

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

HIDROLÓGIAI FOLYAMATOK MODELLEZÉSE
A SOPRON MELLETTI HIDEGVÍZ-VÖLGYBEN
DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Kalicz Péter

Sopron, 2006

Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
Geokörnyezettudomány Program
Témavezetők: Dr. Kucsara Mihály PhD egyetemi docens és
Dr. Veress Márton DSc egyetemi tanár

Bevezetés és célkitűzés

A kisvízgyűjtők hidrológiai szempontból a behatásokra gyorsan reagáló érzékeny rendszerek. A csapadék eseménnyel szinte egyidőben növekszik vízfolyásuk vízhozama, s még a növényi párologtatás intenzitásának változásai is kimutathatók a mérési adatsorokat elemezve. A gyors változások miatt a kisvízgyűjtőket nagy időbeli felbontással célszerű vizsgálni. A lejátszódó folyamatok összetettek, ezért törekedni kell arra, hogy minél hosszabb megfigyelési időszakok álljanak a modellező rendelkezésére. Ez a kettős feltételrendszer jól dokumentált kísérleti vízgyűjtők működtetésével teljesíthető. A gyors változások megfigyelése miatt alkalmazandó nagy adatgyűjtési frekvencia, a több éves adatsorok nagy adattömeget eredményeznek, melyek elemzése, kezelése csak megfelelő eszközökkel lehetséges.

A Soproni-hegységben eredő Rák-patak felső vízgyűjtőjén, a Hidegvölgyben, az 1980-as évek elejétől fokozatosan kiépült egy teljesen erdő borította kísérleti kisvízgyűjtő. Létrehozója és működtetője a Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézeti Tanszéke. A lehatárolt területen az Erdőmérnöki Kar több tanszéke is végez a hidrológiai vizsgálatokhoz szorosan, vagy csak érintőlegesen kapcsolódó megfigyeléseket.

A völgyben két nagyságrendben folynak vizsgálatok, de a szerző csak a kisebb (1 km^2 alatti) nagyságrendbe tartozó, szomszédos farkas- és vadkanárok vízgyűjtőkön regisztrált adatsorokkal dolgozott. A dolgozat célja a fent említett két szélsőség – a kis- és nagyvizek – leírása, tudományos igényű jellemzése. A vízhozam változása a vízgyűjtőn lezajló folyamatok eredője. Segítségével kimutathatjuk az erdővel borított vízgyűjtőn lezajló kis léptékű, természetes vízháztartási folyamatok jellemzőit, illetve az esetleges emberi eredetű változások hatásait.

A szerző igyekszik feltárni a patakmenti ökoszisztéma biológiai és a hidrológiai folyamatai között fennálló kapcsolatot, illetve ennek egyik fontos részterületét; a vegetáció és vízfelhasználásának hatását a vízgyűjtő vízmérlégére.

A digitális adatgyűjtés robbanásszerű fejlődésének köszönhetően a kísérleti terület létesítése óta egyre modernebb eszközökkel dolgozhatott a szerző. Ennek a korszerűsítési folyamatnak egyik mérföldköve a nagy frekvenciával

megfigyeléseket végző vízszint érzékelő szenzorok telepítése. Az ezek által előállított adattömeget kezelő keretrendszer, és adatfeldolgozási metodika kialakítása a dolgozat másik fontos célkitűzése.

Az eredmények minél szélesebb körben és a személyi számítógépektől eltérő architektúrára is adaptálhatóvá tétele érdekében a szerző e feladatokat nem nehezen, illetve drágán beszerezhető programokkal oldja meg, hanem *szabad szoftverek* segítségével, hogy az eredmények és a módszerek bárki által hozzáférhetőek, reprodukálhatóak legyenek.

A hidegvíz-völgyi kutatási terület két részvízgyűjtőjén – a 62 ha-os Farkas- és a 92 ha területű Vadkan-árkon – acél bukóládákba helyezett nyomás-elven működő érzékelők rögzítik a vízszint-adatokat. Ezeket a trapéz-szelvényű bukókra készített tapasztalati vízhozamgörbék segítségével a szerző vízhozam-idősorokká transzformálta. A vízhozam-idősorokon a csapadék keltette árhullámokon túl egy szabályos, napi változás tapasztalható. Ez a napi ritmus a vegetációs időszakban a növények párologtatása miatt alakul ki.

A közelben található Hidegvíz-völgyi Hidrometeorológiai Mérőállomás csapadékmérőin rögzített csapadék-idősor segítségével a vízhozam idősorok felbonthatók egymást követő árhullámokra és kiürülési időszakokra, melyeken jól tanulmányozhatók a vegetáció hatásai.

Tézisek

- I. A szerző kifejlesztett egy, az R szabadon terjeszthető objektum-orientált adatfeldolgozó szoftver idősor objektum osztályain nyugvó adatrendszert, amely a hidegvíz-völgyi kutatási terület folyamatosan gyűlő mérési eredményeinek keretrendszerét adja.

Az adatrendszeren alapuló, grafikus kontrollt tartalmazó előfeldolgozási eljárás lehetővé teszi a hibák könnyebb javítását. A szerző algoritmusokat dolgozott ki a többféle adat hatékony együttes kezelésére.

Kidolgozta az árhullámok csapadékeseményen alapuló nyilvántartási rendszerét, amely segítségével azok a dokumentumokba egyszerűen beilleszthetők.

A szerző által fejlesztett szoftvereszközök segítségével javult az adatfeldolgozás hatékonysága, így lehetővé vált a kutatási területen újabb

nagyfrekvenciájú adatgyűjtők üzembe helyezése.

Ebben a keretrendszerben az adatok konverziója nélkül lehetőség nyílik a dolgozatban bemutatott elemzések, vizsgálatok elvégzésére.

- II. A szerző több módszerrel elemezte a vizsgált kisvízgyűjtőkön mért árhullámok lecsengő ágát. Megállapította, hogy a vízhozam idősorok deriváltjait használó eljárások a zaj miatt a nyers adatokon nem alkalmazhatók.

A bukók kádjaiban lengő víz okozta hibát simítási módszerek alkalmazásával eltávolította az adatsorokból. További javulást ért el az adatsorok feldolgozásánál az irodalomból megismert változó időlépést alkalmazó feldolgozási módszer segítségével.

A lineáris tározó modell segítségével meghatározta a vízgyűjtőben az átlagos tartózkodási időt, amely segítségével becsülte a vízgyűjtőre jellemző szivárgási tényezőt.

- III. Több módszer alkalmazásával szeparálta a vízhozam adatsort. Megállapította, hogy a hidrológiában árhullám szeparálásra használt egyparaméteres digitális filter a nagyfelbontású adatokon változtatás nélkül nem alkalmazható. A módszer továbbfejlesztését az idősor napi újramintavételezésével kísérte meg.

A szeparált vízhozam adatsorok alapján megvizsgálta a vízgyűjtőkben a lefolyási hányad változásait.

- IV. Az alapvízhozam napi periodicitású hullámzását spektrális analízissel összetevőire bontotta. A kiszámított periodogramok alapján meghatározta a napi ritmus összetevőit.

Kimutatta, hogy a napi ritmust elsődlegesen meghatározó egy napos frekvencia mellett még szignifikánsan jelen van egy fél napos összetevő is. A magasabb felharmonikusok a hullám kialakításában nem játszanak jelentős szerepet.

Más adatokkal összevetve megállapította, hogy a Farkas- és Vadkanárookban a napi vízhozam változás elsődleges kiváltója a patak menti növényzet párologtatása.

V. A szerző meghatározta az evapotranszspiráció okozta hiányzó vízhozamot az irodalomból ismert és általa továbbfejlesztett módszer segítségével.

Az energiamérlegen alapuló modellel számított evapotranszspiráció értékeket összevetette a hiányzó vízhozam adatsorokkal. Keresztkorreláció alkalmazásával meghatározta az időeltolódást a két adatsor között.

A maximális keresztkorrelációba tolt adatpárok sztochasztikus összefüggését lineáris regresszió segítségével számszerűsítette. Az elemzés alapján becsülhető a patak vízhozam változását közvetlenül okozó növényzóna területi kiterjedése.

Publikációs jegyzék

Lektorált folyóirat cikkek

SZILÁGYI JÓZSEF – GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER: Estimation of catchment-scale evapotranspiration from baseflow recession data: numerical model and practical application results [Vízgyűjtő-szintű evapotranspiráció becslése az alapvízhozam kiürülési görbéből: numerikus modell és gyakorlati alkalmazás eredményei]. *Journal of Hydrology*, 2006. Közlésre elfogadva. doi: 10.1016/j.jhydrol.2007.01.004

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Streamflow Characteristics of Two Forested Catchments in Sopron Hills [A Soproni-hegység két erdőszült vízgyűjtőjének lefolyási jellemzői]. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* Vol. 2, 2006. pp. 81-92.

Lektorált kiadványban megjelent előadások

KALICZ PÉTER: A lefolyás jellemzői és modellezésük két erdészeti kisvízgyűjtőn. IV. Erdő-Klíma konferencia, Bakonybél. 2003. június 4–6. In: *Mátyás Csaba – Vig Péter (eds): Erdő és Klíma IV. kötet*, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 2004. pp. 185-195

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – GYÖRGY KATALIN – KALICZ PÉTER – KISS KATALIN ANITA – PINTÉR BORBÁLA: A Rák-patak felső vízgyűjtőjének (Soproni-hegység, Hidegvíz-völgy) komplex vizsgálata az EU VKI alapján. Poszter, XLVI. Hidrobiológus napok, Szélsőséges körülmények hatása vizeink élővilágára, Magyarország kisvízfolyásainak ökológiai viszonyai, Tihany, 2004. október 6-8. In: *Hidrológiai Közlöny*, 85. évf. 6. szám, 2005. November-December., XLVI. Hidrobiológus Napok, Tihany, 2004 október 6-8., pp. 40-42.

KALICZ PÉTER – GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KUCSARA MIHÁLY – VIG PÉTER: A vegetáció hatása a felső vízgyűjtők patakjainak alvízhozam mintázatára. Poszter XLVI. Hidrobiológus napok Szélsőséges körülmények hatása vizeink élővilágára Magyarország kisvízfolyásainak ökológiai viszonya, Tihany,

2004. október 6-8. In: *Hidrológiai Közlöny*, 85. évf. 6. szám, 2005. November-December., XLVI. Hidrobiológus Napok, Tihany, 2004 október 6-8., pp. 50-52

KALICZ PÉTER: A geoinformatika alkalmazása a hidrológiában. TDK előadás Sopron 1998. In: *Vízgyűjtővizsgálat szabad szoftverekkel. Soproni Műhely – A Soproni Egyetem lapja*, 15. szám 1999. december. pp. 2-5.

Kiadványban megjelent előadások

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Riparian vegetation impact on water resources in short time scale [A vízparti vegetáció kis időléptékű hatása a vízkészletekre]. In. Present and Future in Forest Opening Up and Hydrology (International Scientific Conference), Sopron, Hungary, 21-22 September 2006. Conference proceedings pp. 149-159. and Conference CD. pp. 11.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Interactions between riparian alder dominated ecosystems and groundwater sustained baseflow in a small catchment scale [A patakparti égeres ökoszisztémák és a talajvízből táplálkozó alapvízhozam egymásrahatása kisvízgyűjtőkben]. Oral presentation, In. International Multidisciplinary Conference on Hydrology and Ecology: The Groundwater / Ecology Connection, Karlovy-Vary, Czech Republic, 11-14 September 2006., Conference proceedings pp. 61-64. and Conference CD. p. 8.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: A new method for calculation of riparian forest evapotranspiration [A patakmenti erdők evapotranszpirációjának új számítási módszere]. Oral presentation, In. Forest of Eurasia Hungarian Forest IV. International Conference of Young Scientists, Section 5. Soil science, Forestry. Sopron, July 4-9, 2006, Collection of papers of international scientific conference. University of West Hungary. 2006. pp. 137-138.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY – PREKLET EDINA: Analysis of Headwater Stream Baseflow Pattern [Felső patakszakaszok alapvízhozamának jellemzői]. 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.
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Runoff Characteristics of Small Catchments [Kisvízgyűjtők lefolyási jellemzői]. Zólyom, Szlovákia, 2004. szeptember 16-17. In: *Forest Constructions and Ameliorations in Relation to the Natural Environment* – Collection of papers of international scientific conference. Technical University in Zvolen. 2004. pp. 48-52.
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Klimatikus és hidrológiai hatások tükröződése az erdei patakok alapvízhozamában. Előadás a Magyar Hidrológia Társaság XXII. Országos Vándorgyűlés, Felkészülés az EU tagságra a vízgazdálkodás területén című tudományos konferenciáján, 6. szekció Az EU csatlakozás várható hatásai a területi vízgazdálkodásra. Keszthely, 2004. július 7-8., In: A hidrológiai társaság 2004. évi Vándorgyűlésének CD kiadványa.
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Erdővel borított kisvízgyűjtők lefolyási jellemzői. Magyar Hidrológia Társaság XXI. Országos Vándorgyűlés tudományos konferenciája, Szolnok, 2003. július 3. In: *XXI. Országos Vándorgyűlés kiadványa*, Szolnok, 2003.
- KALICZ PÉTER: A lefolyási folyamatok és modellezésük erdészeti kisvízgyűjtőn. MTA Erdészeti és Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Bizottságainak együttes ülése. 2003. május 21. In: *Erdészeti hidrológiai kutatások Sopronban*. Az MTA Agrártudományok Osztálya Erdészeti Bizottságának és Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Bizottságának együttes ülése. Nyugat-Magyarországi Egyetem, 2003. május 21.
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Műszaki hidrológia az erdőgazdálkodásban. X. Woodtech Erdészeti Szakmai Konferencia, Erdőgazdálkodás műszaki színvonalának emelése szekció, Sopron, 2002. szeptember 12. In: *X. Woodtech Erdészeti Szakmai Konferencia kiadványa*, Sopron, 2002.
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Erdősült felső vízgyűjtők vízhozamának napi változása. GEO 2002 - Magyar Földtudo-

mányi Szakemberek VI. Világtalálkozója, Földrajztudományi Szekció, Sopron, 2002. augusztus 21–25. In: *GEO 2002 – Magyar Földtudományi Szakemberek VI. Világtalálkozója* kiadványa, Sopron, 2002.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER: Erdei patakok alapvízhozamának elemzése idősor analízissel (a soproni-hegységben eredő farkas-árok patak példáján). A magyar tudomány napja 2001, Alkalmazott matematika és mechanika tudományos konferencia, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 2001. november 23. In: *Alkalmazott matematika és mechanika tudományos konferencia* kiadványa, Sopron, 2001.

Elektronikus kivonat gyűjteményben megjelent előadások

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY – VIG PÉTER: Forest Hydrological Experimental Catchment of the Eastern border of the Alps [Erdszeti hidrológiai kísérleti vízgyűjtő az alpok keleti lábánál]. Poster presentation, In. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 2006. Hydrological Sciences (HS) session, HS6: Experimental River Basins, 2-8. april 2006.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: Vegetation effect on riparian aquifer groundwater level and stream baseflow [A vegetáció vízpartok talajvízszintjére és a patak alapvízhozamára gyakorolt hatása]. 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.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – GYIMÓTHY GÉZA – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY – VIG PÉTER: Evapotranspiration determination from observing diurnal cycles of groundwater level and streamflow in a headwater basin [Evapotranspiráció meghatározása egy felső vízgyűjtőn a talajvíz és a patakvíz napi változásából]. Poster presentation, In. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 2005. Hydrological Sciences (HS) session HS17 subsession, Ecohydrology of riparian zones and floodplains, 24-29. april 2005.

KISS KATALIN ANITA – GRIBOVSKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER: Rainfall interception by forest canopy and forest litter in three different forest ecosystems at the eastern border of the Alps [Korona- és avarintercepció három különböző erdei ökoszisztémában az Alpok keleti határán]. Poster presentation, In: European Geosciences Union General Assembly. Vienna, 2005. Hydrological Sciences (HS) session HS28 subsession, Climate-soil-vegetation dynamics and their impacts on water balance and hydrological extremes, 24-29. april 2005.

GRIBOVSKI ZOLTÁN – KOPPÁN ANDRÁS – EPERNÉ PÁPAI ILDIKÓ – KALICZ PÉTER – VIG PÉTER: The effects of meteorological and geophysical parameters on the short time fluctuations of eco-hydrological phenomena [Meteorológiai és geofizikai paraméterek hatása a rövidtávú öko-hidrológiai jelenségekre]. Nizza, Franciaország, 2004. április 25–30. In: *Geophysical Research Abstracts* EGU General Assembly, Volume 6. 2004. ISSN: 1029-7006 EGU04-A-04788

KISS KATALIN ANITA – GRIBOVSKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER: Forest litter interception investigations in three different forest ecosystems [Avarintercepció vizsgálata három különböző erdei ökoszisztémában]. Hydrological Sciences session, Climate-soil-vegetation dynamics and their impacts on water balance and hydrological extremes subsession. Nizza, Franciaország, 2004. április 25–30. In: *Geophysical Research Abstracts* EGU General Assembly, Volume 6. 2004. ISSN: 1029-7006 EGU04-A-04765

GRIBOVSKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUČSARA MIHÁLY: Vegetation influence on headwater stream baseflow diurnal pattern [A vegetáció hatása a felső vízgyűjtők patakjainak alapvízhozamára]. 1st General Assembly, Hydrological Sciences session, Climate-soil-vegetation dynamics and their impacts on water balance and hydrological extremes subsession. Nizza, Franciaország, 2004. április 25–30. In: *Geophysical Research Abstracts* EGU General Assembly, Volume 6. 2004. ISSN: 1029-7006 EGU04-A-00984;

GRIBOVSKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUČSARA MIHÁLY: Streamflow variation of forest covered catchments [Erdősült vízgyűjtők patakjainak vízhozamának változásai]. EGS–EGU–EUG Joint Assembly, Hydrological Sciences session, Climate-soil-vegetation interactions and controls on analysis and modelling of hydrological extremes (floods and droughts) subsession.

- Nizza, Franciaország, 2003. április 6–11. In: *Geophysical Research Abstracts* EGS–EGU–EUG Joint Assembly, Volume 5. 2003.
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER: Analysis of headwater stream sediment parameters [Felső vízgyűjtők hordalékszállítási paramétereinek vizsgálata]. EGS–EGU–EUG Joint Assembly. Hydrological Sciences session, Physical and biological processes and controls in runoff, land degradation and sediment yield for hillslopes and river basins sub-session. Nizza, Franciaország, 2003. április 6–11. In: *Geophysical Research Abstracts* EGS–AGU–EUG Joint Assembly. Volume 5. 2003.
- KISS KATALIN ANITA – GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER: Diurnal changes of streamflow physico-chemical parameters [Patakvizek fiziko-kémiai paramétereinek napi változása]. EGS–EGU–EUG Joint Assembly. Hydrological Sciences session, Natural and Applied Tracers in Catchment Studies sub-session. Nizza, Franciaország, 2003. április 6–11. In: *Geophysical Research Abstracts* EGS–AGU–EUG Joint Assembly. Volume 5. 2003.
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KONTUR ISTVÁN – KUCSARA MIHÁLY: Analysis of forest stream discharge diurnal fluctuation [Erdei patak-vízhozam napi változásának vizsgálata]. European Geophysical Society 27th General Assembly, Hydrological Sciences session, Climate-soil-vegetation interactions and their impact on hydrological extremes sub-session. Nizza, Franciaország, 2002. április 21–26. In: *Geophysical Research Abstracts* European Geophysical Society 27th General Assembly, Volume 4. 2002.

Egyéb nyomtatásban nem megjelent előadás

- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KISS KATALIN ANITA – KUCSARA MIHÁLY: Erdei vizek hidrológiai jellemzőinek napi ritmusa. Előadás a Magyar Hidrológia Társaság Soproni Területi Szervezetének ülésén. 2003. november 18. METESZ Székház, Sopron
- GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – PREKLET EDINA: Felső vízgyűjtők hidrológiai idősorainak vizsgálata spektrál analízissel. VIII. Geomatikai Anket, Szeged, 2003. május 6–7.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY : Problémák és feladatok az erdészeti hidrológiában. Előadás a Magyar Hidrológia Társaság Soproni Területi Szervezetének ülésén. 2002. november 19. METESZ Székház, Sopron

KALICZ PÉTER : Térinformatikai lehetőségek az erdészeti hidrológiában. 2001. december 4. Előadás a Magyar Hidrológia Társaság Soproni Terület i Szervezetének ülésén. METESZ Székház, Sopron

KALICZ PÉTER : Niederschlag und Interzeption [Csapadék és intercepció]. Előadás. Freiburg, 2001. szeptember

KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY : Csapadék-lefolyás kapcsolat modellezése. MTA Agrár-Műszaki Bizottság XXV. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás 2001. január

KALICZ PÉTER : Hidrológiai folyamatok modellezése. Ma diákjai – a jövő tudósai konferencia, 2000. november 6.

Elektronikus publikációk

DO DUC DUNG – KHADA NANDA DULAL – BELAY MELKAMU GELETA – STEFFEN MAJAURA – NILS WIENBERG – UWE LEHMANN – KALICZ PÉTER – SOMOGYI PÉTER – KEVE GÁBOR : WWW based Collaborative Engineering in Hydrosience – Final www report of HW Team 1 [WWW alapú mérnöki együttműködés a hidrológiai tudományokban – Az 1. csoport záró www jelentése]. <http://hydroweb.bauinf.tu-cottbus.de/2001/Welcome.html> – IAHR-EGW Course Collaborative Engineering 2001.

A témához kötődő kutatási jelentések

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KIRÁLY ANGÉLA – KOPPÁN ANDRÁS : Az OTKA F 046720 sz. kutatás részjelentése, Sopron 2006. Elektronikus beszámoló.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY : RET részjelentés. Vízgazdálkodási fejezet. Sopron 2006. p. 10.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KIRÁLY ANGÉLA – KOPPÁN ANDRÁS: Az OTKA F 046720 sz. kutatás részjelentése, Sopron 2005. Elektronikus beszámoló.

GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY: RET részjelentés. Vízgazdálkodási fejezet. Sopron 2005. p. 2.

SZOTFRIDT ISTVÁN – GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY – VIG PÉTER: *Erdővel borított vízgyűjtő klimatikus és hidrológiai sajátosságai*. Az OTKA T 030632 sz. kutatás zárójelentése, Sopron 2003. p. 18.

KUCSARA MIHÁLY – GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER: *Természetes vizek állapotváltozásának megfigyelése erdőterületen*. A KAC közcélú „c” kerete által támogatott kutatási program zárójelentése, Sopron 2002. p. 27.

SZOTFRIDT ISTVÁN – GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER – KUCSARA MIHÁLY – VIG PÉTER: *Erdővel borított vízgyűjtő klimatikus és hidrológiai sajátosságai*. Az OTKA T 030632 sz. kutatás részjelentése, Sopron 2002. p. 18.