

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Építőmérnöki Kar

Gribovszki Zoltán

EVAPOTRANZSPIRÁCIÓ SZÁMÍTÁSA A TALAJVÍZ  
NAPI PERIÓDUSÚ VÁLTOZÁSA ALAPJÁN

című Ph.D. értekezésének tézisei

Témavezető:

Dr. Szilágyi József az MTA doktora

Sopron, 2009

## A kutatások előzménye

A vízigényes növénytársulások általában a felszínközeli talajvízű területeken, topográfiai depressziókban vagy vízfolyások mentén találhatóak meg. Az előbb említett területeken fekvő növénytársulások általában értékes ökoszisztémák és vízkészlet-gazdálkodási jelentőségük is nagy, így evapotranszpirációjuk meghatározása, mind természetvédelmi, mind vízgazdálkodási szempontból fontos. A jelenleg egyre inkább terjedőfélben lévő numerikus hidrodinamikai modellek is igénylik az evapotranszpiráció pontos értékeinek megadását ahhoz, hogy valóságos regionális vagy lokális vízmérleget tudjanak számítani.

A vegetáció a klimatikus adottságok függvényeként, egyrészt a fenológiai állapot (kilombosodás, lombvesztés) éves változásával, másrészt az életműködés napi ritmikusával hat a talajvízszintekre és a vízfolyások alapvízhozamára. A vegetációs időszak száraz periódusaiban egy erős napi fluktuáció tapasztalható (*1. ábra*) a felszínközeli talajvízszintekben és a kisvízfolyások talajvízből táplálkozó alapvízhozamában. A fluktuáció oka legtöbbször a vízfolyásmenti területek evapotranszpirációja.

Ha a vízfolyásmenti terület erdőállományokkal borított, akkor elsősorban azok transzspirációja a hullámzást indukáló hatás. Az evapotranszspiráció evaporációs része sűrű erdővegetációnál, a lombkorona leárnnyékoló és párazáró hatása miatt, a csapadékmentes időszakokban elhanyagolható. A napi periódusú hullámzás jelenségének leírásával, okainak vizsgálatával többen foglalkoztak (Troxell 1936, Croft 1948, Tschinkel 1963, Pörtge 1996, Lundquist és Cayan 2002, Bond et al. 2002, Loheide et al. 2005, Butler et al. 2007, Boronina et al. 2005, Shah et al. 2007). Az észlelt hullámzás alapján azonban már kevesebb irodalom dolgoz ki módszereket az evapotranszspiráció számítására (White 1932, Reigner 1966, Bauer et al. 2004, Nachabe et al. 2005), ill. a szignál analitikus leírására (Czikowsky 2003, Czikowsky és Fitzjarrald 2004).

## Célkitűzések

Doktori értekezésem célja, hogy összefoglalja és értékelje a hidrológiai jellemzők napi ciklusú változásával kapcsolatos vizsgálatokat és a periodikus hullámzásból nyerhető információkat felhasználva, a korábbi módszerek javításával, egy új módszert dolgoz ki a növényállományok talajvízfogyasztásának számszerű meghatározására.

## Vizsgálati módszerek

### A napi ritmusú szignál jellemzői

Az *1.b ábra* egy kisvízfolyás alapvízhozamának és a vízfolyásmenti talajvízszinteknek az evapotranszspiráció hatására jelentkező, jellegzetes napi menetét mutatja. A maximális érték a reggeli órákban kb. 6 és 8 óra között, a minimum pedig a délutáni órákban, kb. 16 és 17 óra között jelentkezik (Gribovszki 2002, Gribovszki et al. 2006). A talajvízjárás és a patakvízhozam idősor esetében is meglehetősen jól meghatározható a minimum, a maximális érték környezete azonban, a patakvízhozam idősor esetében már

elnyújtottabb. Érdekes, hogy a talajvízállás és a patakvízhozam szignáljai nem esnek teljesen egybe, hanem mind a minimumok, mind a maximumok esetében, a talajvízszintben kb. egy-másfél órás késés jelentkezik a patak vízhozamhoz képest. A probléma numerikus modellel történő részletesebb vizsgálatával Szilágyi et al. (2008) foglalkozott.

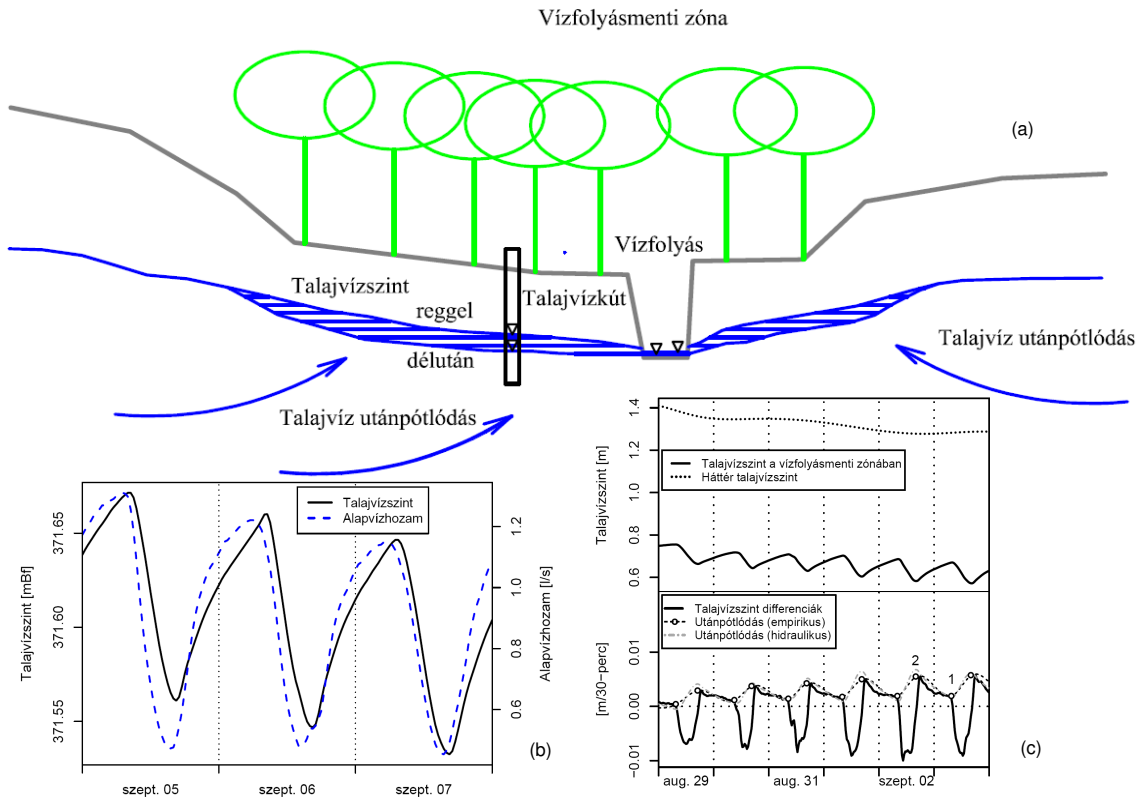
### A talajvíz evapotranszpiráció számítására kidolgozott új módszer alapelve

A talajvízből származó evapotranszpiráció ( $ET$ ) számítására az eredeti White-féle módszert Troxell (1936) alapfeltevése alapján, napon belüli változó talajvízutánpótlást figyelembe véve, fejlesztettem tovább (Gribovszki et al. 2008, *1 ábra*). A napon belül változó utánpótlódás számításához azt vettem alapul, hogy a vízfolyásmenti zónától távolabb a napon belüli változás már nem vagy kevésbé érvényesül, így egy háttérbeli nyomásszint meghatározásával a vízfolyásmenti zóna talajvízszint változásának  $\left(\frac{dWT}{dt}\right)$  ismeretében az utánpótlódás értéke napon belül is számítható. A háttérbeli

nyomásszint meghatározásához a napfelkelte előtti, késő éjszakai-kora hajnali időszakot vettem figyelembe, amikor az  $ET$  a vízfolyásmenti zónában legtöbbször elhanyagolható mértékű. Ebben az időszakban a vízfolyásmenti zónában a vízkészlet változása

$\left(\frac{dS}{dt}\right)$  egyenlő a nettó utánpótlódással ( $Q_{net}$ , amely a háttérből érkező és általában a vízfolyás felé távozó szivárgás különbsége). Az új eljárás két egymástól függetlenül használható változatát munkáltam ki, egy empirikust és egy hidraulikust. A hidraulikus módszer egy egyszerűsített vízmérleg  $\left(\frac{dS}{dt} = S_y^* \frac{dWT}{dt} = Q_{net} - ET_G\right)$  és a talajvízmozgás

Darcy-féle megközelítése alapján számítja először a napközben változó talajvíz utánpótlódást (a késő éjszakai - kora hajnali adatokból nyert háttér nyomásszint alapján), majd az utánpótlódás ismeretében a talajvíz evapotranszpirációját ( $ET_G$ ) (*1.c ábra*). Az empirikus módszer karakterisztikus pontok alapján dolgozik, tehát nem igényli a Darcy-féle egyenlet használatát, így a szivárgási tényező ( $k$ ) ismeretét sem. Az új eljárást a Sopron melletti Hidegvíz-völgy kísérleti vízgyűjtőjének 2005. évi hidrometeorológiai adatain teszteltem. A módszerek által szolgáltatott talajvíz evapotranszpirációs értékeket a Penman-Monteith-féle egyenlettel számolt adatokkal félórás időfelbontásban, a White-féle eljárás eredményeivel pedig napi időfelbontásban hasonlítottam össze. A Penman-Monteith modellel számított  $ET$  értékekhez nagyon hasonló vízfelvétel értékeket kaptam, de a Penman-Monteith modell eredményeihez képest a napon belüli értékekben egy időbeli eltolódás volt tapasztalható, amely a vegetációs időszak elején, ill. a végén (ekkor kifejezetten) nagyobb volt. A White-féle módszerhez képest az új módszerrel átlagban másfélszer nagyobb  $ET$  értékek adódtak, amely a White-féle módszerben az utánpótlódás napon belüli változásának a figyelembe nem vételével magyarázható. A módszerre készített érzékenységvizsgálat szerint a  $k$ , szivárgási tényezőnek (csak a hidraulikus változatnál szükséges ismerni) és az  $S_y^*$ , fajlagos hozamnak (amelyet a talajvíz felszíntől való távolsága, a napon belüli talajvízszint-süllyedés mértéke és annak időbeli lefolyása alapján minden napra külön számítottam, Nachabe (2002) módszere szerint) a pontos ismerete fontos a modell megfelelő működéséhez.



1. ábra (a) A vízfolyásmenti zóna sematikus modellje, (b) a talajvíz a vízhozam napi periódusú hullámzása, (c) a White módszer továbbfejlesztett változatának elve.

## Új tudományos eredmények

I. Áttekintettem és jellemeztem a talajvízben és az alapvízhozamokban jelentkező napi periódusú fluktuáció típusait és feltártam azok okait [4, 8].

- Az okozó hatások közül az egyik legjelentősebb és legjellemzőbb a mi klímánkon a vegetáció vízfogyasztása ezért ezzel az ún. párolgási típusal részletesen foglalkoztam, vizsgálatának történetét időrendben áttekintettem és értékeltem.
- Kritikailag értékeltem a párolgási típus esetében a szignál alapján talajvíz evapotranszpirációt számító eljárásokat.
- A talajvíz, valamint a vízhozamok napi fluktuációján alapuló, párolgási típusra vonatkozó, talajvíz evapotranszpirációt számító irodalmi módszereket, ill. azok általam kismértékben módosított változatait, saját mérések felhasználásával, alkalmaztam a talajvíz evapotranszpirációjának helyi és vízgyűjtőszintű becslésére.

II. Saját mérési eredmények alapján jellemeztem a napi periódusú fluktuáció hőmérsékleti és párolgási típusait. Az időszerelemzés módszereivel részletesen elemeztem a párolgási típus szezonális változását és összefüggését más környezeti paraméterekkel (pl. növényi nedvzárlás) [6, 7].

III. Hidegvíz-völgyi terepi méréseim (automaták adatai, ill. expedíciós mérések kézi észlelései) alapján a talajvízjárásban jelentkező napi periódusú változás késését írtam le a patakvízhozamban jelentkező szignálhoz képest [2]. A jelenség a hidrológia tudománytörténetében általunk először leírt, tudományos magyarázata témavezetőmmel közösen írt cikkünkben [1] található.

IV. A vízfolyás menti zóna talajvízszint változásának vizsgálata alapján egy új módszert (a White-féle eljárás módosításával) dolgoztam ki a vegetáció csapadékmentes időszakokban jellemző, elsősorban a talajvízből táplálkozó evapotranszpirációjának számítására. Az új eljárás két egymástól függetlenül használható változatát (empirikus és hidraulikus) munkáltam ki [2, 3, 5].

- A hidraulikus módszer egy egyszerűsített vízmérleg és a talajvízmozgás Darcy-féle megközelítése alapján számítja a talajvíz evapotranszpirációját, a talajvízszintek napi periódusú fluktuációját felhasználva.
- Az empirikus módszer kontrollpontok alapján dolgozik, nem igényli a Darcy-féle egyenlet használatát, így a szivárgási tényező ismeretét sem.

V. Az új evapotranszpiráció számítási eljárást a Sopron melletti hidegvíz-völgyi kísérleti vízgyűjtő 2005. évi hidro-meteorológiai adatain sikeresen teszteltem [2, 3].

- A módszerek által szolgáltatott talajvíz evapotranszpirációs értékeket (amelyek nagyon közel voltak a vizsgált felszínközeli talajvíztükrű területen a potenciális evapotranszpirációhoz) a Penman-Monteith-féle egyenlettel számolt adatokkal félórás időfelbontásban, a White-féle eljárás által szolgáltatott adatokkal pedig napi időfelbontásban hasonlítottam össze.
- A hidraulikus módszerre készített érzékenységvizsgálat szerint a szivárgási tényezőnek, és az  $S_y$ , fajlagos hozamnak (amelynek napon belüli számítására új eljárást is kidolgoztam) a pontos ismerete fontos a modell megfelelő működéséhez.

A kidolgozott eljárás természetesen továbbfejleszthető és talán egyszerűsíthető is. Remélem, hogy ezt a módszereket a jövőben egyre többen használják és tesztelik majd. Az új eljárások használatával talán pontosabb és időben részletesebb információk nyerhetők majd a talajvíz evapotranszpirációjáról, különösen annak a vízigényes növényzet általi fogyasztásáról, illetve másképpen, ezen társulások vízigényéről.

## **Az eredmények hasznosítása**

Kevés közvetlen módszert munkáltam ki a növényzet talajvízfogyasztásának számítására, pedig a hagyományos módszerekhez képest számos előnyük van. Először is ezek a módszerek a talajvízből származó evapotranszpirációt számítják, ami sokszor eltérhet a potenciális evapotranszpirációtól. Amellett ezek az eljárások kevés paramétert igényelnek és rövidebb időlépcsőben is viszonylag pontos talajvíz evapotranszpiráció értéket szolgáltatnak. Méltán felveszik tehát a versenyt a rövid távon pontos, de sok paramétert igénylő mikrometeorológiai módszerekkel (pl. Penman-Monteith módszer, Eddy-korrelációs módszer) éppúgy, mint a kis paraméterigényű, de rövid távon pontatlan, robusztus (pl. hőmérsékleten alapuló) eljárásokkal.

## Irodalmi hivatkozások listája

Bauer, P., Thabeng, G., Stauffer, F., Kinzelbach W., 2004., Estimation of the evapotranspiration rate from diurnal groundwater level fluctuations in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of Hydrology*. 288, 344–355.

Bond, B. J., J. A. Jones, G. Moore, N. Phillips, D. Post, and J. J. McDonnell, 2002., The zone of vegetation influence on baseflow revealed by diel patterns of streamflow and vegetation water use in a headwater basin. *Hydrological Processes*. 16, 1671–1677.

Boronina, A., Golubev, S., Balderer, W., 2005., Estimation of actual evapotranspiration from an alluvial aquifer of the Kouris catchment (Cyprus) using continuous streamflow records. *Hydrological Processes*. 19, 4055–4068.

Butler, J. J., Kluitenberg, G. J., Whittemore, D. O., Loheide II, S. P., Jin, W., Billinger M. A. and Zhan, X., 2007., A field investigation of preatophyte-induced fluctuations in the water table. *Water Resources Research*, 43, W02404, doi:10.1029/2005WR004627, p. 12.

Croft, A. R., 1948., Water loss by stream surface evaporation and transpiration by riparian vegetation, *Transactions, American Geophysical Union*. Vol. 29, No. 2, 235-239.

Czikowsky, J. M., 2003., Seasonal and successional effects on evapotranspiration and streamflow. M.S. thesis, Dept. of Earth and Atmospheric Sciences, The University at Albany, State University of New York, 105 pp.

Czikowsky, J. M., and Fitzjarrald, D. R., 2004., Evidence of seasonal changes in evapotranspiration in eastern U. S. hydrological records. *Journal of Hydrometeorology*. 5, 974-988.

Gribovszki Zoltán: Erdei patakok alapvízhozamának rövid periódusidejű változása [Short term fluctuation of forest stream baseflow]. Diplomamunka, Vízkészletfeltárás-vízrajz szak, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, p. 57, 2002.

Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., 2006., Streamflow characteristics of two forested catchments in Sopron Hills. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 2, 81–92. URL <http://aslh.nyme.hu/>

Gribovszki Z., Kalicz P., Kukléta K., Lovász Á., Storcz Cs., Tóth A., 2007., A vízfolyásmenti vegetáció hatása a talajvízre és a vízfolyások alapvízhozamára [Vegetation effect on groundwater and stream baseflow]. *Hidrológiai Közlöny*, 87 évf. 6. sz. Hidrobiológus napok „Európai elvárások és a hazai hidrobiológia”, Tihany, 2006. október 4-6. Nyomtatásban: p. 39-40.

Gribovszki, Z., Kalicz, P., Szilágyi, J., Kucsara, M., „Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations” *Journal of Hydrology* (2008) 349, 6– 17, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.10.049>,

Lundquist, J. D., and Cayan, D. R., 2002., Seasonal and spatial patterns in diurnal cycles in streamflow in the western United States. *Journal of Hydrometeorology*. 3, 591-603.

Loheide, S. P. II, J. J. Butler, Jr., and S. M. Gorelick, 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., p. 14.

Meyboom, P., 1964., Three observations on streamflow depletion by phreatohtyes. *Journal of Hydrology*. 2, 248-261.

Nachabe, M. H., 2002., Analytical expressions for transient specific yield and shallow water table drainage, *Water Resources Research*. 38(10), 1193, doi:10.1029/2001WR001071.

Pörtge, K.H., 1996., Tagesperiodische Schwankungen des Abflusses in kleinen Einzugsgebieten als Ausdruck komplexer Wasser- und Stoffflüsse, Verlag Erich Goltze GmbH KG, Göttingen, p. 104.

Reigner, I. C., 1966., A method for estimating streamflow loss by evapotranspiration from the riparian zone, *Forest Science*. Vol. 12, 130-139.

Shah, N., Nachabe, M., Ross M., 2007., Extinction depth and evapotranspiration from groundwater under selected land covers, *Ground Water*. 45 (3), 329–338. doi:10.1111/j.1745-6584.2007.00302.

Szilagy, J., Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., On diurnal riparian zone groundwater-level and streamflow fluctuations, *Journal of Hydrology* (2008) 349, 1–6 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.09.014>.

Troxell, H. C., 1936., The diurnal fluctuation in the ground-water and flow of the Santa Ana river and its meaning. *Transactions, American Geophysical Union*. Vol. 17, No. 4, 496-504.

Tschinkel, H. M., 1963., Short-term fluctuation in streamflow as related to evaporation and transpiration, *Journal of Geophysical Research*. Vol. 68, No. 24, 6459-6469.

White, W. N., 1932., Method of estimating groundwater supplies based on discharge by plants and evaporation from soil – results of investigation in Escalante Valley, Utah – U.S. Geological Survey. *Water Supply Paper 659-A*., pp 1-105.

## **A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények**

### **Cikk**

#### **Idegen nyelvű, lektorált külföldi folyóiratban**

[1] Szilágyi, J., Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., On diurnal riparian zone groundwater-level and streamflow fluctuations. *Journal of Hydrology*, 349: doi:10.1016/j.jhydrol.2007.09.014, 1–5, 2008.

[2] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Szilágyi, J., Kucsara, M., Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations. *Journal of Hydrology*, 349: doi:10.1016/j.jhydrol.2007.10.049, 6–17, 2008c.

#### **Magyar nyelvű, lektorált szakfolyóiratban**

[3] Gribovszki Z., Kalicz P., Szilágyi J., Kucsara M., Vízfolyás menti területek evapotranszpirációjának becslése a talajvízszintek napi periódusú változása alapján [Calculation of riparian evapotranspiration on the basis of diurnal groundwater fluctuation]. *Hidrológiai Közlöny*, 88(4):5–17, 2008.

[4] Gribovszki Z., Kalicz P., Szilágyi J., Napi periódusú változás a hidrológiai jellemzőkben [Diurnal fluctuation of hydrological variables]. *Hidrológiai Közlöny*, 89. évf. 2. szám, 2009. március-április., p. 23-37.

### **Konferencia kiadvány**

#### **Idegen nyelvű, konferencia kiadványban**

[5] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Interactions between riparian alder dominated ecosystems and groundwater sustained baseflow in a small catchment scale. Oral presentation, In. *International Multidisciplinary Conference on Hydrology and Ecology: The Groundwater/Ecology Connection*, Karlovy-Vary, Czech Republic, 11-14 September 2006., Conference proceeding p. 61-65. and Conference CD. pp. 8.

#### **Magyar nyelvű, konferencia kiadványban (teljes terjedelemben)**

[6] Gribovszki Z., Evapotranszpiráció hatása a lefolyás napi ritmusára erdészeti kisvízgyűjtőkön [Evapotranspiration impact on streamflow diurnal pattern in forest covered catchments]. Előadás, 2003. Évi Erdő-klíma konferencia, Bakonybél, 2003. Június 5-6., *Erdő és Klíma IV. kötet*, pages 171–183, 2004.

[7] Gribovszki Z., Kalicz P., Kucsara M., Klimatikus és hidrológiai hatások tükröződése az erdei patakok alapvízhozamában [Climatic and hydrological impacts in baseflow of forest streams]. Előadás a Magyar Hidrológia Társaság XXII. Országos Vándorgyűlés, Felkészülés az EU tagságra a vízgazdálkodás területén című tudományos konferenciá-



ján, 6. SZEKCIÓ Az EU csatlakozás várható hatásai a területi vízgazdálkodásra. Keszthely, 2004. július 7-8., In: A hidrológiai társaság 2004. évi Vándorgyűlésének CD kiadványa, pp 8.

[8] Gribovszki Z., Kalicz P., Felszínközeli talajvíz és az evapotranszpiráció kapcsolata erdőterületeken [Relationship between shallow groundwater table and evapotranspiration in forested land]. Előadás. Alföldi Erdőkért Egyesület, Kutatói Nap 2008. Szeged. November 6. Nyomatatásban: Alföldi Erdőkért Egyesület, Kutatói Nap 2008. kiadványa. p. 34-47.

## **További tudományos közlemények (a dolgozat témájában)**

### **Diplomamunka**

[9] Gribovszki Z., Erdei patakok alapvízhozamának rövid periódusidejű változása [Short term fluctuation of forest stream baseflow]. Diplomamunka, Vízkészletfeltárásvízrajz szak, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, p. 57, 2002.

### **Cikk**

#### **Idegen nyelvű, lektorált külföldi folyóiratban**

[10] Szilágyi, J., Gribovszki, Z., Kalicz, P., Estimation of catchment-scale evapotranspiration from baseflow recession data: Numerical model and practical application results. Journal of Hydrology, Volume 336, Issues 1-2, 30 March 2007, Pages 206-217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.01.004>

#### **Idegen nyelvű, lektorált hazai folyóiratban**

[11] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Streamflow characteristics of two forested catchments in Sopron Hills. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 2:81–92, 2006. URL <http://aslh.nyme.hu/>.

[12] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Szilágyi, J., Vig, P., Evapotranspiration calculation on the basis of the riparian zone water balance. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 4:95–106, 2008. URL <http://aslh.nyme.hu/>.

### **Konferencia kiadvány**

#### **Idegen nyelvű, konferencia kiadványban (teljes terjedelemben)**

[13] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Runoff characteristics of small catchments. Zólyom, Szlovákia, 2004. szeptember 16-17. In: Forest Constructions and Ameliora-

tions in Relation to the Natural Environment - Collection of papers of international scientific conference. Technical University in Zvolen. 2004. pp. 48-52.

[14] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Preklet, E., Analysis of headwater stream baseflow Pattern. Prága, Csehország, 2005. szeptember 15-16. In: Construction and Landscape International Scientific Conference - Collection of papers of international scientific conference (CD). Chec University of Agriculture Prague. 2005. pp. 31-37.

[15] Gribovszki, Z., Kalicz P., Kucsara, M., Riparian vegetation impact on water resources in short time scale. Oral presentation, In. Present and Future in Forest Opening Up and Hydrology (International Scientific Conference), Sopron, Hungary, 21-22 September 2006., Conference CD. pp. 11., Proceedings of the International Science Conference p. 149-159.

#### **Magyar nyelvű, konferencia kiadványban (teljes terjedelemben)**

[16] Gribovszki Z., Kalicz P., Kucsara M., Víg P., Evapotranszspiráció számítása a patakmenti zóna talajvízmérlegéből [Calculation of evapotranspiration from the riparian zone water balance]. Előadás: In. 2006. Évi Erdő-klíma konferencia, Mátrafüred, 2006. október 25-27., Nyomtatásban: In Erdő és Klíma V. kötet. NYME Sopron 2007. p. 361-374.

#### **Idegen nyelvű, konferencia kiadványban (1-2 oldalas absztrakt formájában)**

[17] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Analysis of forest stream discharge diurnal fluctuation, Poster presentation, In. *European Geophysical Society XXVII. General assembly*, Hydrological Sciences session, NH13 sub-session. Nice, France, 21-26 April 2002. Printed in. Confenece abstract. CD.

[18] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Streamflow variation of forest covered catchments. Oral presentation, In *European Geophysical Society XXVIII. Joint assembly*, Hydrological Sciences session, HS20 sub-session. Nice, France, 6-11. april 2003.

[19] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Vegetation influences on headwater stream baseflow diurnal fluctuation. Poster presentation, In. European Geosciences Union 1st General Assembly. Nice, France, 2004. Hydrological Sciences session, HS11 sub-session: Climate-soil-vegetation dynamics and their impacts on water balance and hydrological extremes., 25-30. april 2004.

[20] Gribovszki, Z., Koppán, A., Kalicz P., Papai I., Vig, P., The effects of meteorological and geophysical parameters on the short time fluctuations of eco-hydrological phenomena. Poster presentation, In. European Geosciences Union 1st General Assembly. Nice, France, 2004. Hydrological Sciences (HS) session NP3.01 sub-session: Scaling and Nonlinearity in the Hydrological Cycle Hydrological Sciences, 25-30. april 2004.

[21] Gribovszki, Z., Gyimóthy, G., Kalicz, P., Kucsara, M., Vig, P., Evapotranspiration determination from observing diurnal cycles of groundwater level and streamflow in a headwater basin. Poster presentation, In. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 2005. Hydrological Sciences (HS) session HS17 sub-session, Ecohydrology of riparian zones and floodplains, 24-29. april 2005.

[22] Gribovszki Z., Kalicz P., Kucsara M., Vegetation effect on riparian aquifer groundwater level and stream baseflow. Poster presentation, In. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 2006. Hydrological Sciences (HS) session, HS7: Climate-soil-vegetation dynamics and their impacts on water balance and hydrological extremes, 2-8. april 2006.

[23] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara M., A new method for calculation of riparian forest evapotranspiration. Oral presentation, In. IV. International Conference of Young Scientists Forest of Eurasia – Hungarian Forest, Section 5. Soil science, Forestry. Sopron, July 4-9, 2006, Collection of papers of international scientific conference. University of West Hungary. 2006. p. 137-138.

[24] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Szilágyi, J., Estimation of riparian zone evapotranspiration from diurnal groundwater patterns. Poster presentation, In. European Geosciences Union - General Assembly, Vienna, 2007. Hydrological Sciences (HS) session, HS32 - Climate-soil and vegetation interactions, April 16-20, 2007

[25] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M., Calculation of riparian evapotranspiration from diurnal patterns of groundwater level and baseflow. Landscape management – Present and future international scientific conference, Bruno-Krtiny, Czech republic, 13-14 September 2007. Conference abstracts proceeding p. 8. ISBN 978-80-7375-084-8

[26] Gribovszki, Z., Kalicz, P., Szilágyi, J., Kucsara, M., Calculation of riparian evapotranspiration from diurnal rhythm of groundwater level and baseflow. Poster presentation, In. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Hydrological Sciences (HS) session, HS7.3 sub-session, page Conference CD, 2008b.

### **Magyar nyelvű, konferencia kiadványban (1-2 oldalas absztrakt formájában)**

[27] Gribovszki Z., Kalicz P., Erdei patakok alapvízhozamának elemzése idősor analízissel [Time series analysis of forest stream baseflow]. Alkalmazott matematika és mechanika tudományos konferencia kiadványa, Sopron, 2001. november 23., pages 30–32, 2001.

[28] Gribovszki Z., Kalicz P., Preklet E., Felső vízgyűjtők hidrológiai idősorainak vizsgálata spektrál analízissel [Spectral analysis of hydrological time series of upper watersheds]. Előadás: In VIII. Geomatematikai Anket, Szeged, 2003. Május 6-7.

[29] Kalicz P., Gribovszki Z., Kucsara M., Vig P., A vegetáció hatása a felső vízgyűjtők patakjainak alapvízhozam mintázatára [Effects of the vegetation on baseflow pattern of upper watersheds' stream]. Poszter, XLVI. Hidrobiológus napok "Szélsőséges körülmények hatása vizeink élővilágára", "Magyarország kisvízfolyásainak ökológiai viszo-

nyai", Tihany, 2004. október 6-8. Hidrológiai Közlöny, 85 (6. szám, 2005. November-December.):50–52, 2005.

[30] Gribovszki Z., Kalicz P., Kukléta K., Lovász Á., Storcz Cs., Tóth A., A vízfolyásmenti vegetáció hatása a talajvízre és a vízfolyások alapvízhozamára [Vegetation effect on groundwater and stream baseflow]. Hidrológiai Közlöny, Hidrobiológus napok "Európai elvárások és a hazai hidrobiológia", Tihany, 2006. október 4-6., 87(6):39–40, 2007.

[31] Gribovszki Z., Kalicz P., Kucsara M., Evapotranszpiráció számítása a talajvízszintek és a vízfolyások alapvízhozamának napi periódusú szignáljából [Estimation of evapotranspiration from diurnal patterns of groundwater level and stream baseflow]. NYME, EMK Tudományos tanácskozás, 2007.12.11. Nyomtatásban: Tudományos tanácskozás kiadványa. p. 58-60.

[32] Gribovszki Z., Evapotranszpiráció számítása a vízfolyásmenti zóna napi periódusú dinamikája alapján [Evapotranspiration estimation on the basis of riparian zone diurnal groundwater dynamics]. III. Regionális Természettudományi Konferencia, Szombathely, 2008. január 31., Nyomtatásban: Konferencia Absztrakt Kötet p. 30-31.

#### **A témában leadott kutatási zárójelentések**

[33] Szodfridt I., Kucsara M., Vig P., Gribovszki Z., Erdővel borított vízgyűjtő vízháztartása [Water budget of a forest covered catchment], 016098 sz. OTKA kutatási zárójelentés (1995-98), 1999.

[34] Szodfridt I., Kucsara M., Vig P., Gribovszki Z., Kalicz P., Erdővel borított vízgyűjtő klimatikus és hidrológiai sajátosságai [Climatic and hydrological characteristics of a forest covered catchment], T 030632 sz. OTKA kutatási zárójelentés (1999-2002), 2003.

[35] Gribovszki Z., Kalicz P., Koppán A., Erdősült kisvízgyűjtők hidrológiai és vízminőségi jellemzői [Hydrological and water quality aspects of small forested catchments]. F 046720 sz. OTKA kutatási zárójelentés (2004-2007), 2008.

[36] Kucsara M., Gribovszki Z., Kalicz P., Az erdészeti vízgazdálkodás fejlesztése [Development of forest management], Kutatási Zárójelentés az ERFARET program, Az Erdőgazdálkodás Műszaki Fejlesztése alprogramjához (2005-2008), 2008.