnedvesség esetében kidolgozott módszerek is később jelennek meg.

A talajvízben és talajnedvességben jelentkező szignál alapján ET-t számító módszerek alapjául szinte minden esetben a White-féle eljárás szolgál, ezért röviden ismertetjük a módszer lényegét.

WHITE (1932) szerint, ha az evapotranszpirációt elhanyagolhatónak tételezzük fel, a késő éjjeli, kora hajnali órákban (0-4 h. között), akkor a talajvízállás növekedési rátája ebben az időszakban egyenlőnek vehető a terület talajvíz-utánpótlódásával. A görbéhez ebben az időszakban húzott egyenes iránytangense ( $r$  [L]), tehát az egységnyi idő (pl. 1 óra) alatti talajvíz-utánpótlódás. Ha ezt az utánpótlódási rátát, az evapotranszpiráció jelenléte nélkül, meghosszabbítanánk 24 órán keresztül, akkor a talajvízszint  $24r$  magasságra emelkedne. Mivel azonban az evapotranszpiráció jelen van, általában a növekedés helyett, egy nap alatt még egy  $s$  [L] értékkel jellemezhető csökkenés is beáll a talajvízszintben (1. ábra). Mindezek alapján WHITE (1932) szerint a talajvízből származó evapotranszpirációs ( $ET_{GW}$ ) vízfogyasztás a következőképpen kalkulálható (1. egyenlet).

$$ET_{GW} = S_y \cdot (24 \cdot r \pm s) \quad (1)$$

Ahol  $S_y$  a talajvízszint feletti talajrétegre jellemző fajlagos hozam (leürülő gravitációs pórustér).



1. ábra. A White-módszer alapelve (GRIBOVSKI et al. 2008 nyomán)

A White-módszer, egyszerűsége miatt – bár többször kiegészítették és pontosították – a továbbiakban is jól felhasználható előzetes, tájékoztató vizsgálatokra.

A lefolyás esetében a becslés alapjául legtöbbször a napi maximumok burkológörbéje és az aktuális vízhozamok közötti különbségek szolgálnak. A talajvízszint és az előbbi



vízhozammérések napi ingadozása alapján meghatározott ET értékek között nagyságrendi különbségek lehetnek. Feltételezhetően a talajvízből történő meghatározás a pontosabb, mivel ez mutat közelebbi értékeket a meteorológiai mérések alapján számított ET értékekkel. Az újabb, tározómodellekkel dolgozó, a lefolyás napi ingadozásán alapuló eljárások ET értékei közelebbiek, mind a talajvíz alapú becslésekhez, mind a meteorológiai mérések alapján számított ET értékekhez. Hátrányuk viszont, hogy alkalmazásukhoz igen pontos vízhozammérések szükségesek.

Az egyre pontosabb, nagy időbeli felbontású talajnedvesség profil mérések az  $S_y$  ismerete nélkül is alkalmasak az ET becslésére. GRIBOVSKI (2018) alapján azt is láthattuk, hogy a napi hullámzás elemzése alkalmas lehet talajfizikai paraméterek meghatározására is.

A következő táblázatban (1. táblázat) rendszerezve található meg azok a kutatások (a kidolgozott eljárással kapcsolatos alapinformációkkal kiegészítve), amelyek új folyamatra hívták fel a figyelmet, vagy legalábbis lényegesen hozzájárultak a napi ingadozáson alapuló ET becslés fejlődéséhez.

### *Összefoglalás*

A javasolt módszerek alkalmazásának lehetőségei a jövőben valószínűleg nőni fognak, ahogy a talajnedvesség, a talajvíz és a lefolyás nagyobb gyakoriságú folyamatos monitorozása egyre megbízhatóbbá és olcsóbbá válik. Az alkalmazással kapcsolatos igények, a talajvízfüggő társulások vízigényének meghatározásakor pl. az EU Víz Keretirányelv bevezetése kapcsán is egyre inkább előtérbe kerülnek. Az egyre melegebbé és esetenként szárazabbá váló klimatikus viszonyok között a talajvízfüggő erdőtársulások vízigénye a jövőben valószínűleg nőni fog. A vízfelvétel pontos számszerűsítése vízkészletgazdálkodási szempontból lényeges kérdés, különösen akkor, ha vízpótlás vagy vízvisszatartás kérdése merül fel az erdők többletvízigényének kielégítése kapcsán. Az új eljárások emellett nemcsak a klasszikus erdőtársulások, hanem a faültetvények, az agro-erdészeti rendszerek vagy egyéb vízigényes mezőgazdasági kultúrák vízfelhasználására is pontos adatokat szolgáltathatnak.

### *Köszönetnyilvánítás*

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatásával valósult meg.

1. táblázat. A talajnedvesség, a talajvíz és a lefolyás napi ingadozásból ET-t számító eljárások.

Szerző (publikálás év)	Alapinformációk az eljárásról
Talajnedvesség	
NACHABE et al. (2005)	A White-módszer (WHITE 1932) adaptálása talajnedvesség adatokra.
GRIBOVSKI (2014)	A GRIBOVSKI et al. (2008) empirikus technikájának adaptálása talajnedvesség adatokra.
Talajvízszint	
WHITE (1932)	Az eredeti talajvíz napi ingadozásán alapuló módszer.
TROXELL (1936)	Javaslat (elméleti szinten) a napon belül is változó utánpótlódás becslésére.
MEYBOOM (1965)	Az $S_y$ 50%-ának figyelembevétele az ET <sub>gw</sub> számításánál.
DOLAN et al. (1984)	Az utánpótlódás figyelembevétele az adott napra a megelőző és a követő éjszaka adatai alapján.
HAYS (2003)	Utánpótlódás számítása az éjszakai időszak alapján, de értéke csak a napközbeni időszakban figyelembe véve.
ENGEL et al. (2005)	A White-módszer módosítása a regionális talajvízszint-változás, mint additív konstans figyelembevételével.
LOHEIDE II et al. (2005)	A White-módszerhez alkalmazandó $S_y$ becsléséhez talajfizika-függő nomogram kidolgozása.
SCHILLING (2007)	ET <sub>gw</sub> becslése a talajvíz lépcsős napi ingadozása alapján.
GRIBOVSKI et al. (2008)	ET <sub>gw</sub> becslés az utánpótlódás napi ingadozásának figyelembevételével (empirikus és hidraulikus módszer).
LOHEIDE II et al. (2008)	Regresszió alapú ET <sub>gw</sub> -t becselő eljárás a trendmentesített talajvíz-ingadozásokat felhasználva.
SOYLU et al. (2012)	Fourier-transzformáció alapú ET <sub>gw</sub> számítás.
WANG és POZDNIAKOV (2014)	Statisztikai ET <sub>gw</sub> becslés a trend és mérési zaj mentesített napi ingás szórása alapján.
Lefolyás	
MEYBOOM (1965)	Vízfolyás menti ET <sub>gw</sub> becslése a napi maximális alapvízhozamok burkológörbéje és az aktuális vízhozam idősor különbségeként.
REIGNER (1966)	Csak a telítettségközeli légnedvességű hajnali időszakok használata a maximális vízhozamok burkológörbéjének előállítására.
KIRCHNER (2009)	Vízgyűjtőszintű ET <sub>gw</sub> becslése az utánpótlódásra nemlineáris tározómodellt felhasználva.
GRIBOVSKI et al. (2010b)	Vízfolyás menti ET <sub>gw</sub> becslése az utánpótlódásra naponta más paraméterű lineáris tározómodellt felhasználva.
CADOL et al. (2012)	Vízfolyás menti ET <sub>gw</sub> becslése a vízfolyás menti zónára átszámított trendmentesített vízállás és a vízállásváltozás közötti kapcsolat alapján.
SZÉLES et al. (2018)	Vízfolyás menti ET <sub>gw</sub> becslése a diurnális lefolyás-ingadozást a sugárzási bevételnek megfelelő exponenciális válaszfüggvénnyel közelítve (a Meyboom (1965) módszer egyfajta változata).

- BAUMGARTNER, A. – LIEBSCHNER, H. J. (1990): Allgemeine Hydrologie, Quantitative Hydrologie. Gebrüder Borntraeger, ISBN 3-443-30001-4
- CADOL, D. – KAMPF, S. – WOHL, E. (2012): Effects of evapotranspiration on baseflow in a tropical headwater catchment. *Journal of Hydrology* 462-463, 4-14. doi: 10.1016/j.jhydrol.2012.04.060
- DELFS, J. – FRIEDRICH, W. – KIESEKAMP, H. – WAGENHOFF, A. (1958): Der einfluß des waldes und des kahlschlages auf den abflußvorgang, den wasserhaushalt und den bodenabtrag. *Mitt. A. d. Niders. Landes-forstverwaltung, Aus dem Walde*, 3:223.
- DINGMAN, S. L. (2002): *Physical Hydrology*. Prentice Hall, ISBN 0-13-099695-5
- DOLAN, T. J. – HERMANN A. J – BAYLEY S. E. – ZOLTEK J. (1984): Evapotranspiration of a Florida, USA, fresh-water wetland, *Journal of Hydrology*, 74 (3-4), 355–371, doi:10.1016/0022-1694(84)90024-6
- ENGEL, V. – JOBBAGY, E. G. – STIEGLITZ, M. – WILLIAMS, M. – JACKSON, R. B. (2005): The hydrological consequences of eucalyptus afforestation in the argentine pampas. *Water Resources Research*, 41:10 doi: 10.1029/2004WR003761
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. – KUCSARA M. (2008): Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations. *Journal of Hydrology*, 349: 6–17. doi:10.1016/j.jhydrol.2007.10.049
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. (2009): Napi periódusú változás a hidrológiai jellemzőkben. *Hidrológiai Közlöny*, Vol 89, 2, p. 23-37.
- GRIBOVSZKI Z. – SZILÁGYI J. – KALICZ P. (2010a): Diurnal fluctuations in shallow groundwater levels and in streamflow rates and their interpretation - a review. *Journal of Hydrology* (385), 371–383. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.02.001>
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. (2010b): Talajvíz evapotranszpiráció számítása a vízhozamok napi periódusú ingadozása alapján. *Hidrológiai Közlöny*, Vol 90, 5, 19-28.
- GRIBOVSZKI Z. (2014): Diurnal Method for Evapotranspiration Estimation from Soil Moisture Profile. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 10, Nr. 1 67–75. doi: 10.2478/aslh-2014-0005
- GRIBOVSZKI Z. (2018): Comparison of specific-yield estimates for calculating evapotranspiration from diurnal groundwater-level fluctuations. *Hydrogeology Journal* 26(3), 869-880. doi:10.1007/s10040-017-1687-9
- HAYS, K. B. (2003): Water use by saltcedar (*Tamarix* sp.) and associated vegetation on the Canadian, Colorado and Pecos rivers in Texas, Ph.D. thesis, Texas A & M University
- HEWLETT, J. D. (1984): *Principles of Forest Hydrology*. University of Georgia Press. ISBN 0-8203-0608-8.
- JUHÁSZ, J. (2002): *Hidrogeológia*. Akadémiai kiadó, Budapest, 1176 p. ISBN 963-05-7891-3
- KIRCHNER, J. W. (2009): Catchments as simple dynamical systems: Catchment characterization, rainfall-runoff modeling, and doing hydrology backward. *Water Resour. Res.*, 45, W02429. doi:10.1029/2008WR006912
- LEE, R. (1980): *Forest hydrology*. Columbia University Press. ISBN 0-231-04718-5
- LOHEIDE II., S. P. – BUTLER, J. J., JR. – GORELICK, S. M. (2005): Use of diurnal water table fluctuations to estimate groundwater consumption by phreatophytes: A saturated-unsaturated flow assessment. *Water Resources Research*, 41: W07030. doi:10.1029/2005WR003942
- LOHEIDE II., S. P. (2008): A method for estimating subdaily evapotranspiration of shallow groundwater using diurnal water table fluctuations. *Ecohydrology*, 1: 59–66. doi: 10.1002/eco.7
- LUNDQUIST, J. D. – CAYAN, D. R. (2002): Seasonal and spatial patterns in diurnal cycles in streamflow in the western united states. *Journal of Hydrometeorology*, 3(October): 591–603.
- MEYBOOM, P. (1965): Three observations on streamflow depletion by phreatophytes. *Journal of Hydrology*, 2:248–261.
- 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* 9(5): 714-719. doi: 10.3832/ifer1864-009
- NACHABE, M. – SHAH, N. – ROSS, M. – WOMACKA, J. (2005): Evapotranspiration of two vegetation covers in a shallow water table environment. *Soil Science Society of America Journal*, 69:492–499.

- PÖRTGE, K. H. (1996): Tagesperiodische Schwankungen des Abflusses in kleinen Einzugsgebieten als Ausdruck komplexer Wasser- und Stoffflüsse. Verlag Erich Goltze GmbH KG, ISBN 3-88452-103-9.
- REIGNER, I. C. (1966): A method for estimating streamflow loss by evapotranspiration from the riparian zone. *Forest Science*, 12(2):130–139.
- SCHILLING, K. E. (2007): Water table fluctuations under three riparian land covers, Iowa (USA). *Hydrological Processes*, 21, 2415–2424. doi: 10.1002/hyp.6393
- SOYLU, M. E. – LENTERS, J. D. – ISTANBULLUOGLU, E. – LOHEIDE II, S. P. (2012): On evapotranspiration and shallow groundwater fluctuations: A Fourier-based improvement to the White method. *Water Resour. Res.*, 48, W06506. doi:10.1029/2011WR010964
- SZÉLES B. – BROER, M. – PARAJKA, J. – HOGAN, P. – EDER, A. – STRAUSS, P. – BLÖSCHL, G. (2018): Separation of scales in transpiration effects on low flows: A spatial analysis in the Hydrological Open Air Laboratory. *Water Resources Research*, 54, 6168–6188. <https://doi.org/10.1029/2017WR022037>
- 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 (4):496–504.
- UBELL K. (1960): A talajvízállás előrejelzése. Beszámoló, VITUKI
- V. NAGY I. (1965): Hidrológia. Tankönyvkiadó, Budapest.
- WANG, P. – POZDNIAKOV, S. P. (2014): A statistical approach to estimating evapotranspiration from diurnal groundwater level fluctuations. *Water Resources Research* 50(3), 2276–2292. doi: 10.1002/2013WR014251
- WHITE, W. N. (1932): Method of estimating groundwater supplies based on discharge by plants and evaporation from soil - results of investigation in Escalante valley. Technical report, Utah - U.S. Geological Survey. Water Supply Paper 659-A.