

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

Aszály és belvíz jelenségek összehasonlító értékelése

Gálya Bernadett

Témavezető: Prof. Dr. Blaskó Lajos



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán

Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2018.

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A termőhely megismerése a gazdasági termelés alapvető feltétele. A termőhelyi adottságok gyorsan változó folyamatok eredményeként módosulhatnak, mivel az agráriumot több paraméter határozza meg, ezek közül kiemelkedő az éghajlat. A természeti erőforrásokban, a természeti környezetben a klímaváltozás és a szélsőséges időjárás súlyos károkat okozhat. Magyarországon a mezőgazdaság jelentős szerepet játszik az élelmiszer ellátásban, a társadalmi fenntarthatóság kialakításában és munkahelyteremtésben egyaránt. Hazánk természeti adottságai mezőgazdasági termelés szempontjából az átlagosnál kedvezőbbek. A mezőgazdasági termelésre alkalmas, művelhető földterület > 5,7 millió ha.

A természeti erőforrások védelme a mező- és erdőgazdaság kiemelkedő feladata, azonban ezeket több kockázati faktor befolyásolhatja. A kockázatokat többféleképpen lehet csoportosítani: termelési-, pénzügyi -, piaci vagy ár-kockázat-, intézményi-, vagy személyi kockázat. Ez a csoportosítás jelenleg az Európában széles körben elfogadott kockázati osztályozás. A termelési kockázat közé tartoznak a növénytermesztési tevékenységek kockázatai és bizonytalanságai. A termékek mennyiségi és minőségi jellemzőit különböző tényezők határozhatják meg, többek között aszály, csapadék, betegségek (SZÉKELY ÉS PÁLINKÁS, 2008).

A termőképességet csökkentheti: a csapadékhiány, a felmelegedés, továbbá az időjárási szélsőségek gyakoriságának növekedése. A különböző mezőgazdaságban hasznosítható erőforrások fenntartható használatában fontos szerepet játszik a klímaváltozásra való felkészülés (TAMÁS, 2013).

A klímaváltozás kockázatát tekintve a vízhez kapcsolódó kockázatok jelentik az egyik fő veszélyt a mezőgazdasági termelésre. Az utóbbi évtized tapasztalatai megerősítik, hogy a Kárpát-medencében az egyre gyakoribb aszályok mellett is számolni kell az ár- és belvíz kockázatával (LÁNG et al., 2006; BLASKÓ, 2011).

Az aszály kiértékelése nehézségekbe ütközik, mivel a térbeli is időbeli lehatárolása egyaránt problémaként jelentkezik. Az aszály jellemzésére az aszály indexek széles körben elterjedtek, azonban nincs egységes módszer az aszályok karakterizálására. A különböző indexek eltérő bementi adatokkal, időbeli léptékkel rendelkeznek, illetve eltérő módon jelzik az aszályt, ezért a dolgozatomban egy egységes aszályosztályozási rendszer kialakítására helyezem a hangsúlyt, de azt is szeretném kiemelni, hogy az aszály jelenség vizsgálatát a térbeli átfedések miatt célszerű a belvízzel együtt kezelni, ezért a mintaterületeimen mindkét jelenséget vizsgáltam.

A belvizek megjelenéséhez számos főleg természetes eredetű tényező járul hozzá, amelyek hatását az emberi tevékenység felerősítheti vagy csökkentheti (PÁLFAI, 2004). A lefolyási és összegyülekezési folyamatokat a földhasználat változás kedvezőtlenül befolyásolhatja, ezáltal erősítheti a belvizek megjelenésének kockázatát is.

A kutatás célkitűzései

A kutatásaim fő célkitűzése az aszály és a belvíz, mint mezőgazdaságot érintő legnagyobb klimatikus kockázati tényezők időbeli és térbeli változékonyságának vizsgálati módszerét tovább fejlesztve az eddigieknél pontosabb, összehasonlíthatóbb eredmények elérése érdekében.

Részletesebb kutatási célkitűzések:

- néhány meghatározó aszályindex alkalmazhatóságának értékelése hidrológiailag eltérő mintaterületeken, valamint egy normalizált hibrid aszályindex kidolgozása és alkalmazhatóságának vizsgálata különböző referencia területeken,
- aszály folyamatok értékelésére biomassa alkalmassági vizsgálatok alkalmazása, idősoros műholdas spektrális adatok alapján,
- módszertan kidolgozása belvizek összegyülekezési és lefolyási viszonyainak értékelésére, idősoros radar távérzékelési adatok alkalmazásával, valamint különböző forrásból származó digitális domborzatmodelleken.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás során a mintaterületek az alábbiak voltak: Alföld, Szolnok-Túri-sík, Nyírség, Észak-Nyírség. A mintaterületek megválasztásának szempontja többek között az volt, hogy a különböző jelenségeket eltérő léptékben (nagy-táj-középtáj-kistáj szinten) tudjam értékelni.

A kutatás során különböző módszereket alkalmaztam az aszály és a belvíz térbeli és időbeli lehatárolása céljából eltérő mintaterületek esetében.

1. Meghatározó aszályindexek számítása különböző földrajzi régiókban

Aszályindexek (Ellenberg-féle klímahányados, SPI-3, RDI, PaDI) számításának menete

A Szolnok–Túri-sík esetében az indexek számításához szükséges hőmérsékleti és csapadék adatokat a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központjának Karcagi Kutatóintézete bocsátotta rendelkezésemre. A Nyírség esetében a számításhoz szükséges csapadék és hőmérsékleti adatokat 2002-2012 között a Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézete bocsátotta rendelkezésemre. Mivel a Pálfai-féle Ariditási Index (PaDI) számítása esetén egy 1983-tól rendelkezésre álló referencia időszakra volt szükség, azonban a Nyíregyházi Kutatóintézet csak 2002-től tudott adatokat szolgáltatni, így az Országos Meteorológiai Szolgálatól (OMSZ) kértem ki adatokat a mintaterületre (Nyíregyháza-Sóstó és Nyíregyháza-Napkor meteorológiai állomásról) 1983 és 2002 között.

Az *Ellenberg-féle klímahányadost* a meteorológiai állomások hőmérséklet és csapadék adatai alapján számítottam ki, úgy hogy a júliusi középhőmérséklet értékeket osztottam az éves átlagos csapadékmennyiséggel, majd ezt szoroztam 1000-el. Az index értékek nincsenek skálázva, minél nagyobb az érték annál nagyobb az aszály.

A vizsgálat során a *SPI-3 (Standardizált Csapadék Index - Standardized Precipitation Index)* és az *RDI (Aszályfelismerési Index - Reclamation Drought Index)* értékeit a DrinC (Drought Indices Calculator) szoftver segítségével számítottam ki a mintaterületre. A kalkuláció havi bontásban történt, a hidrológiai évre vonatkoztatva (októbertől szeptemberig), 2002-2012-ig mindkét referencia terület esetében.

A *PaDI (Pálfai-féle ariditási index - Palfai aridity index)* esetében az adatok rendezését követően, a korrekciós tényezők bevonásával módosított Pálfai aszályindex $PaDI_0$ értékét számítottam ki, 2002-2012 közötti időszakra. A számítás módját PÁLFAI (1990); BIHARI, (2012); VERMES (2000); KOZÁK et al. (2012) taglalja részletesen.

NDVI értékek kiszámításának módszertana

A vegetáció aktivitását 10 éves idősorban (2002-2013) elemeztem mindkét mintaterület esetében. Az elemzések során használt MODIS felvételeket a USGS (United States Geological Survey) honlapjáról töltöttem le. A vizsgálat során 2002-2013 közötti májusi és augusztusi MODIS felvételeket dolgoztam fel a Corine Land Cover 2012-es adatbázisa alapján a nem öntözött szántóterület esetében, amely időpontok a két vizsgálati területen található búza, őszi árpa, tritikálé valamint a kukorica virágzás- és termésképződés időszakait fedik le. A feldolgozás eredményeképpen megkaptam az adott időszakra jellemző NDVI értéket. Továbbá az Európai Aszályközpont Adatbázisából származó talajnedvesség anomália és NDVI értékek közötti összefüggéseket vizsgáltam regresszió analízissel, valamint ezt a módszert alkalmaztam a hazai és a nemzetközi indexek közötti összefüggések feltárására. Elemeztem az Ellenberg-PaDi, SPI-3- PaDi, RDI-PaDi közötti kapcsolatokat.

Normalizált hibrid aszályindex módszertanának kidolgozása

A kutatás során az általam számított aszályindexek értékei alapján egy normalizált hibrid aszályindexet dolgoztam ki. Mivel ezek eltérő években jeleztek aszályt, illetve eltérő mértékben. Ezek alapján tartottam szükségesnek a hibrid index megalkotását, amely esetében az alábbi aszálykategóriákat határoztam meg: nincs aszály, gyenge aszály, közepes aszály, aszály, erős aszály. Ezzel megalkotva egy egységes osztályozási rendszert, amely nemzetközi és hazai szinteken is alkalmazható.

A kiválasztott négy meteorológiai index (Ellenberg, SPI-3, RDI-3, PaDI) értékeit egy 0-1 közé eső skálába képeztem át. Ezeket az értékeket súlyoztam, kumuláltam, osztottam az indexek számával, majd százalékos skálára számítottam át. A súlyozási tényezők a következők szerint alakultak a PaDI esetében 0,77; SPI-3 és RDI esetében 0,3; míg az Ellenberg esetében ez az érték 0,06 volt a Szolnok-Túri-síkon végzett számítások alapján. A nyírségi adatok alapján PaDI esetében 0,76; az Ellenberg esetében 0,69; az SPI-3 esetében 0,38 illetve az RDI esetében 0,23. A fenti értékek az index értékek és augusztusi NDVI értékek közötti vizsgálatok során kapott determinisztikus együttható értékek voltak. A kategóriák alapján beosztályoztam az egyes éveket az aszály erőssége szempontjából mindkét mintaterület esetében. Mivel az indexek bemeneti adatai pontszerű meteorológiai állomások adataira épülnek, így az aszály térbeli megjelenéséről nem adnak pontos képet. Így a további vizsgálataim célja volt, hogy az aszály jelenségeket térben is megvizsgáljam. Ebben az esetben az Alföldre (illetve ennek részeként a két kisebb mintaterületünkre: Szolnok-Túri-sík, Nyírség) végeztem el a számításokat. A súlyozást az augusztusi NDVI index értékek és az index értékek közötti

összefüggés vizsgálat során kapott determinisztikus együtttható értékek átlaga alapján végeztem. A PaDI esetében ez az érték 0,76; SPI-3 és az RDI esetében 0,3; míg az Ellenberg esetében 0,37 volt a súlyozási érték. Ezeket az értékeket kumuláltam, osztottam az indexek számával, majd egy százalékos skálára számítottam át, egy újraosztályozást követően pedig az aszály térbeli megjelenését tudtam ábrázolni. A vizsgált indexeket (Ellenberg, PaDI, SPI-3 és RDI-3) a Carpatclim (Climate of the Carpathian Region) adatbázisából letöltöttem 2002 és 2010 között.

2. Aszály folyamatok értékelése biomassza vizsgálatok alkalmazása, idősoros műholdas adatok alapján

Az általam számított NDVI felvételekből idősort hoztam létre az IDRISI Taiga szoftver környezetben. A kutatás során elkészítettem a mintaterületekre az idő-tér kockákat a májusi és az augusztusi időszakokra egyaránt. Ezt követően főkomponens analízist (Principal Component Analyses - PCA) végeztem IDRISI Taiga szoftverkörnyezetben az NDVI felvételek esetében 2002-2012 közötti időszak májusi és augusztusi felvételein, mindkét mintaterületre.

A főkomponens transzformáció első lépése az un. sajátérték transzformáció volt, amely során a program a kovarianciamátrix alapján kiszámította az un. sajátvektortokat, és az eredeti felvétel intenzitás-értékeit a sajátvektorok által meghatározott koordináta-rendszerbe transzformálta. Az egymással korreláló sávok lineáris transzformációját végezte el, úgy hogy a kapott főkomponensek egymással korrelálatlanok legyenek. Az új komponens sávok sorrendben egyre csökkenő mértékű varianciát tartalmaznak. A vizsgálatok során a nem standardizált elemzést választottam, mert ez nyújt információt arról, hogy melyik kép adja a legfontosabb információt az adatokról.

A T-módú folyamat során minden képsávot (időbeli) változóként elemeztem, ami új főkomponens-képeket hozott létre (ezek egymással nem korrelálnak). A komponensek táblázata és az irányvektorok is kimeneti fájlként jelentek meg. Ezzel ellentétben az S-módú folyamat minden pixelhelyet az eredeti képsávokban (térbeli) változóként kezelt. Ennek eredményeként új képeket állított elő, amelyek a bemeneti sorozatok transzformációjának komponensei és irányvektorai voltak. A létrehozott kimenő táblázat tartalmazta a létrejött korrelálatlan főkomponens értékeit.

3. Belvizek összegyülekezési és lefolyási viszonyainak értékelésére, idősoros radar távérzékelési adatok alkalmazásával, valamint különböző digitális domborzatmodelleken

Belvízzel veszélyeztetett területek leválogatása idősoros radar távérzékelési adatok alkalmazásával

A célkitűzéseim között szerepelt módszertan kidolgozása a belvizek összegyülekezési és lefolyási viszonyainak értékelése, radar távérzékelési adatok alkalmazásával, mivel ez az egyik lehetséges megoldás lehet a belvízi jelenségek nyomon követésére, illetve előfordulási kockázatának jellemzésére. A Szolnok–Túri-sík területéről készült Sentinel 1 adatokat az Európai Űrügynökség (European Space Agency, ESA) honlapjáról töltöttem le (<https://scihub.copernicus.eu/>). A kutatás során a radar felvételeket az ESA Sentinel Application Platform (SNAP) 2.0 szoftverkörnyezetben dolgoztam fel, amely során a vizeket és a nem vizeket különválogattam a csatorna hisztogramja alapján.

A hisztogramban a visszaverődés együttható látható logaritmikus megjelenítésben. Az alacsony értékek megfelelnek a víznek, míg a magas értékek mutatják a nem vizes területeket. A hisztogram alapján kiválasztottam egy küszöbértéket, aminek a segítségével el tudtam különíteni ezeket egymástól. Ez a határérték $2.21E-2$ volt.

A szegmentálás során az alábbi összefüggést alkalmaztam:

$$255 * (\text{Sigma0_VV} < 2.21E-2)$$

A kifejezés $\text{Sigma0_VV} < 2.21E-2$ logikai értéként szerepelt. A $2.21E-2$ -nél kisebb érték az igaz (vagyis 1-es érték), míg az ennél nagyobb értékek hamisak (vagyis 0-s értéket kapnak). Így elkülönítettem egymástól a vizes és nem vizes területeket 2015. januártól decemberig a Szolnok–Túri-sík területén. A határérték megválasztásának alapját egy gyakorlati leírás adta, amelyben árvíz detektálás során alkalmazták a fenti összefüggést (I1). GULÁCSI (2017) megállapította, hogy egy megfelelő belvíz-küszöbérték megadása nehéz, a műholdképek térbeli felbontása durva a belvíz léptékéhez mérve, ill. sekélyebb/átlátszó a víz a kicsit mélyebb tavakhoz és csatornákhoz képest. Corine Land Cover 2012-es adatbázis felhasználásával megkaptam számszerűsítve a belvizes területek nagyságát (ha-ban kifejezve) a nem öntözött szántó területek, a gyepterületek és a legelők esetében. A következő lépésként a Corine Land Cover 2012-es adatok segítségével lehatároltam a belvízfoltokat a nem öntözött szántóterületeken. A talajtani tulajdonságok és a belvizes területek kialakulása közötti

összefüggések vizsgálatakor AGROTOPO adatbázis alapján leválogattam a mintaterületen a talajtípusokat, fizikai féleséget és vízgazdálkodási kategóriákat Global Mapper 15 szoftverkörnyezetben.

Belvízzel veszélyeztetett területek leválogatása különböző forrásból származó domborzatmodellek alkalmazása esetén

A kutatás során az Észak-Nyírségben kiválasztottam a tájra jellemző két kisebb mintaterületet, amelyek Nyírbátor közelében találhatóak. A két referencia terület egy 15,6 ha- os legelő és egy 85,55 ha-os szántó, valamint annak közvetlen környezete volt.

Belvízzel veszélyeztetett területek leválogatása digitalizálással készült DEM alapján

Az analóg alapadatokból készített DEM esetében a feldolgozás lépései a következők voltak: a papír alapú topográfiai térkép 600 dpi felbontással történő beszkenelése és EOVI vetületbe rendezése. Ezt követően vektoros réteg létrehozása, a topográfiai térkép alapján a szintvonalak bedigitalizálása. Majd az adatbázis feltöltése magassági adatokkal. A területen összesen 25 372 magassági adatot hordozó vertex pont került bevitelre, melyből kriegeléssel 3D kontúr felszínt generáltam. A domborzatmodell alapján elvégeztem a belvizesedésre hajlamos területek lehatárolását.

Belvízzel veszélyeztetett területek leválogatása LiDAR felvételezésből származtatott DEM alapján

A légi LiDAR felmérés a Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet és az Eurosense Kft. közös felméréséből származott. Összesen 129 072 937 pontból épült fel a terület. A LiDAR adatpontok felbontása 14,58 pont/m², amely megfelelő a nagy pontosságú modellek elkészítéséhez. A fotogrammetriailag feldolgozott lézeres pontfelhő a GlobalMapper szoftverben került előfeldolgozásra. A szoftverben már előzetes domborzatprofil-elemzést is végrehajtottam a szántó- és gyepterületen.

A LiDAR felvétel alapján készítettem el a terület domborzatmodelljét a gyeper és a szántó területre egyaránt, majd a korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan elkészítettem a lejtőkategória térképeket, végül pedig lehatároltam a területen található belvíz foltokat.

Az analóg adatok alapján készített (hagyományosnak mondható) DEM feldolgozásának lépéseéhez hasonló módon elemeztem ki a nagyfelbontású LiDAR adatok alapján készült domborzat modellt. Ezt követően összehasonlítottam a hagyományos és a LiDAR felvétel alapján készült digitális domborzatmodellek alkalmazhatóságát a belvíz térképezés során.

3. EREDMÉNYEK

Meghatározó aszályindexek eredményeinek kiértékelése különböző földrajzi régiókban

A Szolnok–Túri-sík esetében az index értékek alapján az alábbi eredményeket kaptam. Az Ellenberg Index értékei alapján aszályos év volt a 2002-2003, 2003-2004, 2007-2008, 2009-2010 valamint a 2011-2012-es év. Az SPI-3 alapján közepesen száraz év volt a 2006-2007-es év. Az RDI értékek alapján megállapítottam, hogy a 2006-2007-es, valamint a 2011-2012-es évek szárazak voltak. A PaDi alapján súlyos aszály volt jellemző 2002-2003-as, 2011-2012-es években, míg közepes erősségű aszály volt megfigyelhető a 2006-2007, 2008-2009 valamint a 2010-2011-es években.

A Nyírségben az Ellenberg Index értékek alapján megállapítottam, hogy a 2002-2003, 2006-2007, 2010-2011 illetve a 2011-2012-es évben volt aszályos. Az SPI-3 alapján közepesen száraz év volt 2002-2003, 2005-2006 illetve 2011-2012-es, illetve nagyon száraz év volt a 2006-2007-es. Az RDI alapján a 2002-2003-as és a 2006-2007-es év nagyon száraz volt. A PaDi értékek alapján mérsékelt aszály volt jellemző a 2002-2003, 2006-2007, 2011-2012-es évben, valamint enyhe aszály volt 2008-2009-ben.

A kutatás során célom volt, hogy az általam vizsgált meteorológiai indexeket összehasonlítsam, hazai alkalmazhatóságát vizsgáljam. Az index értékeket összevetve megállapítottam, hogy a hazai és nemzetközi indexek eltérő mértékben és években jeleznek aszályt a különböző régiókban, ezért regresszió analízist végeztem, hogy az összefüggéseket feltárjam. A Szolnok–Túri-síkon számított indexek közötti végzett lineáris korreláció vizsgálatok összegzésképpen megállapítottam, hogy az Ellenberg és PaDI között szoros volt a korreláció, míg a SPI-3 és a PaDI valamint az RDI és PaDI közötti összefüggés közepes volt. Ezek alapján mindhárom index hazai használatra alkalmazható.

NDVI értékek kiértékelése a Szolnok-Túri Síkon és a Nyírségben

A meteorológiai indexeken kívül, a műholdas indexek közül az NDVI index értékek eredményeit ismertetem. A Szolnok–Túri-sík esetében a májusi felvételezési adatok alapján megállapítottam, hogy a 2003, 2007, 2009 és 2012-es évek aszályosak voltak, ami megmutatkozik az alacsonyabb NDVI értékekben, míg a 2004, 2005, 2008 esetében pedig magasabb NDVI értékek figyelhetők meg. Az augusztusi adatok alapján a 2003, 2007, 2009 és 2012-es évek aszályosak voltak, ami megmutatkozik az alacsonyabb NDVI értékekben, míg a 2004, 2005, 2008, 2010 esetében pedig magasabb NDVI értékek figyelhetők meg.

A Nyírség esetében kapott májusi NDVI értékek eredményei alapján megállapítottam, hogy a 2003, 2004, 2005, 2009 és 2012-es évek aszályosak voltak, ami megmutatkozik az alacsonyabb NDVI értékekben, míg a 2006, 2007 és 2010 esetében pedig magasabb NDVI értékek figyelhetők meg. Az augusztusi felvételek alapján a 2003, 2007, 2012-es évek voltak aszályosak, 2004, 2005, 2006, 2009, 2010 esetében pedig magasabb NDVI értékek figyelhetők meg.

Végezetül összevetettem a májusi és augusztusi NDVI értékeket a meteorológiai index értékkel. Az augusztusi NDVI értékek és a meteorológiai index értékek között szoros kapcsolat volt, amely alapján meghatároztam az indexek relatív megbízhatóságát, amely az alábbiak szerint alakult PaDI, Ellenberg, SPI-3, RDI valamint a vizsgálat során kapott determinisztikus együtttható értékeket használtam súlyozási tényezőként a normalizált hibrid indexek számítása esetében.

Normalizált hibrid aszályindex számításának eredményei mindkét mintaterület esetén

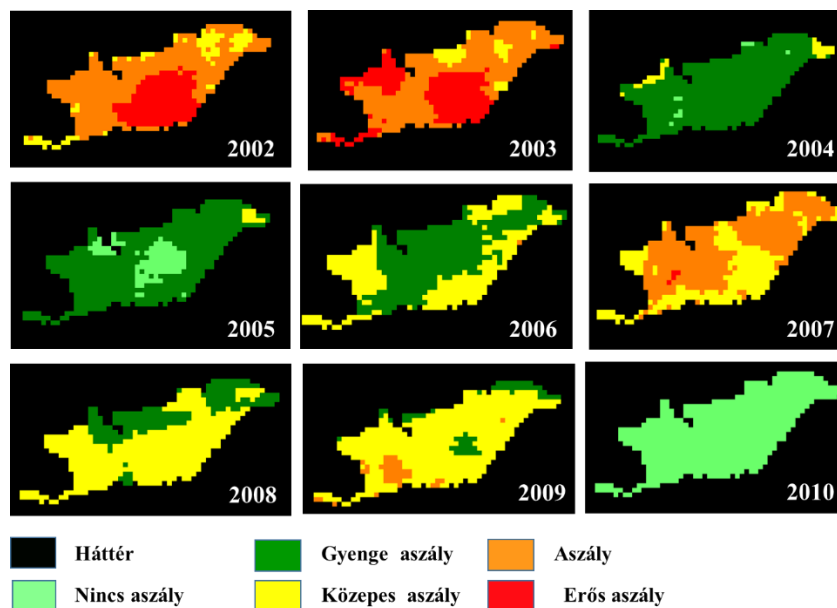
Az általam számított aszályindexek értékei alapján egy normalizált hibrid aszályindexet dolgoztam ki. Mivel ezek eltérő években jeleztek aszályt, illetve eltérő mértékben, ezek alapján tartottam szükségesnek egy hibridindex megalkotását, amely esetében az alábbi aszálykategóriákat határoztam meg: nincs aszály, gyenge aszály, közepes aszály, aszály, erős aszály.

A Szolnok–Túri-sík esetében megállapítottam, hogy a 2002-2012. közötti időszakban három év volt aszálymentes (2007-2008, 2009-2010, 2010-2011), illetve az erős aszály volt 2002-2003, 2006-2007, valamint a 2011-2012-es évben. Közepes aszály volt a 2003-2004-es és a 2008-2009-es évben, aszály pedig 2005-2006-ban. A 2004-2005 pedig gyengén aszályos év volt a normalizált hibrid aszályindex alapján.

A Nyírség esetében a vizsgált időszakban egyik év sem volt aszálymentes, illetve gyengén aszályos. Közepesen aszályos kategóriába egy év esett, amely a 2010-2011-es év volt. Aszályosak voltak a 2003-2004, 2004-2005, 2007-2008, 2009-2010 valamint a 2011-2012-es évek. Az erősen aszályos kategóriába a 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2008-2009-es éveket soroltam be a normalizált hibrid aszályindex alapján.

Normalizált hibrid aszályindex térbeli megjelenítése az Alföldön

Az Alföld esetében térben ábrázoltam négy általam vizsgált indexből (PaDI, Ellenberg, SPI-3, RDI-3) készített hibrid indexet, 2002-2010 között. Az index értékeket pixel szinten átalakítottuk százalékos értéké, majd pedig ezeket kategorizáltam (1. ábra).



1. ábra: Aszály alakulása a hibrid index értékei alapján az Alföld esetében

A normalizált hibrid index értékei alapján a 2002-2003-as év bizonyult a leginkább aszályos évnak, amely során erős aszály jelentkezett az Alföld egyes területein. A 2007-es évben az aszály kategória volt a legmagasabb, de a terület nagy részén közepes aszály alakult ki. A 2009-es év esetében pedig legnagyobb arányban közepes aszály volt a területen. A 2010-es év extrém csapadékos volt, ami megmutatkozik a normalizált hibrid index értékei alapján is, hiszen az Alföld teljes területe a nincs aszály kategóriába esett (1. ábra). A vizsgálat során kiszámítottam továbbá az egyes aszályjelenségek pontos területi kiterjedését %-ban kifejezve az Alföld esetében. A 2003-as évben az Alföld területének 35%-án fordult elő erős aszály, 58,8%-on aszály volt jellemző, valamint közepes aszály volt a terület 7 %-án. A 2007-es év esetében megállapítottam, hogy közepes aszály (39%), aszály (60%), valamint erős aszály (1%) volt detektálható a területen. A 2009-es évben pedig gyenge aszály volt megfigyelhető a terület 10%-án, továbbá közepes aszály volt jellemző 83%-on, illetve 7%-ban volt aszály. Továbbá az aszályos években vizsgáltam a két referencia területünk esetében hogyan alakul az aszály. Elsőként a Szolnok–Túri-sík vizsgálata során kapott eredményeket mutatom be. Megállapítottam, hogy a 2003-as évben a Szolnok–Túri-sík esetében legnagyobb arányban az erős aszály kategória volt megfigyelhető (26 213 ha), kisebb mértékben az aszály (15786 ha). 2007-ben a mintaterületen 26213 ha-on volt aszály illetve közepes aszály volt 15786 ha területen. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy az aszályos években az aszály jelenség eltérő mértékben, de ugyanazokat területeket sújtja, azonban az aszály hatása más területekre is áthelyeződik. 2009-es évben a normalizált hibrid index alapján a Szolnok–Túri-sík 6002 ha gyengén aszályos, 35 997 ha közepesen aszályos kategóriába esett.

A normalizált hibrid aszályindex eredményei alapján megállapítottam, hogy 2003-ban a Nyírség esetében a legnagyobb arányban aszály (373 612 ha) volt jellemző, valamint közepes aszály (76486 ha) is megtalálható a területen. A 2007-es évben a Nyírségben legnagyobb arányban aszály volt jellemző (370 564 ha), míg kisebb területen jelent meg közepes aszály volt (79534 ha). A 2009-es évben a hibrid aszályindex alapján a Nyírség legnagyobb arányban a közepes aszály (420 954 ha) kategóriába esett, míg kisebb területen a gyenge aszály volt jellemző (20 827 ha), valamint 8317 ha-on erős aszály volt.

Aszály folyamatok értékelése biomassza vizsgálatok alkalmazásával, idősoros műholdas spektrális adatok alapján a Szolnok-Túri-sík és a Nyírség esetében

Idősoros elemzések és főkomponens analízis eredményei mindkét mintaterület esetében

Elsőként a Szolnok–Túri-sík esetében a májusi és az augusztusi felvételek feldolgozása során kapott eredményeket mutatom be. A Szolnok–Túri-sík esetében májusi időszakban összvariancia 96.99%-át az első komponens hozta létre, ami a 2003-as évi májusi felvétel volt, az augusztusi időszakban az összvariancia 96.67%-át az első komponens hozta létre, ami a 2008-as évi augusztusi felvétel volt. Nyírség esetében szintén a májusi és az augusztusi felvételeket dolgoztam fel a főkomponens analízis segítségével. A Nyírségben májusi időszakban az összvariancia 97,79%-át az első komponens hozta létre, ami a 2008-as évi májusi felvétel volt, valamint az augusztusi időszakban az összvariancia 98,66%-át az első komponens hozta létre, ami a 2013-as évi augusztusi felvétel volt. Az NDVI értékek változékonyságának több oka lehet. A területeken legnagyobb arányban szántó és gyeperővel földhasználati kategória található meg, így a fenti eredmények oka az lehetett, hogy feltehetően a vetésszerkezet módosító hatással van az NDVI értékekre, ezért az adott vizsgálati területeken fontos megvizsgálni, hogy a kultúrák milyen vetésszerkezettel bírnak és milyen fenológiai fázisban vannak a vizsgálati időpontokban.

Belvízzel kapcsolatos vizsgálati eredmények és azok kiértékelése

Belvízzel veszélyeztetett területek lehatárolásának eredményei radar adatok alapján a Szolnok–Túri-sík esetében

A 2015-ös évre vonatkoztatva lehatároltam a vizes területeket, és ezeket összevetettem a Kvassay-tervben használt belvizes szakaszhatárokkal, hogy összehasonlítsam, illetve kiértékeljem a területi összefüggéseiket. A vizsgálati területünkön a Corine Land Cover 2012-es adatbázisa alapján lehatároltam a földhasználati kategóriákat. A feldolgozás során a

Corine Land Cover alapján leválogatást végeztem a fenti kategóriákra, amely vizsgálat eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Belvizes területek nagysága (ha) a Szolnok–Túri-sík esetében a nem öntözött szántóterületek és gyepterületek esetében 2015-ben

Hónapok	Belvizes területek a nem öntözött szántóterületeken (ha)	Belvizes területek a gyepterületeken (ha)
január	14,06	15,87
február	40,61	13,92
március	507,52	3,28
április	161,23	3,49
május	17,37	3,28
június	29,87	337,14
július	105,95	1113,67
augusztus	42,08	10,25
szeptember	50,53	16,35
október	34,85	23,20
november	29,07	8,05
december	17,15	10,60

Az 1. táblázat alapján megállapítottam, hogy a nem öntözött szántó kategória esetében a legnagyobb elöntés márciusban volt a területen (507,52 ha), ezt követte az áprilisi érték, amely 161,23 ha volt. Szintén kiemelkedő a júliusi érték, amely esetében a területen 105,95 ha volt belvizes a radar adatok alapján történt leválogatás eredményeként. A gyepterületek esetében a vizsgált év összes hónapjában jelentkezett belvíz, amelyek közül kiemelkedő volt a júliusi hónap (1113,67 ha), ezt követte 337,14 ha-os területtel a júniusi hónap. Vizsgálati eredményeim összhangban állnak GULÁCSI (2017)-ben végzett kutatásával, amelyben megállapította, hogy a Sentinel-1 radarfelvételek alkalmazhatóak a vízborítás lehatárolására nagy időbeli és térbeli felbontással, valamint az időjárástól függetlenül történő detektálására. A belvizes területek illetve a belvíz kialakulásában szerepet játszó talajtani tulajdonságok (úgy mint talajtípus, fizikai féleség, vízgazdálkodási tulajdonságok) vizsgálata során megállapítottam, hogy a talaj vízgazdálkodási tulajdonságok és a belvízképződés közötti ellentmondások és a mikrodomborzat szerepének feltárása még további vizsgálatokat igényel.

Domborzatmodell alkalmazásának vizsgálata analóg alapadatok digitalizálással készült DEM alapján a Nyírség esetében

A DEM alapján megállapítottam, hogy a szántóterület esetében a szintkülönbség 7 m volt, a gyepterület esetében pedig 20 m volt. A szántó terület lejtőkategória térképe alapján a terület 90,8%-a sík, 5% alatti lejtés mellett. A gyepterület lejtő kategória térképe alapján megállapítottam, hogy szántóhoz hasonlóan a legnagyobb arányban a síknak mondható. Ezt követően a domborzatmodell alapján elvégeztem a belvizesedésre hajlamos területek lehatárolását.

Az 1:10000-es méretarányú topográfiai térkép alapján számolt eredmények alapján sem a gyepterület, sem a szántóterület kizárólag a domborzat alapján belvízzel nem veszélyeztetett. Azonban ennek ellentmondanak az előzetes terepbejárás során látott, valamint a légi lézeres felvételeken lehatárolható, szántó területen található belvizes foltok. Ennek oka részben talajtani, hidrológiai lehet, valamint az, hogy a domborzatmodell 10 m-es felbontást enged meg, amellyel a mikrodomborzat változásai csak korlátozottan követhetők nyomon.

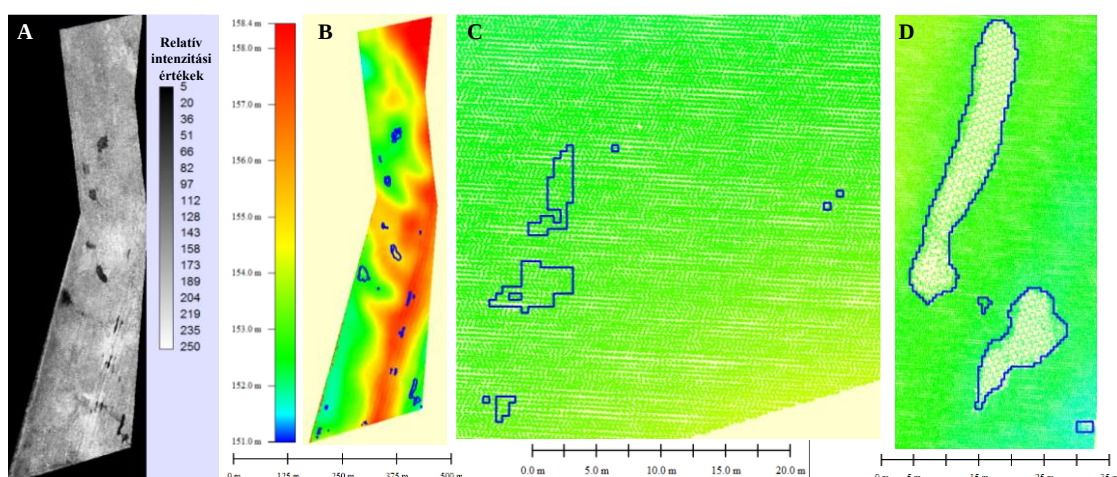
Belvizes területek lehatárolásának eredményei a légi LiDAR alapján előállított DEM alapján a Nyírség esetében

Légi LiDAR felvétel alapján elkészítettem a szántó és a gyepterületről készült digitális domborzat modellt 50 cm-es felbontással. Elkészítve a lejtő kategória térképet (0-5, 5-12, 12- 17, 17-25, 25<) megállapítottam, hogy a nagy a felbontás miatti „lejtőkategória-elaprózódás”. A terület 68,30%-a tekinthető síknak (0-5%), 28,23%-a pedig 5-12%-os lejtőkategóriába tartozik, azonban az előzőekben már bemutatott adatok alapján a több mint 80 ha-os területen mindösszesen 7 m-es szintkülönbséget azonosítottam. A nagy felbontás miatt a területen végzett szántóföldi művelés nyomai (keréknyom, barázdaszelet stb.) is jelentősen befolyásolják a lejtőkategória-térkép végeredményét. Ezeknek a hibáknak a kiküszöbölése érdekében kisebb felbontást (10x10 m) választottam. Ezt követően leválogattam az utakat, a csatornákat és a tározókat.

A kiszűrt „zavaró” objektumok nélküli térkép alapján a 0-5%-os (síknak tekinthető) lejtő kategóriába sorolható a terület 93,90%-a, míg a 5-12%-os lejtőkategóriába a terület 5,28%-a sorolható. Hasonlóan a szántóterületen lefuttatott szimulációkhoz, a gyepterületen is elvégeztem a modellezéseket. A gyepterület egy 15,65 ha-os terület, amely domborzati szempontból igen heterogén. A területet hosszában csaknem kettévágja egy domb, ami a csapadék felszíni lefolyását vagy összegyülekezését jelentősen meghatározza. Az említett domb kb. 5 m magasan emelkedik a legalacsonyabban fekvő pontok fölé és ez a domborzati

kiemelkedés egyfajta vízgyűjtőhatárként is szolgál. A lefolyási vektorok az elfolyó víz irányultságát mutatják. A vektorok segítségével lehatároltam az egyes összegyülekezési pontokat a területen. Ezt tovább segítették a felszíni elfolyást ábrázoló összegyülekezési vonalak.

A lefolyási vonalak adatai alapján megállapítottam, hogy egy nagy intenzitású csapadék, vagy nagy intenzitású hóolvadás következtében a mélyebb összegyülekezési katlanokban megállhat a víz, ezért megvizsgáltam a lézeres felmérés intenzitásértékeit. Mivel a légi LiDAR rendszer infravörös tartományban mért, így az esetleges káros felszíni víztöbbletek térképezésére alkalmas lehet. Az intenzitási értékek leválogatása során a területen 45 db kisebb-nagyobb káros felszíni víztöbbletet detektáltam, melynek összterülete közel 0,2 ha volt (2. ábra/A és B).



2. ábra: A reflektált lézerintenzitás alapján készült térkép (A), a leválogatási folyamat eredményeként készített belvíztérkép (B), valamint a hibás módon (C) és a megfelelően leválogatott belvízfoltok (D) (Forrás: saját szerkesztés)

A területek között találhatók olyanok, amelyek a leválogatás során hibaként kerültek az adott kategóriába (elsősorban a déli területek találhatók ilyen, 15 m^2 -nél kisebb területek) (2. ábra/C és D), mert itt a pontsűrűség nagyobb volt. Ezeket a területeket leválogatva, mindössze 13 db nagyobb összefüggő belvizes terület volt található, melynek több, mint fele 100 m^2 -től kisebb; a legnagyobb összefüggő belvízfolt pedig $512,5 \text{ m}^2$. A belvizes területek validálását Sentinel 1 adatok, illetve CIR és RGB felvételek alapján végeztem el. A domborzat és belvizes területek összefüggésének eredményeképpen el tudtam különíteni egymástól a természetes és antropogén eredetű belvízfoltokat. PÁSZTOR et al. (2006)-os cikkében szintén megerősíti, hogy az összegyülekezési belvíz szempontjából a felszín szerepe a relatív domborzaton keresztül közelítendő meg. BAUKÓ et al. (1981); RAKONCZAI et al. (2003) szerint

az egyik legfontosabb tényező a belvíz kialakulásában a domborzat. A vizsgálataim eredményei a domborzat meghatározó szerepét hangsúlyozó szerzőkével esnek egybe.

A domborzatmodellek összehasonlító vizsgálata

A hagyományos módon, az analóg adatok digitalizálásából előállított domborzatmodellt és a légi LiDAR-ból származó DEM-et összehasonlító elemzésnek vetettem alá mind a szántó, mind pedig a gyepterületen.

A szántó terület esetében a hagyományos (analóg alapadatok digitalizálásával készült) DEM alapján készített 10x10 m-es felbontású, valamint a LiDAR felvételezésből mesterségesen visszarontott 10x10 m-es felbontású DEM-eket, illetve az azokból készült lejtőkategória térképeket hasonlítottam össze. Mindkét adatbázis alapján a terület javarészt (átlagosan 95,2%-ban) síknak tekinthető, viszont a LiDAR adatok alapján a terület 4,15%-a, az analóg adatok digitalizálásával készült DEM alapján a terület 5,13%-a 5-12%-os lejtőkategóriába esik, a többi kategória elhanyagolható.

A gyepterület esetében megegyező felbontással készült domborzatmodellek között is jelentősek voltak a különbségek. Míg a lézeres adatok szerint a 7,94 m a területen a szintkülönbség, addig a hagyományos (analóg alapadatok digitalizálásával készült) DEM alapján 19,11 m-es szintkülönbséget mutattam ki. Megállapítottam, hogy a terület északkeleti részén figyelhető meg a domborzat jelentősebb változása, emellett szintén hasonlóságok figyelhetők meg a legmélyebb pontok elhelyezkedése kapcsán. A legfőbb különbség, hogy a terület közepén futó magasabb terület, valamint a lejtő irányába futó eróziós mintázat nem rajzolódik ki a hagyományos (analóg alapadatok digitalizálásával elkészített) DEM-en. A jelentős mezodomborzati különbségek az ugyanolyan felbontás mellett a lejtőkategória térképen is tükröződnek. A LiDAR alapú DEM-en is jól látható, hogy mindössze három lejtőkategória (0-5%, 5-12%, 12-17%) figyelhető meg, viszont a 12-17%-os kategória az összterületnek csupán a 0,15%-át teszi ki, legnagyobb arányban a 0-5%-os (55,75%), majd az 5-12%-os (44,10%) kategória a jellemző. Ezzel szemben a hagyományos (analóg alapadatok digitalizálásával készült) DEM adatok alapján készített lejtőkategória térképen megjelenik a 17-25%-os (5,3%-os részesedési arányban) lejtő a terület északkeleti részén. Ahogy a domborzati viszonyok sem mutatták a mezodomborzati különbségeket, úgy a lejtőkategóriák is homogenitást mutattak a terület középső részén.

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

1. Nemzetközi és hazai gyakorlatban meghatározó aszályindexeket értékeltem (Ellenberg Index, SPI-3, RDI, PaDI) két hidrológiailag eltérő magyarországi földrajzi régióban. Eredményeim alapján megállapítottam az aszály indexek relatív megbízhatóságát: PaDI>>Ellenberg>>SPI-3>>RDI.
2. Új módszert dolgoztam ki a különböző skálájú aszályindexek összehasonlító értékelésére, amely során egy normalizált hibrid aszályindexet hoztam létre, amely alapja lehet egy egységes aszályosztályozási rendszernek, hazai és nemzetközi szinten egyaránt.
3. Az idő és térsoros erőforrásfigyelő műholdas adatok (VIS-NIR) vizsgálata alkalmas az aszály jelenségek nyomon követésére a kistájak esetében.
4. Módszert dolgoztam ki az új típusú aktív radar távérzékelési adatok alapján a belvízjelenségek térbeli lehatárolására.
5. A Nyírségben, légi LiDAR precíziós fotogrammetriai adatfeldolgozás alapján a belvizek összegyülekezési, lefolyási viszonyait értékeltem. 13 db nagyobb összefüggő belvizes területet határoltam le az eddigieknél pontosabban.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁGA

1. Földrajzi régiók szintjén az általam kidolgozott normalizált hibrid aszályindex alkalmazása lehetőséget nyújt az aszály jelenségek egységesebb értékelésére.
2. A vegetációs index segítségével az aszály növénytermesztési következményei pontosabban előrejelezhetők.
3. A belvízgazdálkodás során a bemutatott új aktív radar távérzékelési adatok alkalmazása belvizes területek lehatárolásának pontosításában biztosít segítséget még rossz időjárási viszonyok között is.
4. A nagyfelbontású légi LiDAR adatokból származó digitális domborzat és felszín modell segítségével a belvizek lefolyási és összegyülekezési viszonyai értékelhetők, amelyek használhatóak a belvíz károk csökkentésére és a földhasználati módok optimalizálására irányuló tervek kidolgozásában.

IRODALOMJEGYZÉK (FELHASZNÁLT IRODALOM)

1. Baukó T. – Dövényi Z. - Rakonczai J.: 1981. Természeti és társadalmi tényezők szerepe a belvizek kialakulásában a Maros hordalékkúp keleti részén. Alföldi Tanulmányok. 35-39.
2. Bihari Z. – Gauzer B. – Gnandt B. – Gregorič, G. – Herceg Á. – Kovács T. – Kozák P. – Lakatos M. – Mattányi Zs. – Nagy A. – Németh Á. – Pálfa I. – Szalai S. – Szentimrey T. – Vincze E.: 2012. Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ – DMCSEE projekt jelentés. OMSZ. Budapest. 44.
3. Blaskó L.: 2011. Talajvédelem és talajhasználat belvizes területeken.[In: Sitkei Gy., Tamás J., Birkás M., Rajkai K., Blaskó L., Győri Z., Sárvári M., Patay I., Tóth Z. Patay I. (szerk.) Belvíz: Okok, következmények, megoldások.] Budapest, MTA Agrártudományok Osztálya, 39-51.
4. Gulácsi A.: 2017. A vizes élőhelyek vízborítottságában bekövetkező változások vizsgálata radarfelvételekkel a Google Earth Engine használatával. Interdiszciplináris Táj kutatás A XXI. Században. A VII. Magyar Tájökológiai Konferencia Tanulmányai. Szeged, 2017. 05. 25-27.188-199.
5. Kozák P. – Pálfa I. – Herceg Á.: 2012. Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ – DMCSEE projekt. OMSZ kiadvány. Budapest.80.
6. Kvassay Jenő Terv.:2015. https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/CE3BFF09-6D1B-4C8F-88B3-CDF70D2AF133/KJT_151120.pdf Oldal megtekintésének ideje: 2017.05.02. 9:51.
7. Láng I. – Csete L. – Jolánkai M.: 2006. Felkészülés a globális klímaváltozás hazai hatásaira. Budapest. 261.
8. Pálfa I.: 1990. Description and forecasting of droughts in Hungary. Proceedings 14th International Congress on Irrigation and Drainage. Rio de Janeiro, Brazil. 151-158.
9. Pálfa I.: 2004. Belvizek és Aszályok Magyarországon. Hidrológiai Tanulmányok. VITUKI, Budapest.15.
10. Pásztor L. – Pálfa I. – Bozán Cs. – Körösparti J. – Szabó J. – Bakacsi Zs. – Kuti L.: 2006. Spatial stochastic modelling of inland inundation hazard. 9th AGILE Conference on Geographic Information Science. Visegrád, Hungary.501.
11. Rakonczai J. – Csató Sz. – Mucsi L. – Kovács F. – Szatmári J.: 2003. Az 1999. és 2000. évi alföldi belvízöntözések kiértékelésének gyakorlati tapasztalatai. In: Szilávik L.

(szerk.) Vízügyi Közlemények Különszám: Tiszavölgyi árvizek és belvizek a XX. és XXI. Század fordulóján, VITUKI 2003. 4. kötet: 317-336.

12. Székely Cs.- Pálinkás P.: 2008. Kockázatkezelés az európai mezőgazdasági vállalkozásokban. Agrofórum. 1. 5-8.

13. Tamás J.: 2013. Gazdálkodás belvizes és aszályos területeken. Szaktudás Kiadóház Zrt. Debrecen. 152.

14. Vermes L.: 2000. Hogyan dolgozzuk ki az aszály csökkentési stratégiát? ICID Útmutató. Budapest.30.

I1:http://www.cazalac.org/mwar_lac/fileadmin/imagenes2/Remote_Sensing/S3A2_light.pdf. Megtekintve:2018. 03.09. 11:55.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/404/2017.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Gálya Bernadett
Neptun kód: AXLJ77
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10045411

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. **Gálya, B.**, Riczu, P., Jóvér, J., Nagy, A., Tamás, J., Blaskó, L.: Aszálykockázat becslése alföldi referencia területen.
In: A talajok gyógyítója: Blaskó Lajos 70 éves. Szerk.: Tamás János, Zsembeli József, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 113-128, 2017. ISBN: 9789634739661

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. **Gálya, B.**, Riczu, P., Blaskó, L., Bákonfi, V., Tamás, J.: Szélsőséges vízháztartási helyzetek (belvíz, aszály) kialakulásának vizsgálata környezetinformatikai eszközökkel.
Agrártud. közl. 69, 79-86, 2016. ISSN: 1587-1282.
3. **Gálya, B.**, Nagy, A., Blaskó, L., Dályai, B., Tamás, J.: Pálfai-féle aszályossági index és a Normalizált Csapadék Index összehasonlítása az Észak-Alföldi Régióban.
Agrártud. közl. 63, 59-64, 2015. ISSN: 1587-1282.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

4. **Gálya, B.**, Riczu, P., Blaskó, L., Tamás, J.: Belvíz érzékenység vizsgálata radar adatok alapján.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. : Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 161-168, 2016. ISBN: 9789633185704

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

5. **Gálya, B.**, Tamás, J., Baranyi, B., Nagy, S., Petis, M., Blaskó, L.: Risk assessment of drought management by land use changes in on the sandy soils of Nyírség Region.
In: Value changes in a transforming economy : Challenges in the Carpathian Basin : 12th Annual International Conference on Economics and Business 5-6th of June, 2015 Csíkszereda, Seklerburg, Miercurea Ciuc. Ed.: Andrea Csata, Gergely Fejér-Király, Otília György, János Kassay, Benedek Nagy, Levente-József Tánczos, Risoprint, Cluj-Napoca, 229-238, 2015. ISBN: 9789735315665



Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

6. **Gálya, B.**, Blaskó, L., Riczu, P., Tamás, J.: Risk assessment of drought impacted areas in Great Plain of Hungary.
In: Agriculture, Ecology & Water Abstracts, Eighth Annual International Symposium on Agriculture, Third Annual International Conference on Ecology, Ecosystems and Climate Change & Third Annual International Forum on Water 13-16 July 2015, Athens, Greece. Ed.: Gregory T. Papanikos, Athens Institute for Education and Research, Athens, 58, 2015. ISBN: 9789605980207

További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (2)

7. Juhász, C., Bozsik, É., Riczu, P., Tuba, G., **Gálya, B.**: Talaj- és vízvédelmi program: Vezetői segédlet. Tudomány a Környezetünkért Közhasznú Alapítvány, Debrecen, 28 p., 2015. ISBN: 9786155602184
8. Juhász, C., Bozsik, É., Riczu, P., Tuba, G., **Gálya, B.**: Talaj- és vízvédelmi program: Útmutató fiatalok számára. Tudomány a Környezetünkért Közhasznú Alapítvány, Debrecen, 68 p., 2015. ISBN: 9786155602177

Magyar nyelvű könyvrészletek (4)

9. Herdon, M., Tamás, J., Burriel, C., Várallyai, L., Blaskó, L., **Gálya, B.**, Riczu, P., Lengyel, P., Pancsira, J., Botos, S.: Agrárerdészet oktatásfejlesztése európai dimenzióban.
In: A talajok gyógyítója: Blaskó Lajos 70 éves. Szerk.: Tamás János, Zsembeli József, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 140-149, 2017. ISBN: 9789634739661
10. Riczu, P., Kovács, C., **Gálya, B.**, Csiha, I., Tamás, J.: LiDAR eljárással végzett felületmodellezés szárazodó termőhely erdészeti célú vízkormányzásának megalapozásához.
In: Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap / felelős szerk. Csiha Imre; szerk. Kamandiné Végh Ágnes, Nagy Angelika, Alföldi Erdőkért Egyesület, Lakitelek, 199-201, 2017. ISBN: 9786158059411
11. Tamás, J., Kovács, C., Riczu, P., **Gálya, B.**, Herdon, M., Csiha, I.: Új szemléletű vízkormányzás az alföldi erdők klímaadaptációs vízgazdálkodásában.
In: Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap / felelős szerk. Csiha Imre; szerk. Kamandiné Végh Ágnes, Nagy Angelika, Alföldi Erdőkért Egyesület, Lakitelek, 14-22, 2017. ISBN: 9786158059411



12. Riczu, P., **Gálya, B.**, Gombosné Nagy, I., Blaskó, L., Tamás, J.: A Tisza-tó vizsgálata légi LiDAR adatok alapján.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 405-411, 2016. ISBN: 9789633185704

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (1)

13. Bozsik, É., Riczu, P., **Gálya, B.**, Tamás, J., Deák, B., Burriel, C., Heilmeier, H.: Fásítási lehetőségek modellezése.
Agrártud. közl. 63, 35-41, 2015. ISSN: 1587-1282.

Idégen nyelvű közlemények hazai folyóiratban (3)

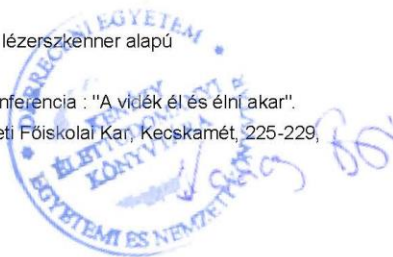
14. Tamás, J., Bozsik, É., Riczu, P., **Gálya, B.**, Herdon, M., Nistor, S., Fehér, J., Burriel, C., Heilmeier, H.: Integrated HS and ALS Remote Sensing Data Sources to Develop Green Corridors in Sopron Mountains.
J. Agricult. Inf. 5 (2), 19-25, 2014. ISSN: 2061-862X.
15. Riczu, P., Nagy, A., Bozsik, É., **Gálya, B.**, Mesterházi, P. Á., Tamás, J.: Complex vegetation survey in a fruit plantation by spectral instruments.
J. Agricult. Inf. 4 (2), 37-42, 2013. ISSN: 2061-862X.
16. Riczu, P., Bozsik, É., **Gálya, B.**, Rásó, J., Csiha, I., El Shal, A. M., Nyéki, J., Tamás, J.: Volumetric estimation of an intensive apple orchard with GIS.
Int. J. Hort. Sci. 19 (3-4), 7-10, 2013. ISSN: 1585-0404.

Idégen nyelvű közlemények külföldi folyóiratban (2)

17. Nagy, A., Riczu, P., **Gálya, B.**, Tamás, J.: Spectral estimation of soil water content in visible and near infra-red range.
Eurasian J. Soil Sci. 3 (3), 163-171, 2014. ISSN: 2147-4249.
18. Riczu, P., Nagy, A., Fórián, T., Bozsik, É., **Gálya, B.**, Lehoczky, É., Tamás, J.: Weed biomass evaluation in an intensive apple orchard by remote sensing instruments.
Anal. Univ. Oradea Fac. Prelect. Med. 21 (18), 269-273, 2013. ISSN: 1224-6255.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

19. Riczu, P., **Gálya, B.**, Csihon, Á., Nagy, G., Tamás, J.: 3D lézerszkennelés alapú gyümölcsdetektálás egy intenzív almaültetvényben.
In: II. Gazdákodás és Menedzsment Tudományos Konferencia : "A vidék él és élni akar". Szerk.: Ferencz Árpád, Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar, Kecskemét, 225-229, 2015. ISBN: 9786155192333





20. **Gálya, B.**, Bozsik, É., Szöllősi, N., Riczu, P., Blaskó, L., Tamás, J., Deák, B., Heilmeier, H., Burriel, C.: Sótartalom területi modellezése LiDAR adatok alapján egy NATURA 2000-es területen.
In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia Kiadványa. Szerk.: Kóródi Tibor, Sansumné Molnár Judit, Siskáné Szilasi Beáta, Dobos Endre, Miskolci Egyetem, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc, 139-145, 2014. ISBN: 9789633580639

Idegen nyelvű konferencia közlemények (7)

21. **Gálya, B.**, Tamás, J., Nagy, A., Riczu, P., Stelian, N., Fehér, J., Bozsik, É., Blaskó, L.: GIS supported available water content calculation for watershed in drought impacted areas.
In: Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 3-5 September 2015. Ed.: T. D. Lekkas, University of the Aegean, Rhodes, 1-5, 2015. ISBN: 9789607475527
22. Nagy, A., Riczu, P., Bokfi, K., **Gálya, B.**, Tamás, J.: Pilot study on the evaluation of the spectral properties of animal protein meal.
In: Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 3-5 September 2015. Ed.: T. D. Lekkas, University of the Aegean, Rhodes, 1-4, 2015. ISBN: 9789607475527
23. Bozsik, É., Riczu, P., **Gálya, B.**, Tamás, J., Herdon, M., Burriel, C., Heilmeier, H.: The Modelling of Agroforestry Site Selection.
In: Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 3-5 September 2015. Ed.: T. D. Lekkas, University of the Aegean, Rhodes, 1-5, 2015. ISBN: 9789607475527
24. **Gálya, B.**, Bozsik, É., Riczu, P., Tamás, J., Blaskó, L., Herdon, M., Keserű, Z., Csiha, I., Rásó, J., Burriel, C., Heilmeier, H.: Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) - an invasive alien species or potentially species plantation of agroforestry in Pannonian ecoregion.
In: 2nd European Agroforestry Conference : Integrating Science and Policy to Promote Agroforestry in Practice : Book of Abstracts. Ed.: João H. N. Palma, European Agroforestry Federation (EURAF), [s.l.], 127-130, 2014. ISBN: 9789729787447
25. Bozsik, É., **Gálya, B.**, Riczu, P., Tamás, J., Herdon, M., Burriel, C., Heilmeier, H.: Modeling of agroforestry in Natura 2000 habitat site in Hungary.
In: 2nd European Agroforestry Conference : Integrating Science and Policy to Promote Agroforestry in Practice : book of abstracts. Ed.: João H. N. Palma, European Agroforestry Federation (EURAF), [s.l.], 44-47, 2014. ISBN: 9789729787447
26. **Gálya, B.**, Bozsik, É., Szöllősi, N., Riczu, P., Blaskó, L., Tamás, J., Deák, B., Bokfi, K., Heilmeier, H.: Modelling of soil properties in a NATURA 2000 habitat site in the Carpathian Basin.
In: Proceedings of the International Workshop on Remote Sensing and GIS for Monitoring of Habitat Quality. Ed.: Norbert Pfeifer, Zlinszky András, Department of Geodesy and Geoinformation, Vienna University of Technology, [Vienna], 113-116, 2014. ISBN: 9783200037274



27. Tamás, J., Bozsik, É., Riczu, P., **Gálya, B.**, Herdon, M., Burriel, C., Heilmeier, H.: The Modelling of Agroforestry Site Selection to Develop Green Corridor.
In: CIGR Proceedings, 2014 World Congress on Computers in Agriculture / CIGR, CIGR, San Jose, [1-8], 2014.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

28. **Gálya, B.**: Don toxin csírázásra gyakorolt ökotoxikológiai hatása.
In: Tudományos diákköri konferencia, 2011/2012. tanév őszi félév : Debrecen, 2011. október 20. : meghívó és programfüzet

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

29. Kiss, N. É., Riczu, P., Bódi, E., **Gálya, B.**, Tamás, J.: Innovative application of LiDAR technology in cattle grazing areas.
In: 2nd World Conference on Innovative Animal Nutrition and Feeding - Abstract Book, AKCongress, Budapest, 23-24, 2017.
30. Szöllősi, N., Blaskó, L., Bozsik, É., **Gálya, B.**, Riczu, P., Mézes, L., Tamás, J., Petis, M., Borbély, J.: Adsorption of ammonia generated in poultry manure.
In: Book of Abstracts : ORBIT 2016 : Organic Resources & Biological Treatment : 10th International Conference on "Circular Economy and Organic Waste" 25th - 28th of May 2016, Herakleion, Crete, Greece. Ed.: Katia Lasaridi, Thrassyvoulos Manios, [s.n.], Heraklion, 122, 2016. ISBN: 9789609381499
31. Tamás, J., Lehoczky, É., Fehér, J., Fórián, T., Nagy, A., Bozsik, É., **Gálya, B.**, Riczu, P.: Airborne hyperspectral and LiDAR data integration for weed detection.
Geophysical Research Abstracts. 16, 1, 2014. ISSN: 1029-7006.
32. Tamás, J., Nistor, S., Fehér, J., Fórián, T., Nagy, A., Bozsik, É., **Gálya, B.**, Riczu, P.: Surface runoff evaluation on a flat salt NATURA 2000 habitat site.
Geophysical Research Abstracts. 16, 1, 2014. ISSN: 1029-7006.

A DEENK a Jelölt által az IDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudánymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2017.11.27.

