

SOPRONI EGYETEM

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATOK A KISKUNSÁGI
NEMZETI PARK MŰKÖDÉSI TERÜLETÉN LÉVŐ
ERDŐÁLLOMÁNYOK TERMÉSZETVÉDELMI
KEZELÉSÉHEZ**

Bolla Bence

Sopron

2017.

Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar
Geodéziai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori
Iskola
Természetvédelem doktori program (E6)
Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Faragó Sándor
Programvezető: Prof. Dr. Bartha Dénes
Témavezető: Dr. Kalicz Péter

1. Bevezetés

Magyarországon az Alföldfásítási Program, Nyár Program és a Fenyő Program jóvoltából az erdőszűlség a közel háromszorosára növekedett. A Trianoni békeszerződés utáni veszteségek pótlása nem kis erőfeszítésébe került az erdészszakembereknek. A fent említett fásítási programok, valamint kitartó, elhivatott szakmai munkának köszönhetően mára a Duna-Tisza köze lett az Alföld legerdősültebb része. A száraz, néhol szélsőségesen száraz termőhelyeken a homok megkötésére jobbára tájidegen fafajú célállományokat (erdei és fekete fenyveseket, akácosokat) hoztak létre. A Duna-Tisza közti homokháton lévő telepített tájidegen erdőállományokat több ízben érte kritika főleg a civil természetvédelem részéről. Az állami természetvédelmi kezelők árnyaltabban látják ugyanezt a kérdést, mivel több alföldi Nemzeti Park Igazgatóság is erdőgazdálkodást folytat ebben a térségben.

A Duna-Tisza közén az 1970-es évektől jelentős talajvízszint csökkenés állt be, melynek mértéke tovább növekszik napjainkban is. Az okok felkutatásával több szakember is fogalmozott érezve a téma fontosságát. A talajvízszint süllyedésének problémaköre rendkívül összetett. Több szakember a nem megfelelően ellenőrzött lakossági, kertészeti és mezőgazdasági vízkivételeket említi, mások a földgáz, palagáz kőolaj kutatása során elkövetett mélyfúrásokat, vagy a telepített homokhátsági erdőállományok leszárító hatásának tudják be a talajvízszint drasztikus süllyedését.

A természetvédelemi, vízügyi, mezőgazdasági és erdőgazdálkodási ágazatok szemszögéből nézve közös érdek az egyes erdőállományok vízháztartására irányuló kutatások megkezdése, valamint a vízforgalmi folyamatok megismerése és természetvédelmi kezelésbe való beillesztése. Minden ágazat szempontjából fontos, hogy tisztán lássuk az egyes erdőállományok térségi vízháztartásában betöltött szerepét.

A kutatás fő célja az volt, hogy információt kapjunk a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság működési területén lévő, saját vagyongazdálkodásban álló, homokhátsági erdőállományok vízháztartási viszonyairól és annak változásáról, többféle erdőállomány-típusban végzett vizsgálatok alapján.

A téma kutatása során a következő kérdéseket vizsgáltam:

- A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság működési területén jellemző erdőállományok milyen hatással lehetnek lokálisan talajvízszint alakulására?
- A kiválasztott lombos és tűlevelű erdőállományok, valamint a közvetlen közelükben lévő természetközeli gyepterületek vízforgalma hogyan alakul?
- A vizsgálati módszerek és a kutatás során elért eredmények hogyan építhetők be hosszútávon természetvédelmi kezelésben, valamint a Nemzeti Park Igazgatóság erdőgazdálkodásában?

2. Anyag és Módszer

2.1. Vizsgálati terület

Vizsgálataimat a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság működési területén lévő mintaterületeken végeztem. A kutatás két fő helyszíne a Bócsán kijelölt három erdőrészből és a Pusztaszeren kialakított két mintaterületből állt össze. Bócsán két elegyetlen, azonos korú és azonos technológiával létesített erdei fenyvest hazai nyáras faállományt vizsgáltam, a mellettük lévő tisztással együtt. Pusztaszeren egy sarj eredetű, idős akác és a közvetlen közelében elhelyezkedő gyepterület adta a kutatás másik fő helyszínét. A kunadacsi, bugaci és bócsai mintaterületeken a Nemzeti Park Igazgatóság csapadékmérő-hálózatának kialakítását, üzemeltetését folytatam.

A kiválasztott mintaterületek mindegyikén alapkutatásként megvizsgáltam a talajjellemzőket terepi felmérések és laboratóriumi körülmények között is. A Bócsán és Pusztaszeren gyűjtött talajvízmintákat a vizsgálati területek jellemzéséhez a terepen és laborban is megvizsgáltam. A kutatás mintaterületein felmértem a faállomány jellemző paramétereit, egészségügyi állapotát, a védett és egyéb jellemző fajok jelenlétét, valamint természetvédelmi helyzetét.

2.2. Alkalmazott módszerek

A *szabadterületi csapadékok* észlelését Hellmann-rendszerű csapadékmérő edények segítségével végeztem el a 2012. 03. 30-tól 2015. 03. 31-ig terjedő időszakban. Bócsán, Bugacon és Pusztaszeren végeztem a napi méréseket, Kunadacson és Balástyán külön észlelő volt a segítségemre.

Az *intercepció* és a *törzsi lefolyás* mérését a Bócsa 51 D erdőrészletben, egy elegyetlen erdei fenyvesben és egy elegyetlen szürke nyáras

(Bócsa 51 E) faállományban végeztem, 2012. 04. 04. és 2014. 10. 24. közötti időszakban. Kontroll-vizsgálataimat, a kiválasztott erdő-részletek közvetlen közelében lévő erdei tisztáson (Bócsa 51 T11 egyéb részletben) folytattam. A koronaintercepciót a vizsgált erdő-részletekben mintaterületenként, három darab, ~100 cm² mérőfelületű Hellmann-rendszerű csapadékmérő (egy a sorközben, egy sorban és egy záródáshiányos foltban kihelyezve, 1 m-es magasságban), húsz darab 280 cm² felületű tölcser (1x1 m-es kötésben kialakítva, 0,5 m-es magasságban), tíz darab 100 cm² felületű mérőedény (véletlenszerűen elhelyezve, vízszintesen a talajszintbe süllyesztve) segítségével végeztem el. A törzsi lefolyást az adott faállomány átmérő eloszlásának figyelembevételével, törzsgallérok segítségével mértem.

A *meteorológiai adatokat* (hőmérséklet, relatív páratartalom, szabadterületi csapadék, globálsugárzás, szélirány, szélsébség) Bócsa 51 T11 egyéb részletben létesített BOREAS Meteo Global HI meteorológiai mérőállomás segítségével óránkénti adatgyűjtések alapján észleltem, 2012. 01. 01-től 2015. 03. 31-ig.

A *talajvízszint*-adatokat a bócsai és a pusztaszeri mintaterületeken kialakított monitoring kutakban, a Dataqua, DA-LUB 222 nyomáshozondák és HYGR adatgyűjtők, valamint a Dataqua, DA-OP LED diódás, kézi vízszintmérő segítségével gyűjtöttem (óránkénti, illetve az adatgyűjtő meghibásodása esetén heti rendszerességgel), 2013. 11. 25-től 2015. 02. 02.-ig.

A *talajnedvesség*-adatokat kézi mérőműszer és automata mérőállomás segítségével gyűjtöttem. Három helyszínen, Bócsa 51 T11 tisztáson, mint kontrollterületen, valamint Bócsa 51 D erdei fenyvesben és Bócsa 51 E hazai nyáras erdő-részletekben. Az automatizált talajnedvesség méréseket az Onsetcomp által gyártott HOB0 MicroStation adatgyűjtővel és Decagon 10 HS talajnedvesség szenzorok (12 db.) alkalmazásával végeztem, mintaterületeként négy talajrétegben (0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm, 75-100 cm) 2013. 09. 01. és 2014. 05. 01. között. A talajnedvességet a TDR-rendszerű PT-1 digitális talajnedvesség-mérő egységgel 80 cm-es talajréteget lefedve, heti gyakorisággal mértem, 2013. 12. 31-től 2015. 03. 17-ig.

A *mintaterületek természetességét* β diverzitás, vagy fajazonossági vizsgálat (Raup és Crick 1979) alapján hasonlítottam össze. Vizsgálatomban a diverzitás mérőszámát az adott mintaterületen detektált védett fajok (100/2012. VM rendelet alapján) száma adta. A terüle-

tek közötti diverzitást, így fokozottan védett és védett fajokkal jellemeztem. A kijelölt mintaterületek azonos fajainak arányát a bináris adatokon alapuló Jaccard-féle fajazonossági index (Raup és Crick 1979) segítségével állapítottam meg.

2.3. Adatok feldolgozása

A kutatás során gyűjtött adatok feldolgozását az alábbiak szerint végeztem el:

- A kézi mérések (szabadterületi csapadék, lombkoronán áthulló csapadék, törzsi lefolyás, talajvízszint kézi észlelése, talajnedveség kézi adatgyűjtése) során keletkezett adatokat Microsoft Excel 2010 táblázatkezelő segítségével elemeztem. A táblázatkezelő szoftver segítségével történt az adatok szűrése és ábrázolása is.
- Az automatizált mérésekből keletkezett adatsorokat, a talajnedveség-adatok esetében a gyártó által kibocsájtott adatfeldolgozó szoftverek segítségével lehetett pontosítani, elemezni, viszont a meteorológiai- és a talajvízszint adatok kiértékeléséhez kiegészítő programok és a Microsoft Excel 2010 táblázatkezelő használatára volt szükség.
- Az bócsai és pusztaszeri mintaterületek vízforgalmát a vízház-tartási egyenlet (Szász és Tőkei 1997) és a White-féle módszer (White 1932, Loheide és mtsai 2005) segítségével vizsgáltam, a kutatás során keletkezett, majd előzetesen feldolgozott adatsorok felhasználásával.

3. Eredmények összefoglalása, tézisek

A kutatás három éve alatt megközelítőleg 354800 rekord gyűlt össze, ebből kézi méréssel 6137 rekord, automaták segítségével pedig 348663 rekord.

- A szabadterületi csapadék alakulása mintaterületenként változatosnak mondható, több esetben az átlagosnál több csapadék hullott éves szinten, de azok eloszlása nem mondható egyenletesnek. A mérési időszakban több alkalommal hosszú aszályos periódusok voltak megfigyelhetőek (pl.: 2014 júniusában). Az öt helyszínen gyűjtött, szabad területen mért csapadékesemények közül a legnagyobb 2013. március 31-én 60 mm Kunadacson került kimérésre.
- Az koronaintercepció átlagos értéke a bócsai mintaterületen lévő erdei fenyvesben 23% (2012-ben 22%, 2013-ban 24%, 2014-

ben 23%), a szürke nyáras állományban 19,2% volt 2012.03.30-tól 2015.03.31-ig terjedő mérési időszakon belül (2012-ben 18,5%, 2013-ban 20%, 2014-ben 19%). Az egymástól eltérő szakirodalmi adatok tükrében (Járó 1980: 16%, Gácsi 2000: 19,5%, Sitkey 2004: 25%) az erdei fenyőben általánosan kimutatott intercepciós veszteség értéke átlagosnál magasabbnak mondható. A szürke nyáras faállományban mért intercepciós értékek az átlagosnál alacsonyabbak, ami elsősorban a faállomány alacsonyabb záródásával, a törzsek gyenge minőségével, a laza ágszerkezettel és az elmaradt nevelő vágások miatt alászorult, majd kiszáradt faegyedek okozta lékek megjelenésével magyarázható. A szakirodalmi adatokkal (Járó 1980: 24%, Sitkey 2004: 23%) való összehasonlítás itt is kérdéses, mivel a korábbi közlések eltérő (sarj) eredetű, korú, valamint jobb fejlődésű faállományokra vonatkoznak.

– A törzsi lefolyás értéke (2012.03.30- és 2015.03.31. között) az erdei fenyvesben átlagosan 4% (2012-ben 1,5%, 2013-ban 4%, 2014-ben 2,5%), a szürke nyáras erdőrésztben 10% (2012-ben 8%, 2013-ban 12%, 2014-ben 10%) volt. A fenyő vastag, cserepes, nedvszívó kérgén alacsonyabb a törzsi lefolyás mértéke, míg a szürke nyár sima, jelentős részében vízelvezető kérgén nagyobb törzsi lefolyás volt mérhető. A törzsi lefolyás esetében is nehézkes a szakirodalmi adatokkal (Járó 1980, Gácsi 2000, Sitkey 2004) való összevetés, mivel a korábbi eredmények közzétevése során az állományi csapadékot nem bontották tovább áthulló csapadék- és törzsi lefolyásadatokra, vagy elhanyagolható mennyiségűnek tüntették fel.

– A Bócsán, 2012. 01. 01. és 2015. 03. 31. közötti időszakban mért meteorológiai adatok tekintetében általánosságban elmondhatjuk, hogy a sokéves átlagnak megfelelően alakulnak, de a mérési időszakban többször is a szélsőségek domináltak (2013 áprilisában és júliusában, illetve 2014 júniusában hosszú csapadékmentes időszakok voltak jellemzőek).

Az éves csapadékösszeg 2012-ben (420,6 mm) a sokéves átlag alattinak mondható, viszont a 2013-ban (599 mm) és 2014-ben (807,9 mm) mért csapadékok éves összege a megszokottnál jóval nagyobb volt. Aszályos időszakok 2012-ben március, július és augusztus, 2013-ban augusztus és 2014-ben március hónapokban voltak jellemzőek.

Több aszályveszély időszak is tapasztalható volt jellemzően a tavaszi és nyári hónapokban. A humid időszakok elrendeződése a 2012. és 2014. között igen heterogénnek mondható, ami csapadékesemények változatos eloszlásával magyarázható.

– A bócsai mintaterületen lévő paragkútban a talajvízszint átlagosan 3,06 m-es mélységben volt érzékelhető a közel másfél éves észlelési időszakban (2013. 11. 25. és 2015. 02. 02 között). Ez az átlagérték országos szinten mélynek mondható, de a homokhátsági viszonyokhoz képest mégis az általánosan elfogadott értékek közé tartozik. Gácsi 2000-ben leközölt Bugacon mért adataival és az Alsó-Duna-Völgyi Vízügyi Igazgatóság észleléseivel (Orgoványnon a 2014-ben 3,5 m, Bócsán 2014-ben 3,3 m volt a talajvízszint átlagos mélysége) összevetve ez az érték az átlagnak megfelelő.

A Pusztaszeren kialakított paragkútban a talajvízszint átlagosan 1,2 m-es mélységben volt az adatgyűjtés időszakában. A 1,2 m-es érték a Homokhátságon átlag feletti az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság 2014-es ópusztaszeri (2,8 m) és balástyai (2,9 m) méréseihez képest.

A talajvízszint-adatok elemzése során minden esetben kimutathatóak voltak a gyepek és az erdő közötti különbségek. Ezt alátámasztja, hogy az adatgyűjtési időszakban az erdőállományok alatt folyamatosan alacsonyabb talajvízszint volt jellemző. A bócsai mintaterületen lévő hazai nyáras és a pusztaszeri akácok faállományok a fejlett gyökérhálózatuk révén képesek elérni és felvenni vizet a mélyebben található talajrétegekből is. A vizsgált túlevelű faállomány gyökérzete számára a talajvízszint nem elérhető mélységben található, így inkább az egész évben fennálló intercepciós veszteségen keresztül van minimális hatással a talajvízszint alakulására.

– A bócsai és a pusztaszeri mintaterületeken jól kirajzolódott a gyepek (tisztás) és az erdő közötti különbség a talajnedvesség változását illetően. A tisztásokon mért nedvességtartalmak az egyes csapadékok hatását jól visszaadják, míg a faállománnyal borított mintaterületek esetében nem, vagy csak lassan követik a napi csapadékösszegek alakulását.

Hagyományos számítási módszerek segítségével a mintaterületek vízforgalmának vizsgálata során különbségek mutatkoztak a tisztások, a túlevelű és a lombos faállományok evapotranszpirációs

értékei között. A különbséget a fával nem borított területek és a három vizsgált erdőállomány között, a fásszárú vegetáció evapotranszpirációs értékei, valamint az intercepció veszteség jelentette. A fenyőállomány esetében ez az érték 51-82 mm (érték a talaj felső 80 cm-es rétegére vonatkoztatva), mivel sekélyebb gyökérszerve nem éri el a talajvízszintet. A túlevelű faállomány kizárólag a lehulló csapadékból származó, beszivárgó vízmennyiségből tudja a vizet felvenni.

A szürke nyáras és az akácos faállomány esetében az evapotranszpirációs érték a talaj felső 80 cm-es rétegére vonatkoztatva 61-67 mm és 40-47 mm, a 2014-es vegetációs időszakban (2014.03.31-től 2014.09.01-ig). Ám a lombos faállományok fejlett gyökérrendszerük révén a talajvízből, valamint harmatgyökeik segítségével a felső rétegekből is könnyen vízhez tudnak jutni.

– Természetvédelmi szempontból a vizsgált mintaterületek közül a bócsai szürke nyáras erdőrészlet bizonyult a legértékesebbnek, melyet a diverzitás vizsgálat eredménye is alátámasztott. A hazai nyáras faállomány több vizet használ fel a modellezett másik két élőhellyel szemben, de ha komplexen megvizsgáljuk az adott élőhelyeket, nem csak ökológiai, hanem a hosszú távú fenntarthatóság szempontjából is a szürke nyáras faállomány rendelkezik előnyösebb tulajdonságokkal.

– A természetvédelmi kezelői tevékenységek gyakorlása során az érzelmi alapú megközelítések helyett nagyobb teret kell adni a kutatásokkal alátámasztott szakmai eredmények felhasználásának, melyek a természetvédelmi kezelői érdekek is jól alátámaszthatnak. A helyi tudományos kutatási eredmények figyelembevétele, azok természetvédelmi kezelői nyilatkozatokba való beépítése fontos a tudományos alapú szakmai munka műveléséhez.

A kutatás eredményei alapján az értekezés tézisei az alábbiak:

1. A Szerző által kialakított és működtetett mérőhálózat alkalmas a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság működési területén történő hosszú távú hidrológiai vizsgálatok elvégzéséhez.

A szabadterületi csapadék monitorozására öt mintaterületen létesült Hellman-rendszerű mérőpont: Balástyán, Bócsán, Bugacon, Kunadacson és Pusztaszeren. Bócsán és Pusztaszeren összesen öt helyszínen automata talajvízszintmérő-rendszer került kialakításra. A bócsai kutatási területen belül: egy mintaterületen meteorológiai állomás, három mintaterületen automatizált talajnedvességzselő-rendszer kiépítése valósult meg. A jövőben a mérőhálózat fejlesztésével, illetve más hálózatokkal (ERTI, TAKI, ÖBKI, ATIVIZIG, ADUVIZIG) való összekapcsolásával mindenképpen alkalmas hosszú távú hiányt pótló vizsgálatok elvégzésére.

2. A faállományokban mért talajnedvesség értékek változásai egyértelműen a vegetációs időszakban tapasztalható fokozott növényi vízfogyasztáshoz köthetők.

A talaj nedvességtartalmának periodikus változásai a bócsai és a pusztaszerei mintaterületeken jól kirajzolódtak, a gyepek (tisztás) és az erdő közötti különbséget illetően. A kutatás során gyűjtött adatsorok alátámasztják, hogy vizsgált faállományok gyökérrendszerük segítségével több vizet képesek felvenni a talaj mélyebben elhelyezkedő (a lágyszárúak által már el nem érhető) rétegeiből, ezzel befolyásolva a beszívargó vizek mennyiségét. A lágyszárú vegetáció sekély gyökérzete révén a talaj felső 50 cm-es rétegének nedvességtartalmát befolyásolja, szemben a lombos fafajú erdőállományokkal, ahol a talajnedvesség értéke 75-100 cm-en is változhat negatív irányba a vegetációs időszakban.

A faállományokban és a gyepeken kialakított mintaterületeken hasonló volt a talajnedvesség-tartalom dinamikája, amely megállapítás meggyezik Hagyó 2009-ben közölt eredményeivel.

Az erdeifenyves talajnedvesség-tartalom dinamikája a felső két rétegben (0-25 cm, 25-50 cm) hasonlóan alakul Gácsai 1999-ben mért adatsorához. A mintaterületek mélyebb talajrétegeiben (50-75 cm, 75-100 cm) mért nedvességtartalmak kiegyenlítettebbek, inkább trendszerű változásokat mutatnak.

3. A talajvízszint-adatok elemzése során minden esetben kimutathatóak voltak a gyepek és az erdő közötti nagyságrendbeli különbségek.

Az adatgyűjtési időszakban a vizsgált erdőállományok alatt folyamatosan alacsonyabb talajvízszint volt jellemző. A bócsai mintaterületen lévő hazai nyáras és a pusztaszeri akácok faállományok fejlett gyökérhálózatuk segítségével képesek elérni és felvenni vizet a mélyebben elhelyezkedő talajrétegekből.

A lombos faállományokkal ellentétben a vizsgált erdei fenyő állomány a mérések alapján kevésbé befolyásolja a talajvízszint alakulását, mely összességében Gács (2000) megállapításaival, viszont ellentmond Major és Neppel hipotéziseinek (Major és Neppel 1988, Major 1994, 2002).

4. A szürke nyárasban és az erdeifenyvesben az intercepció és az állományi csapadék változatos alakulását az adott faállomány szerkezeti jellemzői és a lehulló csapadék fizikai tulajdonságai együttesen befolyásolják.

Az intercepció adatok elemzése során bebizonyosodott, hogy annak mértékét döntően befolyásolja a leérkező csapadék mennyisége, intenzitása, eloszlása, az adott csapadék alaki tulajdonságai, a faállomány szerkezeti jellemzőivel (záródás, ág- és koronaszakasz, törzsalak, az egyes faegyedek elhelyezkedése, sűrűsége, esetleges alászorultsága) és egészségi állapotával (a gombakárosítással érintett faegyedek koronája kiritkul, faegyedek pusztulása folytán csökken az erdő záródása) együtt.

Az erdei fenyőben kimutatott intercepció értékek az átlagosnál magasabbnak mondhatóak. A szürke nyáras faállományban mért intercepció értékek az átlagosnál alacsonyabbak, ami elsősorban a faállomány alacsonyabb záródásával, a törzsek gyenge minőségével, a laza ág szerkezettel és az elmaradt nevelő vágások miatt alászorult, majd kiszáradt faegyedek okozta lécek megjelenésével magyarázható. A törzsi lefolyás mérése során kapott adatok igazolják, hogy fenyő vastag, cserepes, nedvszívó kérgén alacsonyabb a törzsi lefolyás mértéke, míg a szürke nyár sima, jelentős részben vízelvezető kérgén nagyobb törzsi lefolyás volt mérhető.

Az kapott eredmények szakirodalmi adatokkal (Járó 1980, Gácsi 2000, Sitkey 2004) való összevetése nehézkes, az eltérő faállomány jellemzők és az eltérő módon alkalmazott mérési módszerek miatt.

5. A hagyományos feldolgozási módszerek segítségével kimutatásra került a vizsgált gyepterületek és a három faállomány közötti különbség a növényi vízfogyasztás és a párolgás tekintetében.

A számítások során megállapítást nyert, hogy a vizsgált gyepterületek növényi vízfogyasztása a talaj felső 80 cm-es rétegére vonatkoztatva magasabb, illetve közel egyenlő, mint a mellettük elhelyezkedő erdőállományoknak.

A fenyőállomány esetében az evapotranszpiráció értéke 52-81 mm a talaj felső 80 cm-es rétegére vonatkoztatva. Sekélyebb gyökérszerve nem éri el a talajvízszintet. A túlelvélű faállomány kizárólag a csapadékból származó, beszivárgó vízmennyiségből tudja a vizet felvenni. A lombos faállományoknál a vízfelvétel mértékét vizsgáljuk a kapilláris zónából, úgy a szürke nyáras esetében 230 mm-es, az akácok tekintetében pedig 136 mm-es értékeket kapunk. Így megállapítható a két lombos faállomány vízfelhasználásának magasabb értéke, mivel fejlett gyökérrendszerük révén a talajvízből, valamint harmatgyökereik segítségével a felsőbb és a mélyebb talajrétegekből is könnyen vízhez tudnak jutni.

6. A kutatás során alkalmazott módszerek és kutatási eredmények felhasználhatók a természetvédelmi kezelések és tervezések során.

A kutatás során alkalmazott mérési módszerek és a kutatási eredmények alkalmasak a további természetvédelmi kezelések (Natura 2000 fenntartási tervek, kezelési tervek, természetvédelmi kezelési nyilatkozatok) szakmai megalapozásához. Az élőhelyek vízháztartásra gyakorolt hatását is figyelembe kell venni, más a gyakorlatban már rutinszerűen alkalmazkodott szakmai szempontokkal együtt (pl.: védett vagy közösségi jelentőségű fajok jelenléte, vagy az adott faállomány gyepszintre gyakorolt hatása).

Irodalomjegyzék

- Gácsai Zs. (2000): A talajvízszint észlelés, mint hagyományos, s a vízforgalmi modellezés, mint új módszer Alföldi erdeink vízháztartásának vizsgálatában. Doktori (Ph.D) értekezés, NyME, 69-93.
- Hagyó A. (2009): Vízforgalom gyepek és erdőterületen. Doktori (Ph.D) értekezés, SZIE, 17-93.
- Járó Z. (1980): Intercepció a gödöllői kultúr erdei ökoszisztémában, Erdészeti kutatások, 73 (1):7-17.
- 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(1):1-14.
- Major P. és Neppel F. (1988): A Duna-Tisza közti talajvízszint-süllyedések. *Vízügyi Közlemények* 70(4):605-626.
- Major P. (1994): Talajvízszint-süllyedések a Duna-Tisza közén – In: Pálfi Imre (szerk.): A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái, A Nagyalföld alapítvány kötetek 3, Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, 17-24.
- Major P. (2002): Síkvidéki erdők hatása a vízháztartásra, *Hidrológiai Közöny* 82(6):319-323.
- Raup, D. & Crick, R. E. (1979): Measurement of faunal similarity in paleontology. *Journal of Paleontology* 53:1213-1227.
- Sitkey J. 2004: Csapadékvíz vizsgálatok ökológiai bázisterületeken – In: Barna Tamás (szerk.): Tudományos eredmények a gyakorlatban (Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap), Alföldi Erdőkért Egyesület, Kecskemét, 32-37.
- Szász G. & Tókei L. 1997: Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Mező-gazda Kiadó, Budapest, 772.
- White W. N. (1932), A method of estimating ground-water supplies based on discharge by plants and evaporation from soil: Results of investigations in Escalante Valley, Utah, U.S. Geol. Surv. Water Supply Pap., 659-A.

5. Az értekezés témájához kapcsolódó publikációk

Tudományos közlemények

1. Bolla B. (2012): Inváziós növényfajok irtása a Csengőd-síkon. *Természetvédelmi közlemények*: 18: 75-79.

2. Bolla B., Kalicz P. és Gribovszki Z. (2014): Erdőállományok vízháztartása a kiskunsági homokhátságon. Erdészet-tudományi Közlemények: 4(2):21-31.
3. Bolla B., és Hoksa A. (2014): Erdészeti alapfeladatok a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságánál. Erdészeti Lapok: 153(6):199.
4. Bolla B. és Hoksa A. (2014): Folyamatos erdőborítást biztosító gazdálkodási módszerek alkalmazása a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságánál. *Silva naturalis* 4(1):107-112.
5. Bolla B. és Filotás Z. (2015): A Nagy-bugaci erdő természetvédelmi-erdészeti kezelése. *Természetvédelmi Közlemények*, 21(1):18-23.
6. Bolla B. (2015): Intercepációs vizsgálatok homokhátsági erdőállományokban. *Táj-ökológiai Lapok*, 13(1):163-167.
7. Bolla B. & Németh T. M. (2017): Hydrological examinations in the area of the Kiskunsagi National Park Directorate. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 13(1): in press

Konferencia kötetben megjelent tudományos cikkek (lektorált tanulmányok)

1. Bolla B. és Horváth D. (2013): Nemes nyáras faállományok felmérése a Mártélyi Tájvédelmi körzetben. (Survey of noble poplar crops at Mártély Landscape Area) Doktoranduszok Országos Szövetsége Tavasz szél (nemzetközi) konferencia kötet 306-309p. (A konferencián magyar és angol nyelven nyomtatásban megjelent kivonat a témában, előadás: Sopron, 2013. május 31.)
2. Bolla, B. (2013): Water balance of woods in Kiskunsag Sandridge. *HydroCarpath, Catchment Processes in Regional Hydrology from experiment to modelling in Carpathian drainage basins*, Article ID 2. (Abstract and poster)
3. Sipos F., Filotás Z., Bolla B. és Hoksa A. (2013): A Két Víz közének védett és Natura 2000 erdei a változó környezeti viszonyok mellett, Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói nap (2013) 23-32p. (előadás: Lakitelek, 2013. november 5.)
4. Bolla B. (2014): Intercepációs vizsgálata homokhátsági erdőállományokban. (Survey of Interception in sandridge woods) Doktoranduszok Országos Szövetsége Tavasz szél

- (nemzetközi) konferencia kötet 37-44p. (A konferencián magyar és angol nyelven nyomtatásban megjelent kivonat a témában, előadás: Debrecen, 2013. március 21.)
5. Bolla B. (2014): A koronaintercepció és a törzsi lefolyás vizsgálata kiskunsági erdőállományokban. XIII. Természet, Műszaki és Gazdaságtudományok alkalmazása Nemzetközi Konferencia kötet 180-186p. (A konferencián magyar nyelven nyomtatásban megjelent kivonat a témában).
 6. Bolla B. (2014): Measuring of Interception in Sandridge Woods. HydroCarpath, Catchment Processes in Regional Hydrology from experiment to modelling in Carpathian drainage basins, Article ID 2. (Abstract and poster)
 7. Bolla B. és Hoksa A. (2016): A 2015-ös bócsai-kaskantyúi erdőtűz térinformatikai alapú felmérése és további természetvédelmi kezelése. XV. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok alkalmazása Nemzetközi Konferencia kötet 236-239p. (A konferencián magyar nyelven nyomtatásban megjelent kivonat a témában).

Ismeretterjesztő szakcikkek

1. Bolla B. és Filotás Z. (2017): Hagyás fák és hagyás foltok szerepe kiskunsági erdőállományainkban. Két víz köze, 6(1): in press.
2. Bolla B. és Filotás Z. (2017): Az kiskunsági erdőállományok és 6260 Pannon homoki gyepek kapcsolata, természetvédelmi kezelése. Két víz köze, 6(1): in press.

Konferencia (absztrakt) kötetekben megjelent kivonatok

1. Bolla B. és Kalicz P. (2009): A Vadkan-árok víztani értékeinek faunája. Ökológus Kongresszus, Hidrobiológia szekció, Szeged, Konferencia absztrakt kötet 30p. (Poszter bemutatása: Szeged, 2009. augusztus 26-28.)
2. Vadász Cs., Bolla B. és Filotás Z. (2011): Conservation status of Pedunculate Oak Forest stand sin Peszér forest. Steppe Oak Woods and Pannonic Sand Steppes Conference, Kecskemét, Hungary 6-8 October 2011. p. 88. (Poster: Kecskemét, Hungary 6-8 October 2011.)

3. Bolla B. (2011): Inváziós növényfajok irtása a Csengődi-síkon. Magyar Természetvédelmi biológia Konferencia, Debrecen, Konferencia absztrakt kötet 97p. (Poszter: Debrecen, 2011. november 3-6.)
4. Bolla B. (2012): Hidrológiai felmérések homokhátsági erdőállományokban. Ökológus Kongresszus, Keszthely, Konferencia absztrakt kötet 33p. (Poszter: Keszthely, 2012. szeptember 5-7.)
5. Bolla B. (2012): Csongrád megyei hulladéklerakók rekultivációja. Tájökológiai Konferencia, Sopron, Konferencia absztrakt kötet, 64p. (Poszter: Sopron, 2012. augusztus 30 - szeptember 1.)
6. Bolla B. (2013): Homokhátsági erdőállományok vízháztartása. Magyar Tudomány Ünnepe, Mindennapi tudomány – A tudomány mindennapjai (Szolnoki Főiskola), Alkalmazott kutatások eredményei az agár- és természetstudományok területén, Konferencia absztrakt kötetben külön kiegészítésként megjelentetve. (Előadás: Szolnok, 2013. november 20.)
7. Bolla, B. (2013): Natural history and natura conservation at Büdös-szék (Pusztaszer). COST Action FA0901 Workshop and Conference, Utilization and protection of halophytes and salt-affected landscapes, Abstract Book p. 12. (Poster: Kecskemét, Hungary, 4-6 September 2013.)
8. Bolla B. és Hoksa A. (2013): A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság erdőgazdálkodása. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói nap (2013), Lakitelek, Konferencia absztrakt kötetben külön, kiegészítésként megjelentetve. (Poszter: Lakitelek, 2013. november 5.)
9. Bolla B. és Filotás Z. (2014): A leégett Bugaci Nagyerdő természetvédelmi-erdészeti kezelése. X. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia (Recent Flora- and Vegetation Research in Carpathian Basin X.), Konferencia absztrakt kötet 138p. (Poszter: Sopron, 2014. március 7-9.)
10. Bolla B. és Filotás Z. (2014): A Nagy-bugaci erdő természetvédelmi-erdészeti kezelése. Természetvédelmi biológia Konferencia, Szeged, Konferencia absztrakt kötet 42-43p. (Poszter: Szeged, 2014. november 20-22.)

11. Bolla B. és Hoksa A. (2014): A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság erdővagyon gazdálkodása. Természetvédelmi biológia Konferencia, Szeged, Konferencia absztrakt kötet 41-42p. (Poszter: Szeged, 2014. november 20-22.)
12. Bolla B. & Kalicz P. (2017): Water balance of different forests types in Kiskunság Sandridge. European Geosciences Union General Assembly, Abstract volume (Poster: Vienna Austria, 23–28 April 2017)