

SOPRONI EGYETEM, ERDŐMÉRNÖKI KAR,
FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI, ERDŐFELTÁRÁSI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI INTÉZET

JANKÓ SÁNDOR DÍJ KONFERENCIA
KONFERENCIAKIADVÁNY



Szerkesztők: Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Péterfalvi József,

Technikai szerkesztő: Horváth Tímea

2021. JÚNIUS 08.



Soproni Egyetem Kiadó
Sopron, 2021.

©Felelős Kiadó:

Prof. Dr. Fábrián Attila

a Soproni Egyetem rektora

Szerkesztők: Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Péterfalvi József

Lektorok: Czimmer Kornél, Király Géza, Gribovszki Zoltán, Horváth Tímea, Péterfalvi József

A konferencia helye: Sopron, Hungary

Ideje: 2021. június 08.

Szervezők: Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet (SoE)

Támogató: Jankó Péter

A konferencia kiadvány megjelenését támogatta az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt, valamint az Agrárminisztérium (EGF/103/2021) támogatása.

© Minden jog fenntartva

ISBN 978-963-334-397-5 (pdf)

Tartalom:

A Jankó Sándor Díjról	4
A konferencia menete	5
Az előadásokból készült konferenciaközlemények	5
HULLÁMTÉRI ÉS MENTETT OLDALI ERDŐK ÉS A VÍZVISZONYOK KAPCSOLATA	6
FELTÁRÓHÁLÓZAT TERVEZÉSE BAKONYERDŐ ZRT. BAKONYBÉLI ERDÉSZETÉNEK TERÜLETÉN A BÉCSI-ÁROK ÉS A KÖRIS-HEGY KÖRNYEZETÉNEK FELTÁRÓHÁLÓZAT TERVE	13
KÜLÖNBÖZŐ UAV FELVÉTELEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ÉS ERDÉSZETI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA A SOPRON 100 N ERDŐRÉSZLETBEN	19
LÉGI LÉZERES LETAPOGATÁSBÓL FAEGYEDEK FELISMERÉSE ÉS FAÁLLOMÁNY- JELLEMZŐK MEGHATÁROZÁSA	26
AZ AGRÁRERDÉSZETI RENDSZEREK HIDROLÓGIÁJÁNAK VIZSGÁLATA A FERTŐDI GYÜMÖLCSKUTATÓ INTÉZET TERÜLETÉN	32
VÍZMINŐSÉG ELEMZÉSEK A RÁBA FOLYÓN	38
HIDRO-METEOROLÓGIAI ADATOK ELEMZÉSE ÉS ELŐKÉSZÍTÉSE 2017-2020 KÖZÖTT A HIDEGVÍZ-VÖLGYI KÍSÉRLETI VÍZGYŰJTŐ TERÜLETEN	43
FAÁLLOMÁNY-JELLEMZŐK VIZSGÁLATA UAV-K SEGÍTSÉGÉVEL A SZOMBATHELYI ERDÉSZETI ZRT.-NÉL	47
HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATOK EGY FÁS LEGELŐN	53

A Jankó Sándor Díjról

A konferencia keretében emlékeztünk meg Intézetünk, a Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, jogelődje az egykori Erdészeti Földméréstani Tanszék vezetőjéről Jankó Sándorról.

A Jankó Sándor díjat Jankó Péter egykori professzorunk unokája alapította. A Díj alapításának célja Jankó Sándor professzor emlékének megőrzése, az Erdőmérnöki Karon, a geomatika, az erdőfeltárási és a vízgazdálkodás területén jó tanulmányi eredményt elért hallgatók jutalmazásával. A kitüntetésre azok pályázhatnak, akik:

- mesterszintű vagy osztatlan képzésben, az adott tanulmányi évben fejezik be tanulmányaikat és diplomamunkájukat a Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézetben készítették;

A Jankó Sándor Díj nyertesek előadásából az említett szakterületek jelenlegi kutatási témáiról tájékoztatást kaptunk, fókuszálva természetesen azokra az eredményekre, amelyeket a díjazottak értek el.

A konferencia menete

- A díjban részesülő végzős hallgatók előadásai.
- Tudományos munkák (oktatói és hallgatói előadások az intézetből)

Az előadásokból készült konferenciaközlemények

A díjban részesülő végzős hallgatók munkái

Kaizer Benjamin: Hullámtéri és mentett oldali erdők és a vízviszonyok kapcsolata

Kelemen László: Feltáráshálózat tervezése Bakonyerdő Zrt. bakonybéli erdészetének területén a Bécsi-árok és a Kőrös-hegy környezetének feltáráshálózat terve

Tudományos munkák (oktatói és hallgatói előadások az intézetből)

Csizmadia Krisztina: Különböző UAV felvételek összehasonlítása és erdészeti alkalmazhatóságának vizsgálata a Sopron 100 N erdőrészletben

Csuma Kata Viola: légi lézeres letapogatásból faegyedek felismerése és faállomány-jellemzők meghatározása

Horváth József: Különböző felszínborítású völgyfenéki területek hidrológiai és botanikai jellemzői

Nevezi Csenge: Hidro-meteorológiai adatok elemzése és előkészítése 2017-2020 között a hidegvízvölgyi kísérleti vízgyűjtő területen

Szász Botond: Faállomány-jellemzők vizsgálata UAV-k segítségével a Szombathelyi Erdészeti Zrt-nél

Szőke Előd: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn

HULLÁMTÉRI ÉS MENTETT OLDALI ERDŐK ÉS A VÍZVISZONYOK KAPCSOLATA

KAIZER BENJÁMIN – GRIBOVSKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
bercel888@gmail.com

Bevezetés

A Duna magyarországi folyásának alsó szakaszán két kocsányos tölgyes (*Quercus robur*) erdőrészletben vizsgáltuk az évgyűrűszélesség és a különböző környezeti tényezők kapcsolatát. Ilyen környezeti tényezők voltak az évi középhőmérséklet, az éves csapadékösszeg az erdészeti aszályindex (FAI) és a Duna vízállása. Egy másik része a munkálatoknak az elmúlt 20 év tervezési és véghasználati adatainak az elemzése volt a vízviszonyokkal összefüggésben a Bátaszéki Erdészethez tartozó Bába és Kölked községhatáraitban található erdőkről.

Az évgyűrűvizsgálatról általában

A mérsékelt égövre jellemző leginkább a fák évgyűrűs felépítése (MOLNÁR 1999). A fakorong legszélén a héjkéreg található. Befelé haladva elérjük a háncsot, majd a kambiumot, ami kifelé a már említett háncsot, míg befelé a fatestet növeli. Utóbbinak a még élő részét szíjácsnak nevezzük. (TURCSÁNYI 1998). A már elhalt szíjácscrészt nevezzük gesztnek. Legfelül található meg a fa belét. Sok esetben megfigyelhetők a bélsugarak is. (MOLNÁR 1999). A korai pászta a tavaszi nagyobb vízszükséglet miatt tág üregű edényekből áll, ezért világos színű is lesz (MAJER 1972). Később a nyár előrehaladtával és a körülmények szárazabbá válásával a csökkent a párologtatás miatt az edénynyalábok egyre vastagabb fallal épülnek fel. Ez egy sötétebb késői pásztát fog eredményezni. Az évgyűrűszélességet több minden is befolyásolhatja. Majer Antal (1972) kutatása során kettő nagy csoportra bontotta ezeket a tényezőket. Az egyik csoportba a belső hatásokat sorolta. Ilyenek a faji, fajtabeli tulajdonságok, az életkor, a magtermés. A másik csoportba pedig a külső hatások szerepelnek, mint az éghajlati és környezeti tényezők, valamint az egyéb, nem klimatikus hatások. Az előbbihez tartozik a csapadék mennyisége, a hőmérséklet, a termőhely vízgazdálkodása, a talajvíz mennyisége és a napfény időtartama is. A nem klimatikus hatásokhoz például a tüzesetek, a rovarkárosítások (VARGA FERENC szerk. 2001.) és a különféle gombák, vírusok, baktériumok által okozott betegségek tartozhatnak. Mindezek a hatások évről évre elraktározódnak a faegyedek évgyűrűiben, így a fa integrálja a környezeti hatásokat (SCHWEINGRUBER 2012). A fák fiatalkori növekedése többnyire erőteljesebb, ilyenkor még kevésbé függ az egyedek fejlődése a klimatikus folyamatoktól. Mikor a fa közeledik a biológiai életkora végéhez, egyre keskenyebb évgyűrűket fog növesztetni (FRITTS 1976).

Vizsgálati anyag és módszer

Évgyűrűelemzés

A legtöbb esetben uralkodó fákat választanak, mert így a versengésből adódó hatást ki lehet küszöbölni. Jó, ha hasonló korú és egészséges a fa. Élő fák esetében növedékfűröt alkalmaznak a mintagyűjtés során. Holt fák esetében vagy ha a fakitermeléskor szerezzük be a mintákat, többnyire teljes korongok begyűjtésére is lehetőség van. Korongrészletek esetén is lényeges, hogy minimum egy, de lehetőleg kettő sugár teljesen látszódjon.

A különféle minták évgyűrűinek a lemérésre is többféle lehetőségünk van. Előtte azonban szükséges a korongok megfelelő felkészítése. Ezt folyamatosan egyre finomabb

csiszolópapír használatával tehetjük meg. Kezdeni lehet a P 40-as papírral, aztán a 120-assal és így tovább. A cél az, hogy a végén jól kivehetőek legyenek az évgűrűk. Miután elértük a megfelelő felületminőséget, következhet a mérés. Ha van lehetőség, akkor több sugárban kell mérni a pontosság kedvéért. Talán a legelterjedtebb megoldás manapság a LINTAB mérőasztalon történő mérés. Az adatok rögtön bekerülnek a számítógépbe. Ezután a TSAP nevű programmal lehetőség nyílik az adatsorok grafikus összehasonlítására (Szabados 2007, Garamszegi 2016, Kern 2010, Árvai 2019). Egy viszonylag jó fényképeket készítő fényképezővel is lehet fotókat készíteni a fakorongokról. Ezt azután fel lehet dolgozni egy távolságmérésre alkalmas mérnöki programmal. A feldolgozás során ez utóbbi megoldást választottuk.

Az évgűrűvizsgálathoz fakorongokat gyűjtöttünk kettő erdőrészből. Fontos kitétel volt, hogy ez a kettő erdőrészlet más vízhatással rendelkezzen (legyen egy hullámtéri és egy mentett oldali erdőrészlet) és lehetőleg idős, kocsányos tölgy állományokból álljon. A Bátaszéki Erdészeti területén kettő ilyen állomány volt, így azokból kellett dolgoznom, ezért nem teljesen felelnek meg a kritériumnak. A mentett oldali erdőállományhoz, ami a Kölked 83/L névre hallgat, közel esik egy holtág, az erdőtérkép szerint körülbelül 600 m-re van tőle, ami kedvezőbb irányba tolhatja a termőhelyet. A Duna viszont 4300 méterre folyik az itt álló fáktól. A hullámtéren található bátai részlet – amit a Bába 27/M névre kereszteltek – esetében pedig egy nyári gát van a Duna és az erdő között, ami bár kisebb a mai töltésnél, de valamennyit ez is befolyásolja a termőhelyet. Ugyanakkor a Dunához lényegesen közelebb van, mintegy 800 méterre fekszik a folyótól.

Mindkét területről 15 korongot, vagy korongdarabot sikerült beszerezni. A fentebb ismertetett csiszolási technika után a korongok befotózása következett, amit egy jó minőségű képeket készítő fényképezőgéppel sikerült végrehajtani. A fényképező elhelyezéséről a korong fölött látható egy felvétel a 1. ábrán.



1. ábra: A korongok fényképezése

Miután digitalizáltuk a korongokat AutoCAD-ben, léptékhelyesen, sugárirányban kezdtük el mérni az évgűrűk szélességét századmiliméteres pontossággal. A mérést a kéregtől a bél felé végeztük. Minimum kettő sugarat jelöltünk a képeken, amik a kéregtől, lehetőség szerint a bél felé tartottak. A kapott eredményeket korongonként átlagoltuk. Ezeket az értékeket grafikonokon ábrázoltuk. Ilyenkor könnyen észrevehetőek a mérési hibák, elcsúszások, ugyanis vannak úgynevezett jelölő évek. Ilyen volt a bátai részlet esetében 1940-1941., 1947-1948., 1966. és a 2004-2006-ig tartó időszak. Ezek vagy Lymantria dispar károsítást jeleznek, vagy valamilyen árvízről tanúskodnak.

Standardizálás

Miután a nyers adatok mérésével és a javításokkal végeztünk, jöhetett a standardizálás. Erre azért van szükség, mert a fák más ütemben nőnek fiatal korban és más ütemben idős korban. Ezt a fára jellemző tulajdonságot ki kell szűrni, hogy ne rontsa el a későbbi korreláció számításokat. Ehhez az ARSTAN programot használtuk (COOK, E. R. – KRUSIC, P. J. 2006). A kapott évgyűrűindex eredményeket hasonlítottam össze a különböző környezeti hatásokkal.

Korreláció számítás esetén az éghajlati és más adatok pozitívan és negatívan is korrelálhatnak az évgyűrűsége növekedésével. Előző év augusztusától vizsgáltuk az összefüggéseket a havi középhőmérséklet, a havi csapadékösszeg és az egy év alatt nőtt évgyűrűsége között egészen a növekedés évének szeptemberéig. A csapadékösszegeknél összesítettük először az adott év áprilisától augusztusig esett csapadékokat (AMJJA), a legcsapadékosabb hónapok csapadékait (MJJ) és a nyári hónapokban esett csapadékokat (JJA). Ezeket is korreláltattuk az évgyűrűindexekkel.

Sajnos a korreláció számításokba több zavaró évgyűrűindex is belekerült. Ilyen évek a jegesárak, a Lymantria dispar károsítások és a magas zöldárak. Ezen évek miatt, ha a fa teljes életére néztük a korreláció számításokat, nem kaptam értelmezhető szignifikáns kapcsolatot egyik környezeti tényezővel sem. Ezért próbáltuk kisebb szakaszokra is elkészíteni a korreláció számításokat.

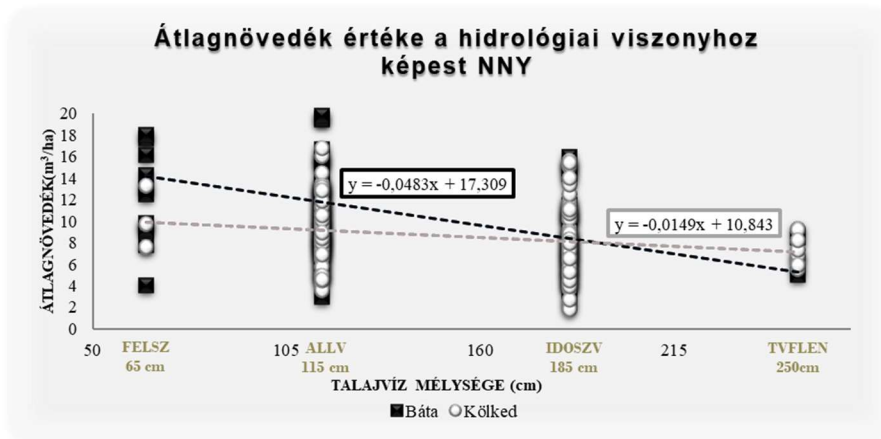
Fakitermelési adatok elemzése

A 2000-2019-ig tartó időszak tervezési adatait, valamint ezen időtartam véghasználatainak eredményeit elkértük az erdészettől. Gyűjtéseink nyárákra, fűzekre, fekete dióra, kocsányos tölgyre és magyar kőrisre egyaránt kiterjedtek. Az erdőrészekben élő fák végvágáskori életkorát kiszámoltuk. Ezután egy hektárra átszámoltuk a m³-ben kapott véghasználati eredményeket. Az elegyarány és a redukált terület függvényében kerültek közelebb a valós értékekhez. Viszont még így is jelentős lehet a hiba a számításokban. Például a tervezési adatokban is lehet tévedés, ha az elegyarányokat rosszul vették föl. Az azonos fajok m³/ha adatainak értékelésekor több probléma is fölmerült, megpróbáltuk éves átlagnövedékeket kimutatni és azokat ábrázolni. Mindezeket a hidrológiai viszonyokhoz rendeltük, amikhez azt a számot párosítottuk, amit az átlagos áprilisi talajvízszintjének az átlagolásával kapunk. Így a felszínig nedves területekhez a 65-öt, az állandó vízhatású területekhez a 115-öt, az időszakos vízhatású helyek mellé a 185-öt párosítottunk. Végül a többletvízhatástól független területekhez is kellett valamilyen számot rendeljünk, amit – mivel az időszakos vízhatás 220 cm-ig terjed – 250 cm-ben határoztunk meg.

Eredmények

Nemesnyár

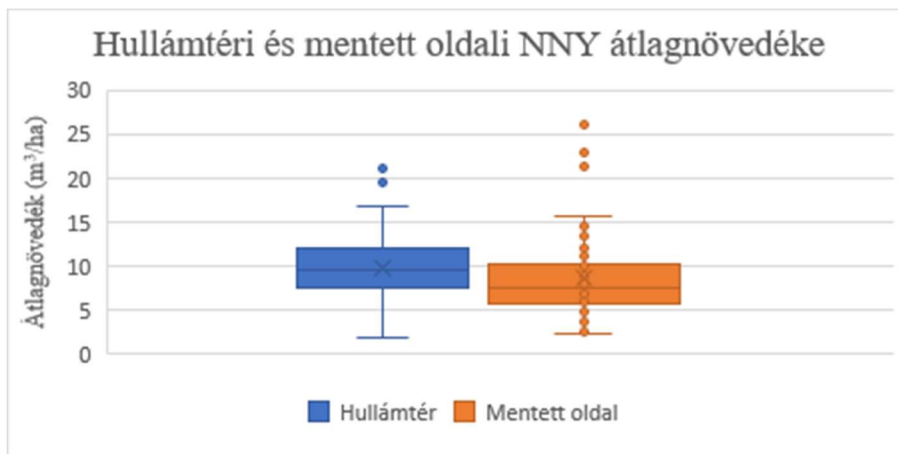
A hely hiánya miatt a nemesnyarak átlagnövedékének az ábrázolását mutatjuk csak be a hidrológiai viszonyokkal összefüggésben. Azt láthatjuk már a 2. ábrából is, hogy a bátai község határon található erdőrészekben a talajvízszint magasabban van, mert jóval több a felszínig nedves kategóriába sorolt és kevesebb a többletvízhatástól független terület. Ezért itt jelentősebb a nemesnyár termelése is. Az eredmények alapján a nemesnyarak átlagos éves növedéke a bátai részekben jóval meredekebb képet mutat. Vagyis a legjobb vízellátottságú területeken jóval magasabb lesz az átlagnövedék értéke, mint a kölkedi nemesnyaras részek esetében. Utóbbi területen sokkal kiegyensúlyozottabb a hidrológiai viszonyok kapcsolata.



2. ábra: Átlagnövedék értéke Kölkeden és Bátán a nemesnyarak esetében a hidrológiai viszonyokhoz kapcsolódóan

A többletvíz hatása a nemesnyarak átlagnövedékére

Felosztottuk a kitermelt erdőrésztleteket hullámtérre és mentett oldalra. Dobozdiagramon ábráztuk az így kapott adathalmazt (3. ábra), amely jól mutatja, hogy a mentett oldali állományok átlagnövedéke aszimmetrikus eloszlást követ annak ellenére, hogy már előtte a nagyon kiugró eredményeket eltávolítottuk. A t-próbával összehasonlítva a hullámtéri és a mentett oldali átlagnövedékeket megállapítható, hogy a hullámtéri állományok jobb növekedés mutatnak 5%-os szignifikancia szint mellett (p-érték: 0,01683). Mivel a nagyon magas átlagnövedék adatok befolyásolják az átlagot, így a t-próba alkalmazása megkérdőjelezhető. Viszont a nem normális eloszlás esetén is alkalmazható Mann-Whitney-Wilcoxon teszttel már össze tudtam hasonlítani őket. A vizsgálat eredménye mutatja, hogy a 2. ábrán látható adatsor 5%-os szignifikancia szint mellett különböző (p-érték: 0,0007813). Ezek alapján a hullámtéren ültetett és nevelt nemesnyarasok esetében statisztikailag is igazolható, hogy jobb növekedésre számíthatunk.

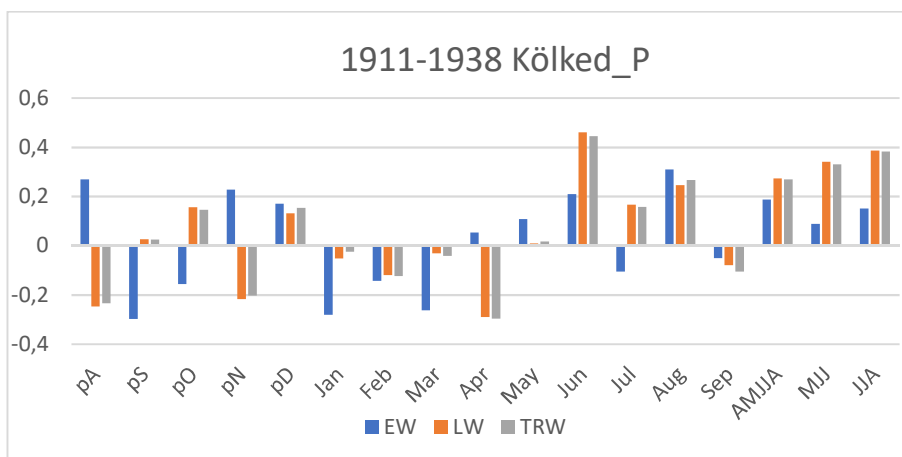


3. ábra: Hullámtéri és mentett oldali nemesnyarak átlagnövedéke

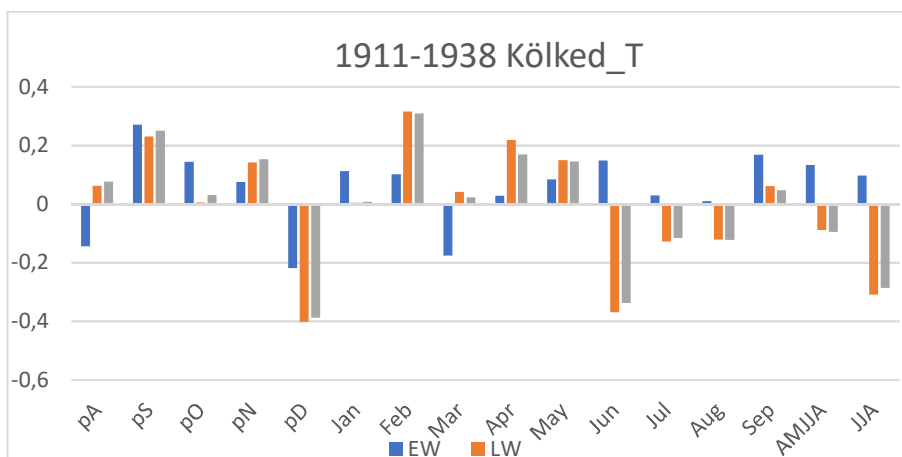
Korreláció számítás a Kölked 83/L erdőrésztletre

A havi csapadékösszeggel és a havi középhőmérséklettel számított korrelációkat az 1911-1938-ig tartó időszak évgyűrűindexeivel vetettük össze (4. és 5. ábra). Az 1911-1938 közötti időszakban pozitívan korrelál a júniusi csapadékösszeggel a teljesévgyűrű index. Az áprilisi csapadék mennyiségével viszont negatív kölcsönhatásban áll az évgyűrű. A májustól augusztusig lehulló csapadék pozitívan hat az évgyűrű növekedésére ebben az időszakban.

A hőmérséklet esetében negatív korreláció van az évgyűrűnövekedés előtti év decemberével és az adott év júniusával. Pozitív a kapcsolat viszont a vegetációs időszak előtti februárral.



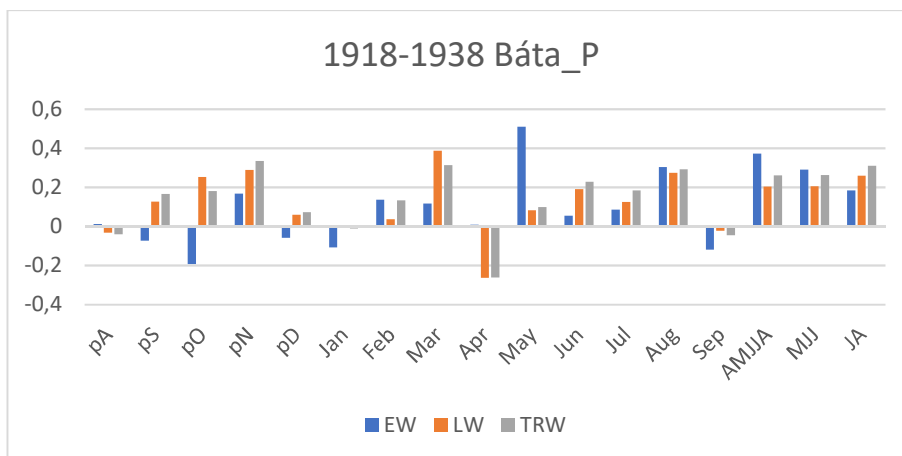
4. ábra: Kölked 83/L évgyűrűindexeinek kapcsolata a havi csapadékösszeggel az 1911-1938 közötti időszakban



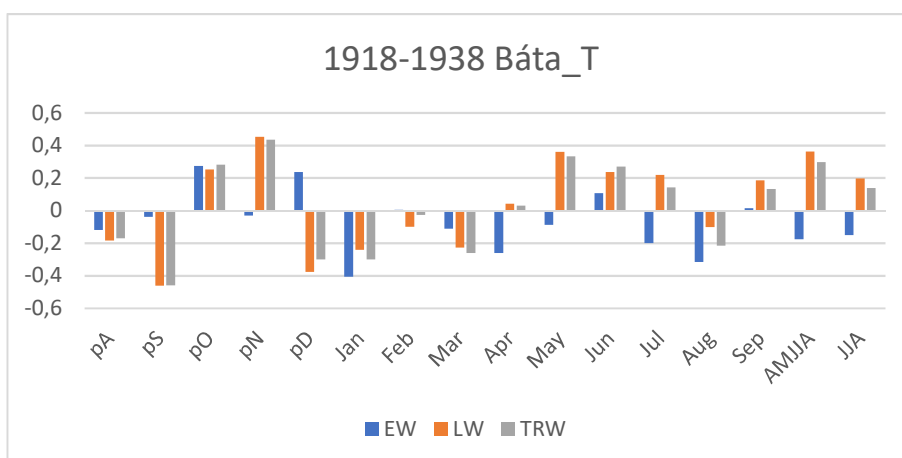
5. ábra: Kölked 83/L évgyűrűindexeinek kapcsolata a havi középhőmérséklettel az 1911-1938 közötti időszakban

Korreláció számítás a Bába 27/M erdőrésztletre

A bábai évgyűrű indexekre is elvégeztük a korrelációs számításokat. Az 1918-1938-ig tartó időszakban (6. és 7. ábra) a márciusi csapadékkal pozitív szignifikáns kapcsolatban van a késői pászta szélessége. A májusi csapadékösszegek pedig a korai pásztával korrelálnak pozitívan. Az előző év novemberi hőmérsékletével és a növekedés évében a májusi középhőmérséklet adatokkal is szignifikáns pozitív kapcsolatban áll a teljes évgyűrű index. Negatívan korrelál az adott időszak késői pászta indexeivel a megelőző év szeptembere és decembere, valamint az adott év januári középhőmérséklete.



6. ábra: Bába 27/M évgűrűindexeinek kapcsolata a havi csapadékösszeggel az 1918-1938 közötti időszakban



7. ábra: Bába 27/M évgűrűindexeinek kapcsolata a havi középhőmérséklettel az 1918-1938 közötti időszakban

Az erdészeti aszályindexre is elvégeztük a korrelációs számításokat. A korreláció értéke sehol sem haladja meg a számított szignifikancia szintet, vagyis nincs összefüggés ezeken a termőhelyeken az aszályindex és az évgűrűk szélessége között.

A Duna vízszintjének járásával is hasonlóan jártunk el. Ott sem találtunk lényeges szignifikáns összefüggés az évgűrűszélességek és a folyó vízszintje között.

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Az elmúlt 20 éves véghasználatok elemzésénél a hidrológiai kategóriák szerint vittük föl az átlagnövedék értékeket a grafikonokra. Nagyobb meredekségű volt a trendvonal – amit a különböző hidrológiai viszonyokra vetítettünk rá – a bátai község hatáiban álló nemesnyarasok esetében. Ez arra enged következtetni, hogy az itt élő erdők átlagnövedéke jobban ki van téve a többletvízhatásoknak, mint a kölkedi területeken álló erdők. Hidrológiai szempontból kedvezőbb a nagy hullámtérrel rendelkező gemenci rész. Az elemzésünk egyik legfontosabb eredménye, hogy a kapott adatokból statisztikailag is sikerült bizonyítani, hogy a hullámtéren ültetett nemesnyarak jobb növekedésre képesek a mentett oldalon élő társaiknál.

Az évgűrűszélességek és a vizsgált éghajlati tényezők között a kölkedi részletben, ami feltehetően jobban ki van téve az éghajlati hatásoknak, egyértelműen pozitívan korrelál a júniusi csapadékkal. De az is elmondható, hogy a nyári időszakban leesett csapadék jó hatással van az évgűrűszélesség növekedésére. Ugyanakkor az áprilisi csapadék negatívan

hat a késői pásztára és ebből kifolyólag a teljes évgyűrűnövekedésre is. A havi hőmérsékletadatok szerint, ha az előző év decemberében jó idő volt, akkor kisebb évgyűrűnövekménnyel számolhatunk. De negatívan hat rá elsősorban a júniusi középhőmérséklet is. A bátai erdőrészlet esetében egyértelműen a márciusi csapadékösszeg teljes évgyűrűre és a májusi csapadékmennyiség korai pásztára gyakorolt pozitív hatásra lehet következtetni a diagrammból. Itt a nyári csapadékmennyiségnek kisebb a jelentősége, valószínűleg azért, mert közelebb található a Dunához. Ha a másik diagramra tekintünk azt látjuk, hogy ha az előző év novemberében magasabb a hőmérséklet, akkor a következő évben jobb növekedéssel számolhatunk, de a vegetációs időszakban is fontos, hogy ne legyen hűvös. Viszont a decemberi, januári időszak során mért magasabb hőmérséklet adatok nem kedveznek a bátai kocsányos tölgyesek évgyűrű növekedésének. Az erdészeti aszályindex eredményeivel nem korrelált egyik erdőrészlet esetében sem az évgyűrűszélességek évenkénti változékonysága. Hasonló következtetésekre jutottam, mikor a Duna vízállásával korreláltattam az évgyűrűszélességeket.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt valamint az Agrárminisztérium (EGF/103/2021) támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- ÁRVAI M. (2019): *Holtfaanyag évgyűrűvizsgálatával nyert információk környezettörténeti szempontú értelmezése egy hegyvidéki és egy alluviális lelőhely példáján*. PhD értekezés. 17-18 p
- FRITTS, H. C. (1976): Tree rings and climate. *The Blackburn Press*. New Jersey. 4-10 p, 115-116 p
- GARAMSZEGI B. ÉS KERN Z. (2016): Hazai bükkösök körlap-növekedésének trendjei a változó klíma tükrében. *Erdészettudományi Közlemények*. 6. évf. 1. szám. 35-44 p
- KERN Z. (2010): *Éghajlati és környezeti változások rekonstrukciója faévgyűrűk és barlangi jég vizsgálata alapján*. PhD értekezés
- MAJER, A. (1972): Évgyűrű-kronológia. *Az Erdő* 21. (107.) évf. 4. füzet. 164-171 p
- MOLNÁR, S. (1999): *Faanyagismeret*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest
- SCHWEINGRUBER, F. H. (2012): Der Jahrring – Standort, Methodik, Zeit, und Klima in der Dendrochronologie. 2. kiadás (bővített). 12 p, 14 p, 20 p
- SZABADOS I. (2007): A csapadék hatása a cser évgyűrűméretére. *Erdészeti Kutatások*. 92. évfolyam. 121-128 p
- TURCSÁNYI G. – TURCSÁNYINÉ SILLER I., (1998): *Növénytan*. Kossuth Kiadó, Budapest. CD-ROM
- VARGA F. (2001) (szerk.): *Erdővédelem*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. 260 p.

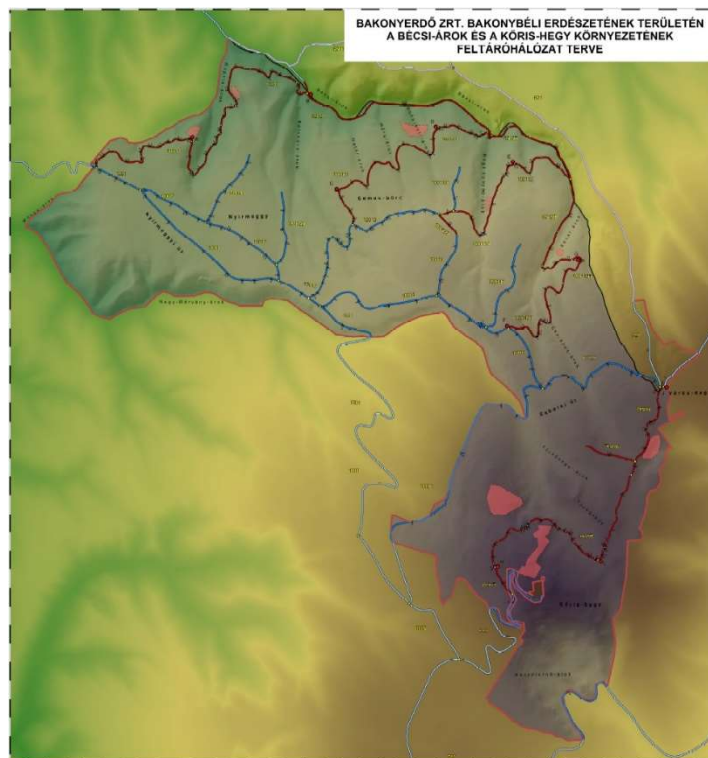
FELTÁRÓHÁLÓZAT TERVEZÉSE BAKONYERDŐ ZRT. BAKONYBÉLI ERDÉSZETÉNEK TERÜLETÉN A BÉCSI-ÁROK ÉS A KÖRIS-HEGY KÖRNYEZETÉNEK FELTÁRÓHÁLÓZAT TERVE

KELEMEN LÁSZLÓ

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
kl.kelemenlaszlo@gmail.com

Bevezetés

A történelem során az erdőgazdálkodók az ökonómiai szempontok miatt felismerték, hogy az erdővel való gazdálkodás eredményessége nagymértékben függ a kitermelt anyagok szállítási költségeitől és a terület megközelíthetőségétől, így megkezdődött az erdő feltárása. Mára azonban az erdőfeltárás többet jelent, mint gazdasági haszonszerzési eszköz. Az erdőállományok korszerű, tervezhető és természetszerű kezelését teszi lehetővé a gyors és akadálytalan megközelíthetőség elősegítése. A korszerű erdőgazdálkodás érdekében – a Bakonyerdő Zrt. Bakonybéli Erdészetének felkérésére – készítettem el a Magas-Bakony részét képező Bécsi-árok és Köris-hegy környezetének feltáróhálózat tervét. A domborzat adottságainak következtében a feltáróhálózat nyomvonalainak rögzítése érdekében további hidrológiai és úttervezői vizsgálatok elvégzése vált szükségessé.



1. ábra Tervezett feltáróhálózat

Terület általános jellemzése

A 491,4 ha nagyságú lehatárolt terület, mely a bükkös és gyertyános-tölgyes klímarégióban helyezkedik el. Domborzatára jellemző a kimélyülő árkok, meredek oldalak és laposabb gerincek váltakozása. A meredek oldalakon gyakran erodált talajfelszín és sziklakibúvások figyelhetők meg.

A területen átlagosan 502 m³/ha élőfakészlet van jelen, melynek nagysága okot ad a jelenlegi feltáróhálózat felülvizsgálatára. Legnagyobb részén védelmi rendeltetés mellett vágásos üzemmódú gazdálkodás zajlik. A terület teljes egésze védett.

Meglévő feltáróhálózat értékelése

A területen jó minőségű feltáróutak és számtalan nem útnak minősülő egyéb nyom található. Néhány nyom esetében fellelhető a tudatos helyszínrajzi tervezés. Sok esetben azonban a hosszú évek alatt kialakult szekér nyomok figyelhetőek meg. Ezen nyomvonalakon pontszerűen található murva réteg, melyet az erdőgazdálkodó ideiglenes megoldásként alkalmazott annak stabilizálására.

1. táblázat Meglévő feltáróhálózat összefoglalása a jelenlegi útkategóriák szerint

Jelenlegi útkategória	Feltáróút	Egyéb nyom	Összesítés
	m		
További felhasználásra nem javasolt	0	7 487	7 487
További felhasználásra javasolt	7 202	4 052	11 254
Összes	7 202	11 539	18 741

A területen fellelhető nyomvonalak közül a feltáróutak a jelenlegi formájukban felhasználhatóak, valamint az egyéb nyomok közül további felhasználásra javasoltak azok, melyeknek helyszínrajzi és magassági vonalvezetése megfelelő. A meglévő hálózat a jelenlegi formájában nem teszi lehetővé a jövőben tervezett erdőgazdálkodáshoz szükséges területfeltárást, ezért a további felhasználásra javasolt egyéb nyomok nyomvonalán kiszállítóút építése javasolt, valamint új útvonalak kialakítása szükséges. A táblázatban nincsen feltüntetve a tervezett útvonalak által érintett meglévő egyéb nyomok.



2. ábra Egyéb nyom

Tervezési alapelvek

A vizsgált terület nagy része faanyagtermelést szolgáló erdő, ezért a feltáróhálózat tervezésekor elsődlegesen az erdőgazdálkodói igények kielégítésére kellett törekedni. A tervezői munka során a terület finom feltárási elősegítésére és a közelítési távolság csökkentésére kellett koncentrálni. A feltáróhálózat elemeinek vonalvezetésénél a meredek oldalak megközelíthetőségének és a területfeltárási igényeinek is eleget kellett tenni.

Feltárási koncepció

„A feltárási koncepció rögzíti a feltáráshálózat vonalai mentén a változó körülményeknek legjobban megfelelő feltárásezközök sorozatát” (Kosztka, 2000). A feltárási koncepciót az alkalmazott fahasználati technológiákhoz igazítottan terveztem meg, valamint kialakításánál elsődleges szempont volt a terep dőlése, mely erdőrézlet szinten került meghatározásra. Az elsődleges védelmi rendeltetés miatt a terep lejtési határértékeit 10%-kal csökkentettem (2.táblázat).

2. táblázat Tervezett feltárási koncepció

Lejtés (%)	Koncepció	Alkalmazott eszköz
0-15%	feltáróút-kiszállítóút-közelítőnyomok	Forwarder
15-35%	hosszabb feltáróút-rövidebb kiszállítóút-rövid közelítőnyomok vagy épített közelítőnyomok	Csörlős vonszoló+ Forwarder
35%<	a. feltáróút-sűrűn kiszállítóút-rövid közelítőnyomok, vagy épített közelítőnyomok b. Feltáróút-kiszállítóút-Kötélpálya	a. Csörlős vonszoló + Forwarder b. Mobil kötélpálya

Jelenleg a kötélpályákat nem alkalmazza a gazdálkodó, mert azok az elmúlt évtizedek tapasztalatai alapján gazdaságosan nem üzemeltethetők. A kötélpályák jövőbeli alkalmazásához szükséges támogatás azonban eddig nem megoldott. A 35%-ot meghaladó oldalak feltárásánál a kötélpálya alkalmazásának hiányában mértékadó tulajdonságként a csörlős vonszolót és annak kötélhosszát vettem alapul. A kötélhossz kétszeresével és az átlagos famagassággal (~30 m) számolva kaptam meg azt a maximális oldalhosszt, amelyen még völgyfenékről és az oldaltetőről csörlözéssel a közelítés elvégezhető. Ez az érték 170 m. A mellégvölgyek oldalai többségben a kritikus hosszánál rövidebb szakaszon 35%-ot meghaladó keresztdőléseik. Ahol a kritikus hosszát meghaladja az oldalhossz, ott az oldalban erdészeti út kialakítása javasolt, vagy mobil kötélpálya alkalmazása megfontolandó.

Feladat megoldás menete

Első ütemben az előzetes információgyűjtést végeztem, melynél fontos szempont volt, hogy olyan vektoros és raszteres dokumentumokat, valamint leíró adatokat gyűjtsék, amelyeket az alkalmazott programba be tudok illeszteni.

A második ütem első szakaszában a terület és a meglévő feltáráshálózat felmérését végeztem el. Az állapotfelmérés során az útleltári útkategóriák felülvizsgálatát és a további felhasználásuk lehetőségét és módját határoztam meg. A terepi mérés második szakaszában a tervezett nyomvonalak semleges vonalainak előzetes tervét készítettem el és tűztem ki a terepen. A semleges vonalak előzetes tervét, a TopoXmap térinformatikai szoftver „semlegesvonal” rajzoló eszközével, a beimportált digitális domborzatmodellen határoztam meg. A semleges vonalakat aszerint készítettem el, hogy lehetőleg két egymást követő szakasz lejtésének különbsége ne haladja meg a 3%-t, valamint a mellékvölgyeket 0% körüli értékkel (átdobással) keresztezzék. Az előzetesen meghatározott semleges vonalak főbb értékeit feljegyeztem, majd ezen adatok segítségével a terepen felkerestem és kitűztem azokat. A felkeresést Möller-féle zseblejtűzővel végeztem és a mérési pontokat cövekekkel rögzítettem, majd GPS műszerrel bemértem. Amennyiben a kitűzés során a tervezett semleges vonal valamilyen terepi akadályba ütközött (sziklakibúvás), úgy javítottam a semleges vonalat és a módosított szakaszokat újra kitűztem. A terepi mérés adatait feljegyeztem. A sikeresen kitűzött semleges vonalak hosszabb távú terepi rögzítését

végeztem el. A cövek helyét a cövekhez legközelebbi fa törzsére egy lefelé mutató narancssárga nyíllal jelöltem meg.

Harmadik ütemben feldolgoztam a terepen gyűjtött információkat és a feltáráshálózat térképi megjelenítését végeztem el a TopoXmap térinformatikai program segítségével. A tervezett utak nyomvonalának közelítő pontosságú rögzítése érdekében ebben a szakaszban végeztem el a hidrológiai és úttervezői vizsgálatokat is.



3. ábra Kitűzés rögzítése a terepen

Tervezett feltáráshálózat értékelése

A tervezett erdészeti utak elhelyezésénél törekedtem a megfelelő helyszínrajzi és magassági vonalvezetésű meglévő egyéb nyomok felhasználására is, így 643 m hosszan használtam fel egyéb nyom nyomvonalát. Ezen szakaszok hosszát a 3. táblázatban ismertetett tervezett erdészeti utak tartalmazzák.

3. táblázat Tervezett feltáráshálózat útosztály szerint

	II. osztályú feltárási út	Kiszállítóút	Összesen
Meglévő erdészeti út	7 202	-	7 202
Meglévő egyéb nyom, amely fejlesztésre javasolt	-	4 052	4 052
Tervezett erdészeti út	2 146	8 711	10 857
	19,8%	80,2%	100,0%
Tervezett feltáráshálózat	9 348	12 763	22 111
	42,3%	57,7%	100,0%

A feltártság mértékét mutatószámmal lehet legegyszerűbben jellemezni. Ezt az értéket a lehatárolt terület és az összes hálózati elem hosszának hányadosa adja (4.táblázat).

4. táblázat Feltártsági mutató

Lehatárolt terület (491,4 ha)	Összes hossz	Feltártsági mutató
Meglévő feltáráshálózat	7 202 m	14,66 fm/ha
Meglévő + tervezett feltáráshálózat	22 111 m	44,99 fm/ha

A Bécsi-árok lefolyási viszonyainak vizsgálata

A feltáráshálózat kialakításához elengedhetetlen a Bécsi-árokban való közlekedés biztosítása. A völgyben jelenleg használt egyéb nyomot rendszerint elmossa a nagy mennyiségű csapadék következtében kialakult vízhozam. Az időjárástól független közlekedés megteremtése érdekében 6212T jelű tervezett Bécsi-árok kiszállítóút nyomvonalát célszerű a völgy oldalában bevágással és töltéssel kialakítani. Az úttengely mederfenéktől való függőleges távolságát a mértékadó vízhozam meghatározásával az adott keresztaszelvényben határozható meg. Az említett tervezett út közelítő pontosságú rögzítéséhez a Bécsi-árokban keletkező mértékadó vízhozam vizsgálata szükséges, melyre legalkalmasabb a racionális módszer. A vizsgálatot a Bécsi-árok vízelvezetés szempontjából kritikusnak vélt további szelvényében is szükséges elvégezni. A racionális módszerrel végzett vizsgálatok következtetések levonására alkalmasak. A módszer elvégzéséhez a vízgyűjtő terület lehatárolását követően a leghosszabb lefolyási vonalat határoztam meg. A lefolyási vonalat hossz-szelvényét ábrázoltam. A mértékadó vízhozam számításának fontos része a lefolyási tényező, melyet kétféle táblázat alapján is meghatároztam.



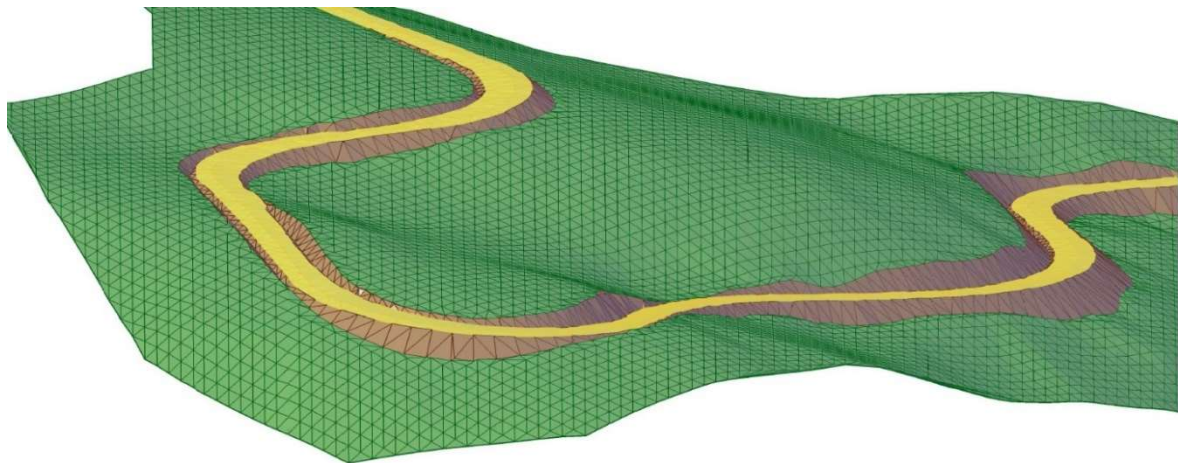
4. ábra Bécsi-árok középső szakasza

A feltáráshálózat tervezés szempontjából a kapott értékek alapján megállapítható, hogy már a 3. szelvényben, tehát a Bécsi-árok felső szakaszában is nagy gondot kell fordítani a tervezett útvonal kiemelésére, valamint a töltés vízerózió elleni védelmére. Az előzetesen becsült 1,5 m kiemelési magasság szükségesnek bizonyul. Ezen felül megállapítható, hogy az összes mellékvölgy és tervezett út keresztezésében töltésbe épített csőáteressel a vízelvezetés megoldható, tehát kishíd építése nem szükséges. A véglegesítéséhez további hidraulikai vizsgálat szükséges.

Csalános-árok kiszállítóút kritikus fordulójának vizsgálata

Az 100142T jelű Csalános-árok tervezett kiszállítóút vonalvezetésének tervezését jelentősen korlátozta az erősen szabdalt terepviszony. A lehetőségeket felmérve arra a következtetésre jutottunk konzulenseimmel, hogy hegyoldali forduló kialakítása szükséges.

A jelölt terület egy keskeny gerinc, melyen megkérdőjelezhető a pótkocsis tehergépkocsi paramétereire tervezett kiszállítóút minőségű forduló megépítése, ezért a vonalvezetés rögzítése érdekében megvizsgáltuk a tervezett út kritikus szakaszának vízszintes és magassági vonalvezetését.



5. ábra Csalános-árok kiszállítóút speciális hegyoldali fordulója

A terv alapján megállapítható, hogy a kiegyenlített földtömegeloszlás mellett a kiszállítóútnak megfelelő helyszínrajzi és magassági vonalvezetéssel megépíthető a Csalános-árok kiszállítóút kritikusnak vélt speciális hegyoldali fordulója. A terv elkészítéséhez a Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet közreműködésével fejlesztett maCADam úttervező programot és az AutoCAD mérnöki tervező szoftvert alkalmaztuk.

Összefoglalás

A 491,4 hektár lehatárolt területet feltáró utak hossza 7202 m-ről 22 111 m-re növekedett, így a feltártsági mutatója 14,66 fm/ha-ról 44,99 fm/ha-ra változott. A tervezett feltáráshálózat a jövőben épülő erdészeti utak alapjául szolgálhat.

Köszönetnyilvánítás

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

Felhasznált irodalom

- HALÁSZ G. (szerk.) (2006): Magyarország Erdészeti Tájai, Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest
- KISFALUDI B. (2014): Erdészeti utak környezeti hatásai, *Útügyi lapok*, 2. (4)
- KOSZTKA M. (2000): Erdőfeltárási a természetközeli, többcélú, többtulajdonosú erdőgazdálkodás feltételei között, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- KOSZTKA M. (2009): Erdészeti Útépítés, Erdészeti Utak Építése, Országos Erdészeti Egyesület, Budapest
- KOSZTKA M. – RÁCZ J. (2012): Erdészeti Útépítés, Erdészeti Úttervezés, Országos Erdészeti Egyesület, Budapest
- KUCSARA M. (1995): Erdészeti Vízgazdálkodás Gyakorlati Útmutató, Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron
- PÉTERFALVI J. (2011): Kutatási jelentés, NymE-ERFARET Nyugat-magyarországi Egyetem Erdő- és Fahasználtsági Tudásközpont Nonprofit Kft.
- SEDLAK, O. (1993): Walderschliessung und Naturschutz, *Österreichische Forstzeitung*, 7. 10-12

KÜLÖNBÖZŐ UAV FELVÉTELEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ÉS ERDÉSZETI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA A SOPRON 100 N ERDŐRÉSZLETBEN

CSIZMADIA KRISZTINA – KIRÁLY GÉZA

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
csizmikritya@gmail.com

Bevezetés

Kutatásainkban olyan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle, pilóta nélküli légi jármű*) használatot vizsgáltunk, amiben dendrometria méréseket végzünk. A vizsgált terület a Sopronhoz tartozó 100/N erdőrészt. Az erdőrészt az állományt tekintve kocsánytalan tölgyesből áll, de ezen kívül még elegyfajként fenyő és gyertyán is megtalálható az erdőrésztben. Az UAV felvételeket ősszel és kora tavasszal készítettük, mind a két alkalommal különböző drónokat használtunk fel a különböző magasságokban történő repülésekhez. Az őszi felmérés során egy borított felszínmodell (BFM) állítottunk elő. A tavaszi repülés során a domborzat modell megalkotására törekedtünk. A digitális domborzatmodellek (DDM) a tereptárgyak nélküli földfelszín magasságát írják le. (KIRÁLY *et al*, 2017) Fontossága ennek a felmérésnek, hogy feltérképezzük az UAV-k használhatóságát egy erdőrészt felmérése során. A repülések után a számítógépen számított eredmények mellett terepi felméréseket is végeztünk, ezzel alátámasztva az eljárás használhatóságát. Az ilyen jellegű kutatások kezdenek napi gyakorlattá válni a mai világban, egyre több erdőgazdálkodó vásárol pilóta nélküli légi járművet, azaz drónt és felügyeli vagy vizsgálja erdőrésztjeit annak segítségével.

Az UAV-k – *Unmanned Aerial Vehicle* – esetében olyan pilóta nélküli légi járműről beszélhetünk, aminek a fedélzetén nincs irányító ember. Gyakran használják a drone/drón elnevezést is. Az UAV-kat eleinte csak katonai célokra használták, mára már sok más területen is használjuk ezeket a műszereket (A-NPA 2019/945). Az emberek nagy része csak hobbiból használja a drónokat, de fontos kutatások része is lehet egy ilyen pilóta nélküli légi jármű. Az UAV-kat sokféle módon lehet csoportosítani, mint méret, súly, működési paraméterek felhasználás szerint. Mi esetünkben olyan drónokat használtunk, amik egy kategóriákba sorolhatók, mind a két drón forgószárnyas, VOLT (*Vertical Take Off and Landing*), azaz függőlegesen fel- és leszállni képes eszközök. Repülési idejük 10 perc eltérést tekintve megegyezik. A hatótávolságukban van különbség a kisebb drónnak 2 km a hatótávolsága, míg a nagyobb drónnak 5 km a hatótávolsága.

Erdőgazdálkodásban használt távérzékelés során a felvételezés tárgya általában a faállomány. Felvételeken a fakorona vagy másnéven a fénykorona, azaz a felső lombkorona alkot képet ezzel eltakarva általában a második lombkoronát és a cserjeszintet. A felvételek készítésekor figyelembe kell venni minden olyan tényezőt, amely a felvétel sikertelenségéhez vezethet, ilyenek az időjárási viszonyok, megvilágítás, felvevő rendszerek teljesítő képessége, felvételezés időpontja. Az UAV-k által készített felvételeket Agisoft Photoscan program segítségével 3 dimenziós modellt tudjuk alakítani, amely alkalmas az erdőben az egyes fák jellemzőinek értékelésére. UAV-képekből információt kapunk a fa tulajdonságairól, mint például a fák számáról, a fa magasságáról, a korona vetületekről és koronazáródásáról. Továbbá meg tudjuk állapítani az egyes fák vagy faállományok kapcsolatát a környezetével, amelyek elengedhetetlenek az erdő megújulásának monitorozásához, az erdő mennyiségi elemzéséhez (MIDHUN MOHAN 2017).

Vizsgálati anyag és módszer

Méréseinket a Sopron 100/N erdőrészletben végeztük (*1. ábra*). Az erdőrészlet területe 1,58 ha. Ebben az erdőrészletben kocsánytalantölgy az uralkodó (elegyaránya 78%), elegyfajként megtalálható a gyertyán (elegyarány 18%) és néhány feketefenyő (4%). Az állomány záródása 40%.



1. ábra: A vizsgált terület a Google Earth programban

1. ábra: A vizsgált terület a Google Earth programban

UAV-val végzett mérések:

A repülésekhez használt eszközök a DJI Matrice 100, DJI Zenmuse X3 kamerával illetve a DJI Matrice 600 Pro, Zenmuse Z15-A7 kamerafelfüggesztéssel, és egy Sony Alpha7R kamerával, amihez Sony Sonnar T* FE 35 mm F2.8 ZA objektívet használtunk. A DJI Matrice 100 egy forgószárnyas drón, amely 4 rotorral rendelkezik, amelynek hatósugara 2 km és maximális repülési ideje 20 perc. DJI Matrice 600 Pro egy hat forgószárnyas drón (DJI 2019). Mindkét kamera egy RGB kamera, amely a látható tartományban érzékeli a hullámhosszokat és alkot digitális képet róluk.

Repüléseket 2019. októberében és 2020. márciusában hajtottuk végre, mind a két alkalommal kedvező időjárási viszonyok tették lehetővé a repülést. Drón reptetés során elengedhetetlen a szélcsendes idő, hiszen ezzel is növelni tudjuk a mérés pontosságát.

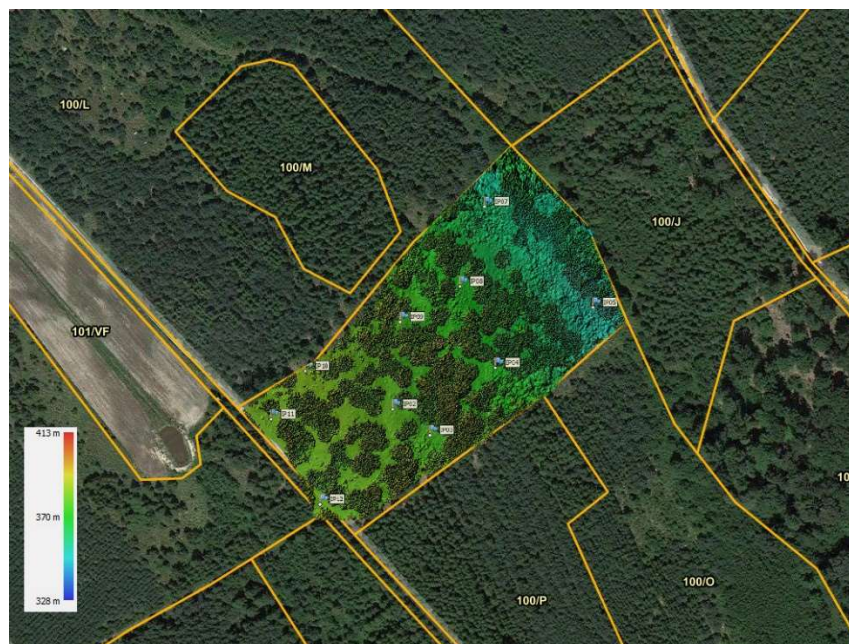
Mint már a bevezetésben említettük az októberi repülésnél egy BFM volt a cél (*2. ábra*). A borított felszín modellek, minden olyan objektumot tartalmaznak, amelyek a légifényképek által készült képeken a terepen jól láthatók. Ilyenek a kiemelkedő természetes és mesterséges tereptárgyak, mint például a növényzet és az épületek (KIRÁLY *et al*, 2017).

Előre megírt repülési tervet követett a drón. A Matrice 100 repülési magassága 70 m és 35 m, a Matrice 600 Pro-nál ez a magasság 70 m és 105 m volt (*1.táblázat*).

	Őszi repülés			
	Matrice 600 Pro		Matrice 100	
Repülési magasság	105 m	70 m	70 m	35 m
Repülési idő				
<i>Kezdés</i>	12:09	12:22	12:48	12:56
<i>Befejezés</i>	12:13	12:33	12:52	13:15
Repülési sáv	3	5	3	5
Képek száma	51	134	35	109
Illesztőpontok száma	12	12	12	12

1. táblázat: Az őszi repülés adatai

A területen 12 darab illesztőpontot helyeztünk el. Az illesztőpontok helyzetét GNSS méréssel határoztuk meg. A mind a két drónban található beépített GPS rendszer, amely folyamatosan rögzíti a drón helyzetét. Az illesztőpontoknak a felvételek tájékozásánál van fontos szerepe.



2. ábra: Agisoft Photoscan programban előállított borított felszínmodell

A koratavaszi repülésnél a digitális domborzatmodell (DDM) előállítása érdekében történő felvételek készítése volt a cél (3.ábra). A digitális domborzatmodellek (DDM) a tereptárgyak nélküli földfelszín magasságát írják le (KIRÁLY *et al*, 2017). Március elején mentünk ki a felvételeket elkészíteni, ilyenkor a kocsánytalan tölgy esetében még nem történt meg a lombfakadás így a felvételeken látható a terep. A repülési magasságok és a repülési tervek megegyeztettek az őszi repülés során használt magasságokkal, paraméterekkel (2. táblázat).

	Tavaszi repülés				
	Matrice 100		Matrice 600 Pro		FIMI X8
Repülési magasság	70 m	35 m	105 m	70 m	70 m
Repülési idő					
Kezdés	11:10	11:14	12:09	11:45	11:10
Befejezés	11:11	11:20	12:13	11:55	11:11
Repülési sáv	2	5	3	4	3
Képek száma	26	114	51	95	26
Illesztőpontok száma	10	10	10	10	10

2. táblázat: A koratavaszi repülés adatai

A területen minden fának bemértük a pozícióját, hogy referencia adatokhoz jussunk. Ehhez egy Leica TS03 mérőállomást használtunk. A fák pozícióján kívül minden fának megmértük a magasságát Lasertech TruPulse 360B magasságmérővel. Koronavetületet is meghatároztuk a terepen. Illetve mellmagasságban átlalóval megmértük az átmérőket is. Ezek közül a famagasságot és a koronavetületet tudjuk közvetlenül összehasonlítani a légifényképeken mért értékekkel.

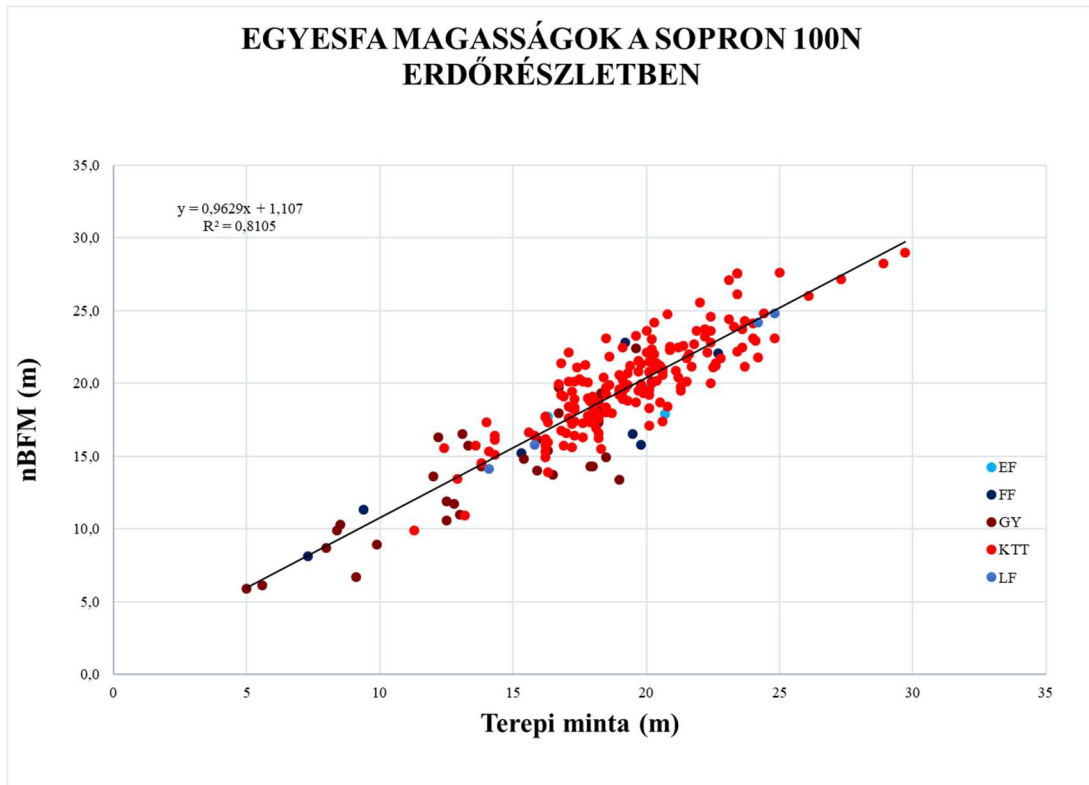
A képek feldolgozásához az Agisoft Photoscan 1.2.6 programot használtuk. Minden repülést külön kell kezelni a programban. A betöltött képek között megkeresi a képen az azonos tulajdonságokat. Párosítja azokat és létrehoz egy előzetes pontfelhőt. Ezután fontos az illesztőpontok használata, ezek helyeit megkeressük a képeken és utána rögzítjük őket azokon. Ha mindegyiket felkerestük, a kamerák kalibrálása következik, amelynek segítségével a legkisebb hibát próbáljuk elérni. Az illesztőpontok rögzítése és kamerák kalibrálása után, létrehozunk egy részletes pont felhőt. A legpontosabb értékek elérése érdekében a pontfelhőt „Ultra high” azaz legmagasabb felbontásban futtattuk le. A program segítségével létrehoztunk egy borított felszínmodellt az őszi repülés képeiből. A sűrű pontfelhőn látszik, hogy nagyon zajos, ezért az OPALS programmal borított felszínmodell állítottunk elő. Ez a program pontosabban ki tudja szűrni a terep feletti pontokat, mint az Agisoft Photoscan. A tavaszi repülés képeiből pedig egy digitális domborzatmodellt állítottunk elő. A DDM előállításánál szintén másik programot kellett alkalmaznunk, mert az Agisoft Photoscan által előállított domborzatmodell zajos volt, így nem volt alkalmas egy pontos nBFM előállításához. A LAStools QGIS alatti modulja nagyon hatékony, kötegeltszkriptálható, többmagos parancssori eszközök gyűjteménye. Emiatt LiDAR felvételek feldolgozására alkalmas, ennek köszönhetően tudtuk mi is alkalmazni.

A QGIS 3.12 programban raszterművelet segítségével a borított felszínmodellből (BFM) kivontuk a digitális domborzatmodellt (DDM), az így kiszámított érték megadta a két raszter magasság különbségét, így kaptunk egy normalizált borított felszínmodellt (nBFM), ami valójában egy relatív magassági modell. A terepen meghatározott fák pozícióit a QGIS-ben felhasználtuk, így a mérés során pontosan tudtuk azonosítani a vizsgált fákat. Ennek köszönhetően minden fának a magasságát, amit terepen mértünk, össze tudjuk hasonlítani azokkal a magasságokkal amiket a programból olvasunk ki.

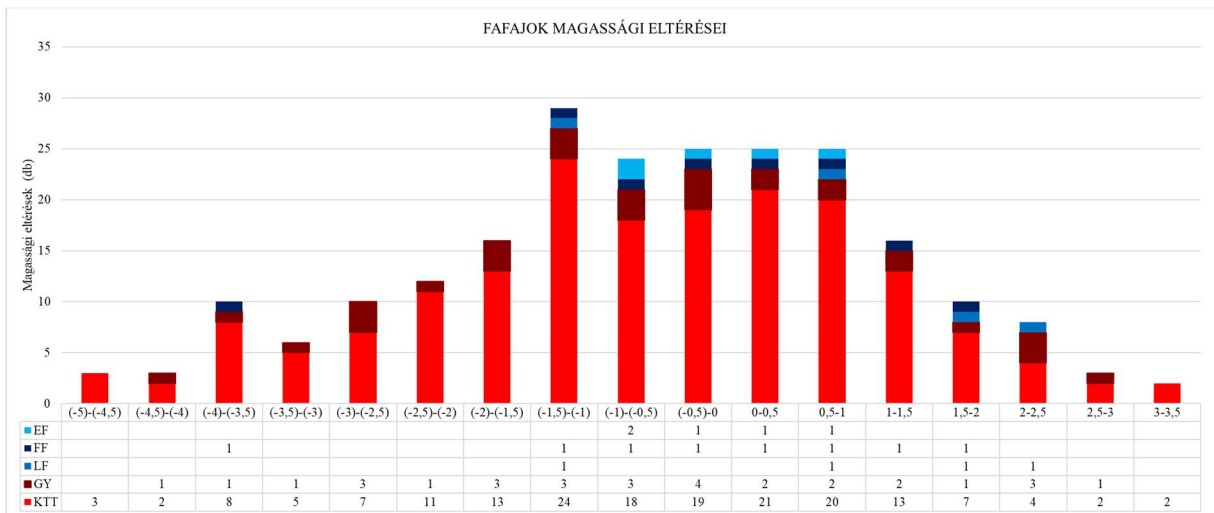
Vizsgálati eredmények

A Matrice 600 Pro 105 méteres repülés során az összes fafajt tekintve ~81%-os R^2 értékek adódtak az egyesfa magasságokra (4. ábra: A rögzített és simító keresés szemléltetése (piros: rögzített keresés során megjelölt maximumok; zöld: simító keresés során eltávolított maximumok)). Az átlagos eltérés 0,4 méter volt, 1,8 méteres szórással. Az eltéréseket egy hisztogramon is ábrázoltuk (5. ábra: Fatérfogat a növénytér függvényében (CSDO 1C)). A hisztogramon láthatjuk,

hogy a legtöbb érték a -1,5 és 1,5 méteres érték között mozog. Fafajonkénti R^2 értékek a következők voltak: EF 57% , FF 23% , LF 97% , GY 75% , KTT 73%.

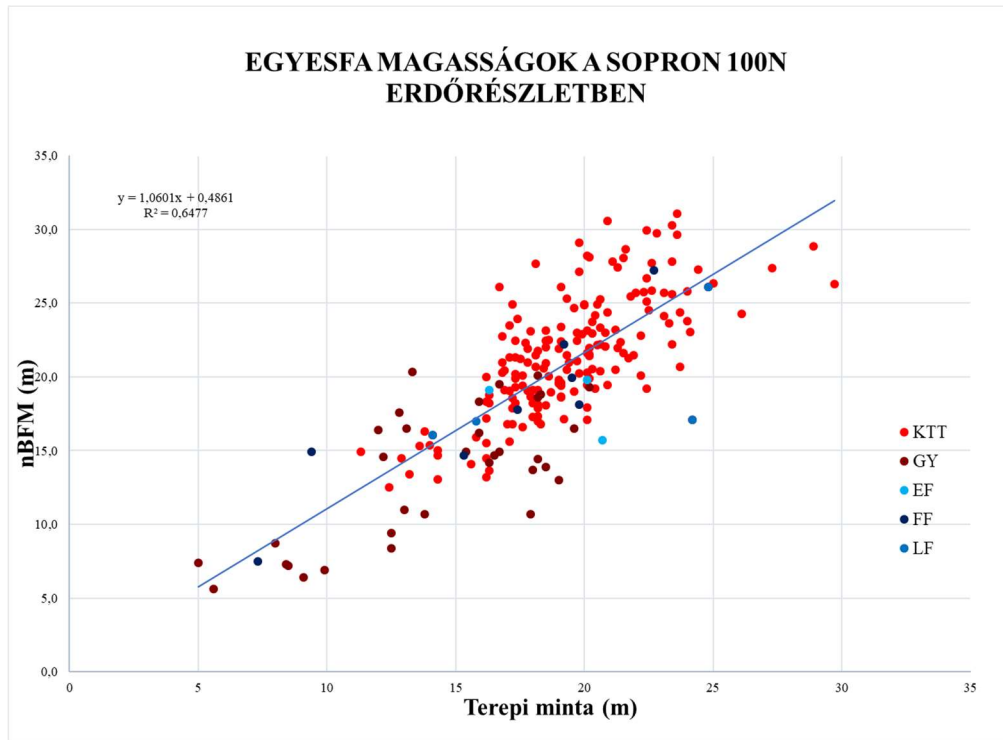


3.ábra: Egyesfa magasságok a Sony 105 méteres képek alapján, manuális mérés eredményei

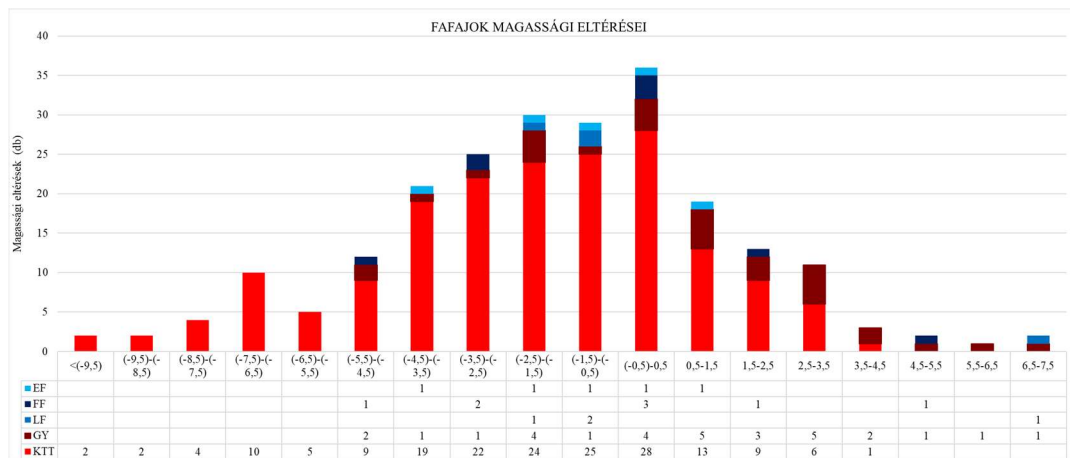


4.ábra: Egyesfa magasságok a Sony 105 méteres képek alapján, manuális mérés eredményei

A Matrice 100 70 méteres repülése során az összes fajt tekintve ~65%-os R^2 értékek adódtak az egyesfa magasságokra (5. ábra). Az átlagos eltérés 1,6 méter volt, 3,0 méteres szórással. Magasságok eloszlása a terepi és a nBFM-ből számított magasság különbségeket ábrázolja. Az eltérések hisztogramját diagramon ábrázoltuk (6. ábra). A legtöbb eltérés a hisztogram alapján -5,5 és 3,5 m között található. Fafajonkénti R^2 értékek a következők voltak: EF 21% , FF 81% , LF 44% , GY 52% , KTT 50%.



5. ábra: Egyesfa magasságok a M100 70m méteres képek alapján, manuális mérés eredményei



6. ábra: A M100 70 méteres képek alapján az eltérések hisztogramja, manuális mérés eredményei

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Famagasságokat tekintve különböző eredményeket kaptam, de ezek sok tényezőtől függenek. Minden repülés más eredményhez vezetett. Több mérést is végeztem, az eredményeket vizsgáltam az Agisoft Photoscan által előállított borított felszínmodellel és az OPALS programban szűrt pontok által készült borított felszínmodellel is. Vizsgálati eredményekben az OPALS programban előállított borított felszínmodell használtam fel. Ennek az volt az oka, hogy a két modell eltért egymástól. Az Agisoft Photoscanben előállított modellen sajnos 31 darab fát nem tudtunk azonosítani, ez a zajos modellnek és annak túlzott simításának köszönhető. A famagasságokat manuálisan és automatikusan is megmértük. A manuális mérés során az eredményeknél azt láthattuk, hogy magasabb pontokat vettem figyelembe, mint az automatizált mérés, így a manuális mérés során a sok negatív érték ebből adódik. Az automatikus mérés eredményei eltérnek a manuális eredményektől. Ennek ellenére mégis a

manuális mérés lett pontosabb. A pontos eredmények érdekében az időigényesebb de pontosabb manuális mérést célszerű alkalmazni egy ilyen kutatás során. Összeségében elmondható, hogy a Matrice 600 Pro-val készült képek használata során pontosabb eredményeket kaptunk, mint a Matrice 100-zal készült képek használatával.

Tapasztalataim alapján elmondhatom, hogy az ilyen mérésekhez elengedhetetlen egy megfelelő domborzatmodell és egy olyan borított felszínmodell, ahol jobban ki tudjuk szűrni a számunkra felesleges pontokat, ezzel is növelve a borított felszínmodell pontosságát. Az automatikus mérés a famagasságokra megfelelően alkalmazható, de a koronavetület méréseknél manuálisan javítanunk kell a pontosság elérése érdekében. Egy ilyen kutatást, valószínűleg érdekesebb egy olyan területen készíteni, ahol a famagasság mérést egyértelműen végre tudjuk hajtani a terepen és a programban is.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásaink során felhasznált eszközöket, a DJI Matrice 100 és a DJI Matrice 600Pro UAV-eket, valamint a Leica TS03 mérőállomást a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatása tette lehetővé.

Irodalomjegyzék

EASA A-NPA 2019/945.: A pilóta nélküli légi jármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzembentartóiról.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32019R0945>

(2020.04.30)

KIRÁLY G.– BALLA CS. – BARTON I. – MÉSZÁROS GY. – PETRÁNYI B. – SZABÓ K. (2017): Borított felszínmodellek erdészeti felhasználása. In: VI. Kari Tudományos Konferencia, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron. pp 118-122.

MIDHUN, MOHAN (2017): Individual tree detection from unmanned aerial vehicle (UAV) Derived Canopy Height model in an open canopy mixed conifer forest

LÉGI LÉZERES LETAPOGATÁSBÓL FAEGYEDEK FELISMERÉSE ÉS FAÁLLOMÁNY-JELLEMZŐK MEGHATÁROZÁSA

CSUMA KATA VIOLA – CZIMBER KORNÉL

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
csk.viola@gmail.com

Kivonat

Egyre gyorsuló világunkban az információ értéke nő, ezért fontos a gyors, pontos, megismételhető adatgyűjtő rendszerek megléte. Ennek egyik alternatívája a lézersugár használata, mely már nagyon sok szakterületen elérhetővé vált.

Dolgozatomban egy erdőállomány légi lézeres letapogatásából származó pontfelhő adatait dolgoztam fel. Térinformatikai programok segítségével elkészítettem a terület felszín- és domborzatmodelljét, az erdőállomány lombkorona modelljét. Ez utóbbit felhasználva szegmentáltam a lombkoronákat és meghatároztam a fák magasságát. Becslést adtam a területen lévő fák térfogatára.

Eredményként az állomány átlagos famagassága 27 m, a fák átlagos koronavetülete 37 m². A terepi mérésekkel összehasonlítva a törzsszám tekintetében 20 %, míg a térfogat esetében 11 % volt a hiba.

Bevezetés

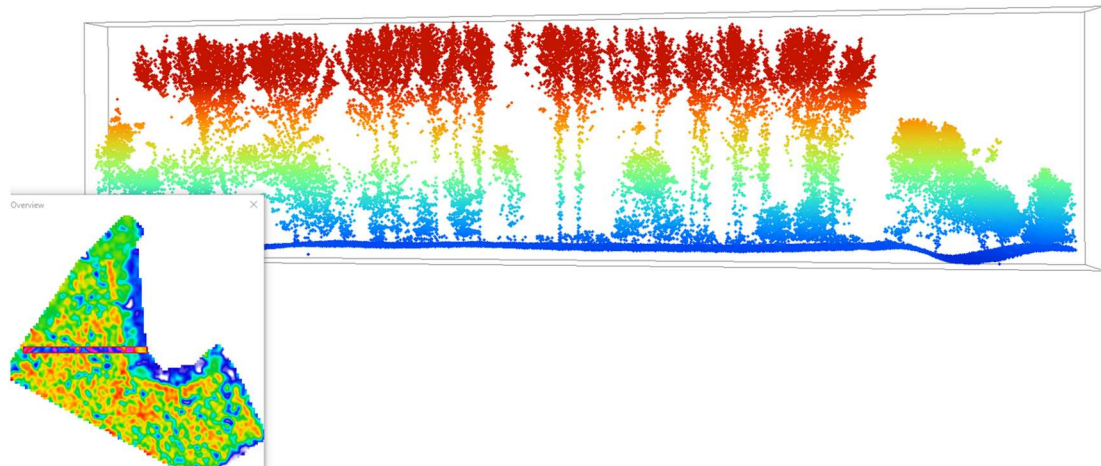
A világban tapasztalható gyors fejlődésnek köszönhetően folyamatosan jelennek meg különféle adatgyűjtési technológiák. Így van ez az agrár ágazatban is, ahol a terület pontos határainak megmérésén túl, a területen megtermelhető produktum meghatározásában fontos szerepet játszanak a távérzékelésben megjelenő új technológiák. Ezek közül a lézeres letapogatás egy olyan eljárás, amely gyors, pontos, azonban elég költséges adatgyűjtést tesz lehetővé.

Ma már nagyon kevés idő jut egy-egy erdőrészlet alapos tanulmányozására, így sokszor nem is tudja a gazdálkodó, hogy milyen állapotban van az erdő. Erre egy lehetséges megoldás a lézeres letapogatás útján történő felmérés, ami ugyan drágább, de sokkal gyorsabb eljárás. Továbbá az adatok feldolgozásában jóval kevesebb az emberi közreműködés, sok esetben algoritmusok által kiértékelhetők a terület faállományának tulajdonságai (famagasság, mellmagassági átmérő, fatömeg).

Lehetőségem volt egy alföldi területről készített lézeres felmérés adatainak kiértékelésére. Munkám során térinformatikai szoftverek segítségével készítettem el a terület felszín-, domborzat- és lombkoronamodelljét. Meghatároztam a területen lévő fák mennyiségét, mennyiségi adatait és a fatömegét.

Anyag és módszer

A felszínről gyűjtött lézeres letapogatásból származó pontfelhő felhasználható a digitális felületmodellek előállításához, amik az adott terület felszín borításán túl, jellemzik a domborzatot is.



1. ábra: A LIDAR pontfelhő oldalnézeti metszete

A visszaverődések száma alapján tudjuk osztályozni a pontfelhőt. Az első visszaverődések detektálásával megkapjuk a digitális felszínmodellt (DSM). Ez az a modell, amit akkor látunk, ha az adott területet magasabbról szemléljük. Ezen látszanak az épületek, a növényzet és a szabadon lévő földfelszín. Míg az utolsó visszaverődések alkalmazásakor a domborzat magasságát kapjuk meg, felszíni tárgyak és objektumok nélkül. Ezt nevezik digitális domborzatmodellnek (DTM). Munkám során 3 szoftver (SAGA GIS, CloudCompare, LAStools) segítségével készítettem el a terület DSM és DTM modelljét.

A lombkorona magassági modellt (CHM) a DSM és DTM különbségéből számoltam. A CHM megmutatja, hogy a DSM pontjai (a fákról történő első visszaverődések) milyen távolságra vannak a talajpontoktól, azaz megadja a lombkorona felülete és a talaj szintjének a távolságát.

Ezt követően meg kellett határoznom a fák csúcspontjait, hogy megkapjam a területen lévő fák számát és azok magasságát. Ehhez szükségem volt a CHM lokális maximum értékeire. Ezt a SAGA GIS-en kívül a FUSION ingyenes szoftver segítségével végeztem el.

A vízgyűjtő szegmentálást alkalmaztam a fa koronájának meghatározásához. Az eredményül kapott modellen látszott, hogy sok maximumot detektált az algoritmus. Ez abból következhet, hogy a lombhullató fák esetében a lombkoronának több maximum pontja van, nem úgy mint a fenyőknél, ahol egy egyednek, egy csúcspontja van. Ennek megoldására a pontok távolságára alkalmaztam egy szűrést. Ez a szűrő megtartotta azokat a pontokat, amelyek egy egységnyi távolságú körben a legnagyobb Z értékkel rendelkeztek. A szegmensek közül töröltem az 5 méternél alacsonyabb értékkel rendelkezőket és a megmaradt részeket vektorizáltam.

Mivel a SAGA GIS programmal nem megfelelő eredményre jutottam, a FUSION ingyenes szoftverrel hajtottam végre a fák szegmentálását. Ez a program is egy vízgyűjtő szegmentálást alkalmaz a fák lombkoronájának kinyeréséhez.

Utolsó lépésben a TreeDetect parancssori feldolgozó programmal ismerkedtem meg, melyet Czimmer Kornél fejlesztett ki. Ez egy voxel alapú feldolgozási módszert alkalmaz a fatörzsek felismeréséhez és lombkorona meghatározásához. A voxel egy háromdimenziós pixelnek lehet értelmezni, amely tartalmazza a modellen belül az adott voxel pozícióját, kiterjedését és egy a színére utaló információt. (Mileff, Duda). Több előnye közül, jelen esetben fontos, hogy képes az átfedéseket kezelni és a térbeli elemző módszerek könnyen definiálhatók.

Ezzel az algoritmussal megpróbáltam külön elemezni az alsó és a felső lombkoronaszintet, azzal hogy a lombkorona voxelcsoportosulásokat 5-20 méter vagy 20-40 méter közötti magasságtartományban keresse. A koronacsúcsok egymástól való távolságát is ennek függvényében határoztam meg. A felső lombkoronaszintben a fáknek nagyobb növéterük

van, így ennek a meghatározásánál 5 m átmérőjű lombkoronákat feltételeztem. Mivel ez az eljárás nem feltétlen vezetett helyes megoldásra, így megpróbáltam az egész állományt egyben vizsgálni. Így csak az alsó 2 métert zártam ki a vizsgálatból, ami lágyszárú növényeket és azokat a fákat hagyja figyelmen kívül, amik még nem érik el azt a magasságot, hogy számottevőek legyenek a végső fatömeg meghatározásában.

A koronaátmérőből származtatott mellmagassági átmérő és a magasság függvényében az algoritmus a következő egyenlettel számolja ki az egyes fa fatérfogatát. (CZIMBER, 2019)

$$v = (p_1 + p_2 * d * h + p_3 * d + p_4 * h) * \left(\frac{h}{h - 1,3}\right)^k * \left(\frac{d^2 * h}{10^8}\right)$$

Ahol a

- d a mellmagassági átmérő (cm)
- h a magasság (m)

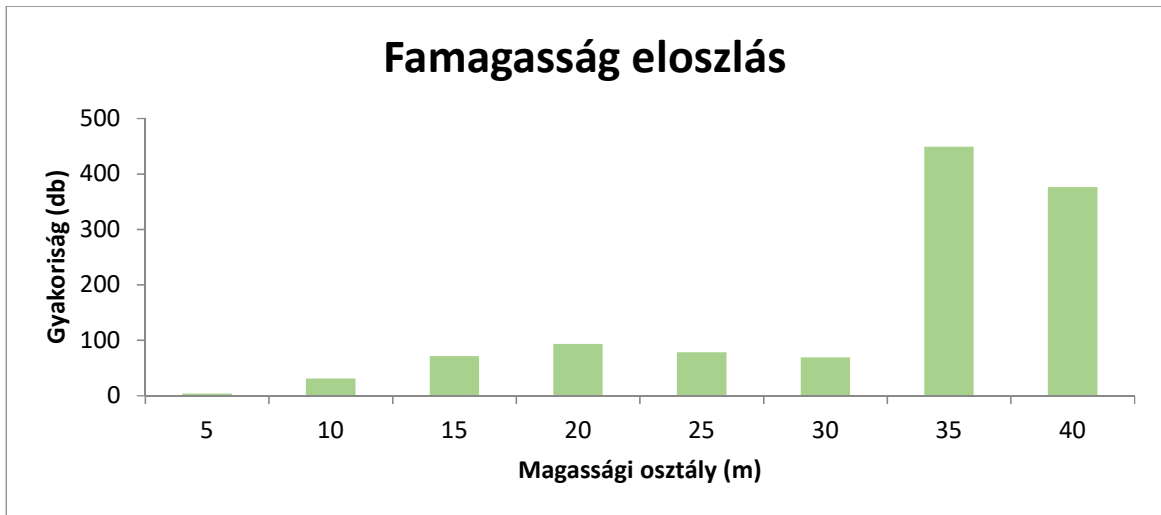
A továbbiakban az eredményeket a Microsoft Excel segítségével elemeztem. Gyakorisági diagramokat készítettem és összehasonlítottam a FUSION által kapott famagasságokat és lombkorona területeket a TreeDetect eredményeivel. Végül meghatároztam a terepi felmérések alapján a területen lévő fák törzsszám és fatérfogat eltéréseit.

Eredmények

A terület digitális felszínmodell és digitális domborzatmodell elkészítése során az ingyenes SAGA GIS, CloudCompare és a részben ingyenes LAStools szoftvert használtam. A két utolsó programmal elkészített modellemet nem tudtam felhasználni a továbbiakban.

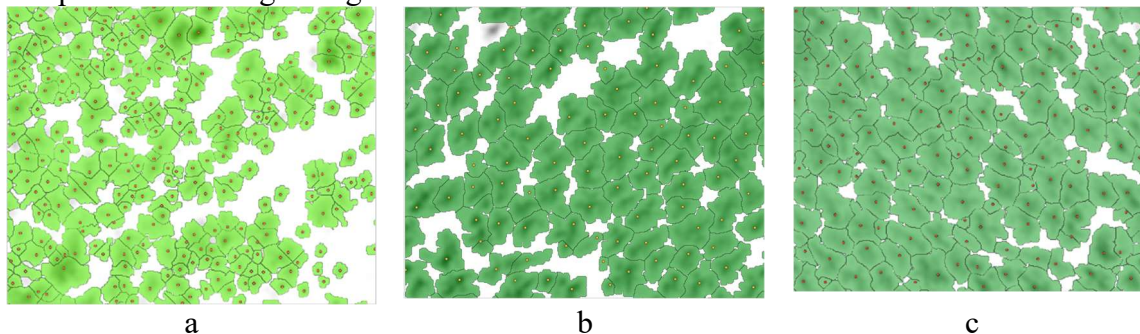
A SAGA GIS vízgyűjtő szegmentálásával végeztem el a CHM-en a lombkorona detektálását. Eredményül egy túlszegmentált állomány kaptam. Ennek okát a lombhullató fák ágrendszerében keresendő. Ezeknek a fának a túlevelűekkel ellentétben több vezérhajtása van, így a lombkoronában több lokális maximum található. Egy lombkoronát ezzel az értékkel az eljárás több szegmensre oszt. Ennek kiküszöbölésére nagyobb kereső ablakkal simítottam az állományt. Azonban így az alacsonyabb pontok is a lombkorona részét képezték, ami megnövelte az egyes fák koronavetületét. A simítást követően kizártam az 5 méternél alacsonyabb szegmenseket és vektorizáltam azokat. A SAGA GIS-ből exportált CHM-en futtattam a FUSION TreeSeg algoritmusát. Ebben az esetben is ugyan arra a következtetésre jutottam, a kis ablak méretű Gauss-szűrővel simított CHM, túl szegmentált eredményt ad.

A FUSION által detektált fák magasságait gyakorisági diagramon ábrázoltam. Jól látszik, hogy a felső lombkoronaszintben található fák sokkal nagyobb számban lettek meghatározva. Ez abból adódik, hogy a második lombkorona fáit, melyek takarva voltak nem tudta felismerni a program.



2. ábra: FUSION által detektált fák magassági eloszlása

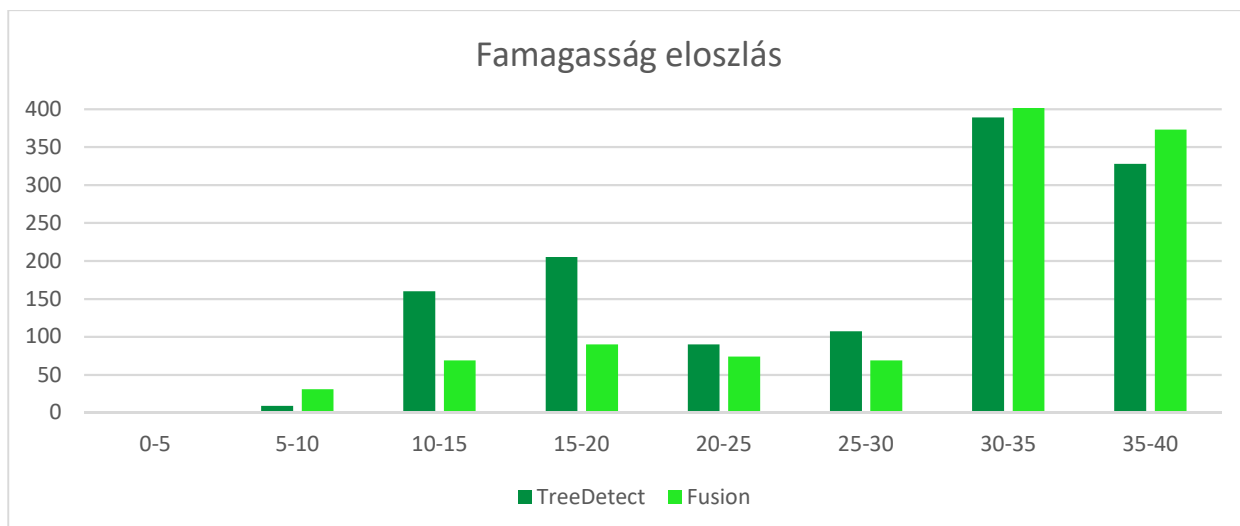
A TreeDetect program segítségével külön elemeztem az alsó (a ábra) és felső (b ábra) lombkorona fáit, majd vizsgáltam az egész területre (c ábra) vonatkozóan a fák magasságát, lombkorona vetületét, mellmagassági átmérőjét és ezekből az adatokból levezetett fatérfogatot. A TreeDetect által megkapott eredményeket QGIS-ben jelenítettem meg. A fákat 12 cm mellmagassági átmérőtől ismerte fel az algoritmus, ami szinte megegyezik a bevett terepi felmérések során alkalmazott eljárásnak, miszerint a 10 cm alatti törzsek nem szerepelnek a fatérfogat meghatározásában.



3. ábra: TreeDetect által szegmentált fák (alsó, felső, teljes lombkorona vizsgálat)

Az alsó lombkorona vizsgálatánál nagyon sok esetben a felső lombkorona fáinak törzsét is lombkoronaként detektálta. Így ennek adatait fenntartással kell kezelni. A felső lombkoronaszintben megtalálható nemesnyár faegyedeket jól felismerte a program. A 20 és 40 méter magassági tartományban 750 db fát ismert fel. Ez hektáronként 144 egyedet jelent, ami a nemesnyár esetében reálisnak tűnik. A magasság és a mellmagassági átmérő alapján számolt fatérfogat a felsőlombkorona szintben 445 m³/ha, ami egy jó nemesnyáras állománynak felel meg.

Összehasonlítottam a FUSION és a TreeDetect által kapott eredményeket. A TreeDetect program által meghatározott fák száma 135 darabbal több, mint a FUSION-nel meghatározott. Ez valószínű abból adódik, hogy a második lombkoronaszintben a FUSION nem tudta az eltakart fákat meghatározni. Ez látszódik a famagasság eloszlásának ábrázolásánál is.



4. ábra: TreeDetect és FUSION famagasság eloszlás összehasonlítása

Végül összehasonlítottam a terepi felmérés eredményeit a TreeDetect által megkapott magasságok és fatérfigatok értékeivel. A felső lombkoroaszint meghatározásánál jóval nagyobb a hiba, ez valószínű abból adódik, hogy a 20-40 méter közötti fák nem csak a nemesnyár fafajt érintették, hanem más elegyfaj is megtalálható ebben a tartományban. A teljes állományt vizsgálva a törzsszámot alul becsüli, míg a térfogatot felül. A törzsszám esetében egyértelmű, hogy nem minden fát tudott felismerni a program. A térfogat esetében a 11% eltérés egyik oka lehet, hogy a cserjés esetében a nagy lomkronához rendelt mellmagassági átmérők a fafajok változatossága miatt nem megfelelő.

Összefoglalás

Munkám során megismerkedtem különféle térinformatikai programokkal, elkészítettem egy terület digitális felszínmodelljeit. Becslést adtam egy erdővel borított terület állományi adataira. Ehhez a szakterülethez szorosan kapcsolódó erdészeti problémák megoldására adtam javaslatot. Véleményem szerint a lézeres letapogatás sok esetben jó megoldás, ahol gyors, pontos adatgyűjtésre van szükség.

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalomjegyzék:

- CZIMBER KORNÉL – BURAI PÉTER – KOVÁCS ZOLTÁN – GERENCSÉR ALBERT (2018): Erdőleltározás légi lézeres letapogatással és közel fotogrammetriával – Első teszteredményei, Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában X
- CZIMBER KORNÉL (2019): Új típusú légi erdőállomány felmérési módszer és eredményeinek bemutatása, Értéktérítő Tudomány
- MCGAUGHEY, ROBERT J. (2020): FUSION/LDV: Software for LIDAR Data Analysis and Visualization, Inited States Department os Agriculture
- KAZHDAN, MICHAEL – BOLITHO, MATTHEW – HOPPE, HUGUES (2006): Poisson Surface Reconstruction, Eurographics Symposium on Geometry Processing (2006)
- MILEFF PÉTER, DUDRA JUDIT (2014): Egyszerűsített voxel alapú vizualizáció, Multidiszciplináris tudományok, 4. kötet 1. sz. pp. 125-134
- TELBISZ TAMÁS – SZÉKELY BALÁZS – TIMÁR GÁBOR (2013): Digitális terepmodellek, Budapest
- WICHMANN, VOLKER (2012): LiDAR Point Cloud Processing with SAGA GIS, GEOSTAT

Internetes hivatkozás

url1: BARSÍ ÁRPÁD – DETREKŐI ÁKOS – LOVAS TAMÁS – TÓVÁRI DÁNIEL: Adatgyűjtés légi lézerletpogatóssal, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék

Megtalálható: <https://www.yumpu.com/hu/document/read/20926606/adatgyujtes-legi-lezerletpogotassal-foldmeresi-es-taverzekelesi> - 2020.04.30.

url2: LOVAS TAMÁS – BERÉNYI ATTILA (2011): Távérzékelés MSc.

Megtalálható: <https://docplayer.hu/8644551-Taverzekeles-msc-lovas-tamas-berenyi-attila.html> – 2020.04.30.

AZ AGRÁRERDÉSZETI RENDSZEREK HIDROLÓGIÁJÁNAK VIZSGÁLATA A FERTŐDI GYÜMÖLCSKUTATÓ INTÉZET TERÜLETÉN

HORVÁTH JÓZSEF – KALICZ PÉTER – GRIBOVSZKI ZOLTÁN

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
hjozsi95@gmail.com

Bevezetés

Az agrárerdészet olyan földhasználati forma, melyben különböző mezőgazdasági ágazatok kombinációja valósul meg fás elemekkel, adott helyen és egyidejűleg. Az agrárerdészet egy több ezer éve kialakult rendszeren alapul, amely részben feledésbe merült, amikor a hagyományos gazdálkodási módokat felváltották a nagyüzemi, monokultúrás mezőgazdasági rendszerek, ezáltal a mezőgazdaság és az erdőgazdaság elkülönült egymástól. (GYURICZA – BOROVICS 2018)

Az agrárerdészeti rendszerek egyes típusai (pl. mezővédő és hófogó erdősávok, fás legelők) Magyarországon is hagyományosnak számítanak, előfordulásuk azonban az utóbbi évtizedekben jelentősen csökkent, mostanában viszont újra kezdenek visszatérni a köztudatba. (VITYI et al. 2018.)

Ma az agrárerdészet, mint a klímaváltozás lassításának egyik lehetséges módja, Európai Unió szinten is egyre növekvő támogatottságnak örvend. A régóta feledésbe merült gazdálkodási rendszerek újra felelevenítésére és a bennük zajló folyamatok megértésére egyre több kísérlet és kutatás zajlik. Egy ilyen kísérlet zajlott a MATE GYKK Fertődi Kutatóállomásának Sírdombi kísérleti területén 2019-2020-ban egy bogyós gyümölcs nyárfa ültetvény kombinációjában, amelynek hidrológiai monitoringját és az adatok feldolgozását ismertetem jelen írásban.

Kísérlet leírása

A területen 9 sorban SV 890-es nemes nyár lett ültetve, 9 méteres sor és 6 méteres tőtávolsággal 2017-ben. A nyárfasorok közé, sorközönként három sorban, bogyós gyümölcsök lettek telepítve oly módon, hogy a területnek hosszában az egyik harmadában a bogyósok fölött nincs nyár, ez a terület szolgál kontrollként. A nyárfasorok között alulról nézve az első három sorközben feketeszeder lett ültetve, Hull, Dirksen és Chester fajtájúak. A következő négy sorközben málnából van Fertődi zamatos, Julcsi, Fertődi kármin és Fertődi narancs fajtájú. Az utolsó, legfelső sorközben ribizli van ültetve, Otelo, Dyana és Fertődi 1-es fajták. A legelső sor alatt egy erdősáv található.

A növények telepítése úgy történt, hogy a különböző fajok és fajták térben elkülönüljenek egymástól, hogy lehetőség legyen az összehasonlításukra. A másik szempont a fával borított (árnyékolt) és szabadon hagyott (lombkorona nélküli) kontroll terület elkülönítése volt.

A terület folyamatos ápolás alatt áll, a sorokban a fák alatt kaszálással és gyomirtózással volt kezelve, a bogyós sorokban kézi kapálással, a sorközökben talajmaróval, és tárcsával történt rendszeresen talajlazítás és gyommentesítés. Öntözés a talajba süllyesztett csepegtetőkön keresztül történt.

	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0			
								o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	12	N		
Rózsi																																15		
	'Dyana'																															18		
	'Fertődi 1'																															21		
	'Oteló' 1K																															24		
																																	27	
Málna																																	30	
																																	33	
																																	36	
																																	39	
Málna																																	42	
																																	45	
																																	48	
																																	51	
Málna																																	54	
																																	57	
																																	60	
																																	63	
Málna																																	66	
																																	69	
																																	72	
																																	75	
Szele																																	78	
																																	81	
																																	84	
																																	87	
Szele																																	90	
																																	93	
																																	96	
																																	99	
Szele																																	102	
																																	105	
																																	108	
	Erdő-sáv																																	

1. ábra A kísérleti terület térbeli rendje

A terület éghajlatára jellemző, hogy az évi középhőmérséklet 10°C körül alakul, a 10°C feletti napi középhőmérsékletet 186 napon haladja meg, a legmelegebb napok átlaghőmérséklete 33,5°C, a leghidegebbeké -15 és -15,5°C között alakul, az évi csapadékmennyiség 580-600 mm közé tehető. Ez alapján a terület klímája kiegyenlített, Magyarországi viszonylatban jó vízellátású. (DÖVÉNYI 2010.)

A területre jellemző lokális klimatikus viszonyok mérésére a területen egy meteorológiai mérőállomás lett felállítva, amely többek között hőmérséklet, páratartalom, csapadék, szél- és sugárzási viszonyokat vizsgálja automatikusan, 10 perces gyakorisággal.

A területen a talajvízszint mélységének megfigyelésére 6 db ideiglenes talajvízfigyelő kút lett létesítve, három a nyárfák alatt, három pedig velük egy sorban a fátlan kontrollterületen a bogyós sávok középső soraiban. Az elhelyezésük úgy történt, hogy minden kútpár más bogyós faj sorába essen. A kutak fúrása során helyszíni felmérés készült a talaj tulajdonságairól, valamint mintavétel a laborban való szemcseösszetétel vizsgálathoz. Minden kút peremének pontos tengerszint feletti magassága meg lett határozva.

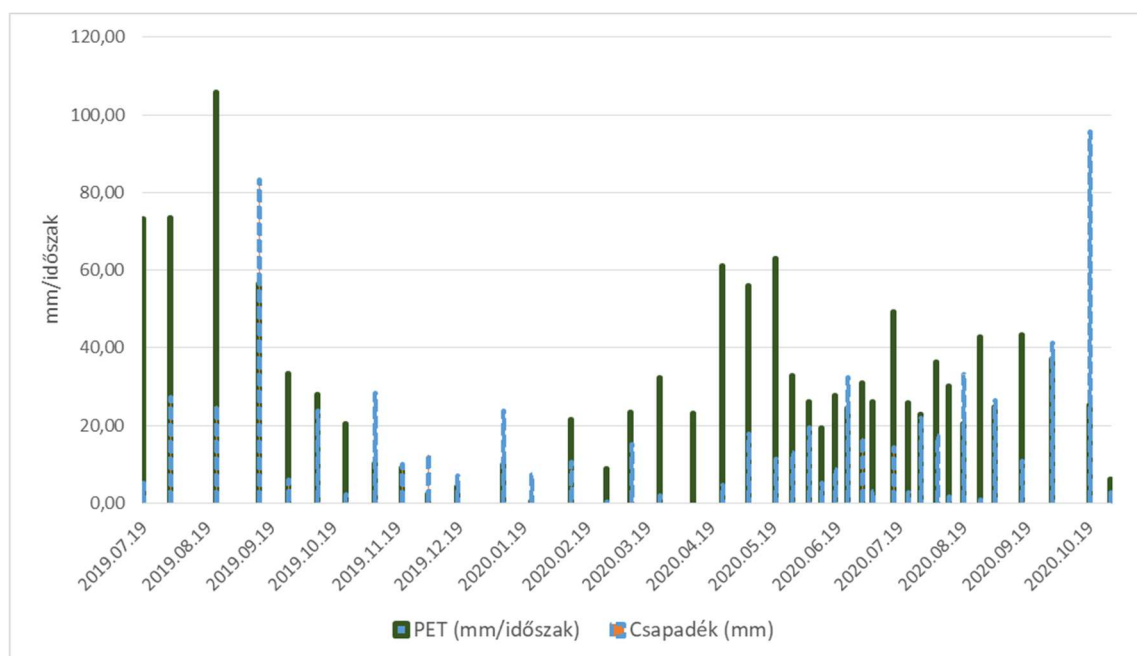
A laborban vizsgált talajminták szemeloszlása alapján a talajtípus homok-vályogos homok. Ezeknek a talajtípusoknak a víztartó képességére jellemző, hogy a szántóföldi vízkapacitás

10-15%, a hervadási pont pedig 5-6%. A növényzet által hasznosítható hasznos vízmennyiség 5-9%, azaz 50-90mm 1m mély talajszelvényre vonatkoztatva. (DUNNE 1978.) A terepi mérések hetente-kéthetente történtek. Minden alkalommal ellenőrizve lett a talajvíz mélysége a kutakban és a kutak körüli talajnedvesség. Az előbbi mérése egy LED lámpával ellátott feltekerhető DA-OP mérőszalaggal történt.

A talajnedvesség mérésére a víztartalom azonnali kijelzésére alkalmas HH2 nedvességmérőt és a hozzá csatlakozó $\pm 1\%$ pontosságú ML3 ThetaProbe talajnedvesség-érzékelőt használtunk. A mérések a kutak környezetében történtek, attól a bogyós sorok mentén és a sorközökbe haladva minden irányba öt mérést végeztünk.

A kísérlet eredményei

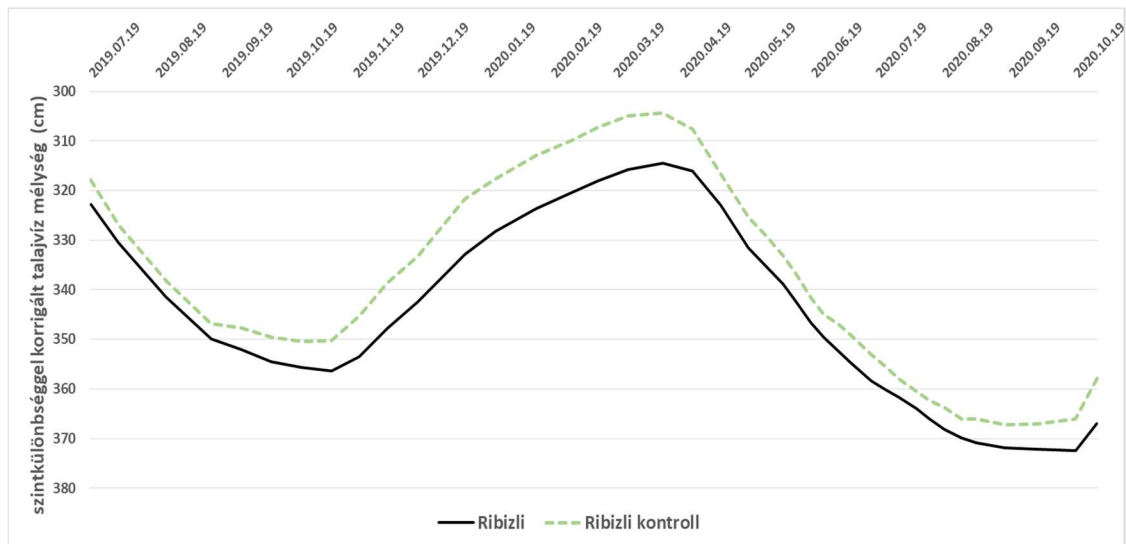
A Varga-Haszonits képlet alapján, tehát a napi relatív páratartalom és a középhőmérséklet alapján meghatároztuk a potenciális evapotranspirációt. (Varga-Haszonits et al. 2019) A napi átlagokat összegeztük a terepi mérések közötti időszakokra és az ugyan így összegzett csapadékmennyiséggel együtt ábrázoltuk (2. ábra).



2. ábra Csapadék és párolgásviszonyok a vizsgált időszakban

A csapadékot és párolgást összehasonlító ábrán jól látható, hogy 2019 nyár vége és 2020 tavasz és nyár eleje erősen aszályos időszak volt. Ezekben a hónapokban a csapadékhiány és a magas párolgás ellensúlyozására történt öntözés, ami által a vízmérleg összességében kiegyenlítetté vált.

A talajvízszint adatokat a jobb összehasonlíthatóság kedvéért korrigáltam az azonos sorban lévő kutak közötti szintkülönbséggel, így a 3. ábrán már csak az agrárerdészeti terület és a kontrollterület közötti tényleges vízszintkülönbség látható.



3. ábra Talajvíz mélység összehasonlítása a ribizli sorban a fák alatti részen és kontroll területen lévő kutakban.

Az ábrán jól láthatóan elváltak egymástól a két görbe. Mind a három bogyós faj sorában a kontrollterületen 5-10cm-rel magasabban van a talajvíz, mint a fák alatt. A különbség a nyugalmi időszakban nagyobb volt, mint a vegetációs időszakban. Az eltérést megvizsgáltam statisztikai számításokkal is, ez alapján, bár kimutatható, de nem szignifikáns a különbség.

Az eltérés oka az erdőkre jellemző talajvíz süllyesztő hatás. Ezt az okozza, hogy a fák gyökere eléri a talajvízszintet és onnan is vesz fel vizet, amely ez által mélyebbre süllyed. Ez egy folyamatos hozzááramlást eredményez a fátlan területek felől. (IJÁSZ 1939) Az agrárerdészeti rendszereknek az egyik fontos tulajdonsága ez a fajta hatás, hiszen ez mutatja, hogy a fák olyan vízrétegeket érnek el és használnak fel, amely a cserjék és lágyszárúak számára túl mélyen van.

A fent leírt hatás alapján a várakozás az lenne, hogy a vegetációs időszakban legyen nagyobb a különbség a két terület között, hiszen akkor intenzívebb a vízfelhasználás. Az, hogy nálunk mégis éppen ellenkezőleg volt, arra vezethető vissza, hogy a fák még viszonylag fiatalok, valamint a terület a vegetációs időszak folyamán öntözés alatt állt olyanformán, hogy a földbe süllyesztett csövek külön rá voltak tekerve a fák tövére, tehát arra a részre nagyobb mennyiség jutott.

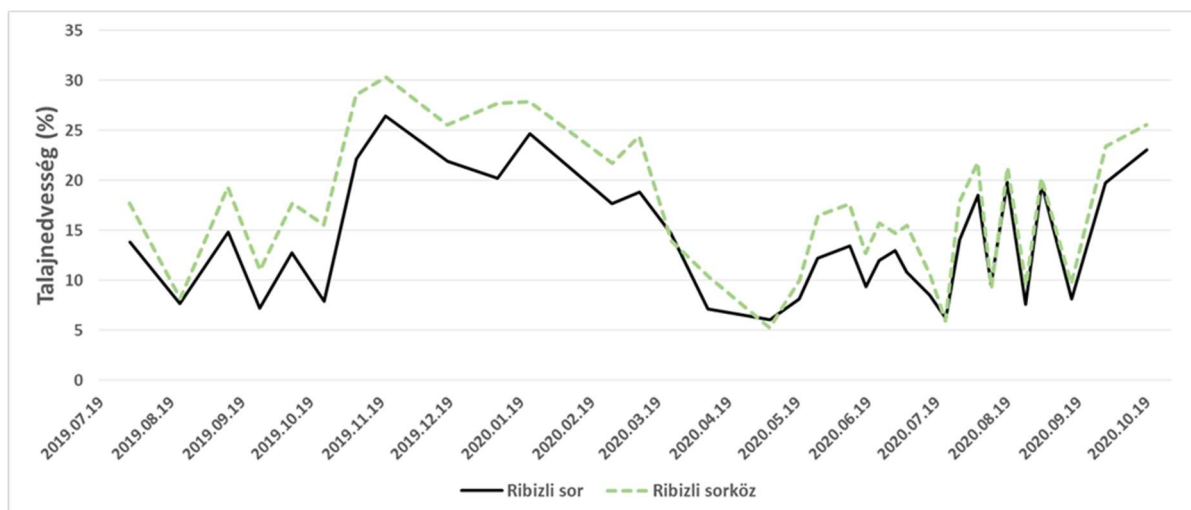
A talajnedvesség mérés eredményeiből először átlagot számítottunk az egyes kutak környékén a négy irányban mért adatokból és ezek alapján összehasonlítottuk a fák alatti területet a kontroll területtel. Bár az eredmények elég nagy szórást mutattak, a két területen kapott görbe mind a három bogyós faj sorában meglehetősen hasonló egymáshoz és számításokkal sem mutatható ki értékelhető különbség.

A kapott eredmény valószínűleg egy elég egyszerű okra vezethető vissza. A mérés ugyanis a kutak környezetében történt, ami a nyárfasorok közötti középső bogyós sorban található, tehát 4,5 méterre a nyárfasortól. Mivel a fáink még viszonylag fiatalok, csupán két évvel korábban lettek kiültetve, ezért még sem a lombzat, sem a gyökérrendszer nem elég fejlett, hogy a sorközök közepén mérhető hatást fejtsen ki. Emellett a mérések csupán a talajfelszín nedvességét vizsgálták, és mivel a sorközök rendszeres talajművelés alatt állt, valószínűleg a mérés helyén a legfelső talajrétegben csak a bogyósok gyökérzete fejt ki hatást, ami pedig a két területen egyforma.

Ahhoz, hogy pontosabb eredményt kapjunk az agroerdészeti rendszerek talajnedvességre gyakorolt hatásáról érdemes tovább folytatni a kísérletet, hogy lássuk az eredményeket egy

idősebb állomány alatt. Emellett érdemes lehet egyrészt mélyebb talajrétegekben is vizsgálni a talaj nedvességtartalmát, valamint a fákhöz közelebb is.

Érdekes eredményt hozott viszont a talajnedvesség adatoknál a sorokban és a sorközökben mért adatok összehasonlítása. Ezt mutatja a 4-es ábra.



4. ábra A sorban és a sorközben mért talajnedvesség adatok összehasonlítása a fák alatt lévő ribizliben

Mint ahogy az ábrán látszik, a sorokban és a sorközökben számolt átlagok görbéje élesen elválik egymástól. Az adatokat statisztikai módszerekkel elemezve a ribizli sorban mért eredmények szignifikáns, a többi sorban pedig szignifikánshoz közeli különbséget mutatnak. A vizsgálat körülményei alapján ezt az eredményt a gyökerek által kifejtett vízfelvétel eredményezte. A gyökérzet a talajművelés miatt a talajfelszín közelében csak a sorok mentén koncentrálódik. A gyökerek által felvett vízmennyiség a növények párologtatása miatt a sorokban az evapotranspirációs folyamat sokkal gyorsabb, mint a csupasz talajfelszínen.

Bár a párologtást befolyásolja a bokrok árnyalása, itt mégsem fejtett ki jelentősebb hatást. Mivel mind a szedernek, mind a málnának a lombozata inkább függőleges irányba terjeszkedik, és nem terül szét ezért a nap járásától függően nem feltétlen a sor mentén jelentkezik az árnyalás hatása. Sokkal inkább egyenletesen az egész területen, így feltételezhetően nem befolyásolja érdemben az eredményt.

Viszont mivel a legnagyobb eltérés a ribizli sorban volt mérhető, amelynek a lombozata a legkisebb, ezért levonhatjuk azt a következtetést, hogy a bokrok lombmérete is befolyással van az eredményre. A másik két fajnak a lombozata nagyobb felületű, így a borítása is nagyobb, ami a párologtató hatásával részben ellensúlyozhatja a gyökerek által elszívott vízmennyiséget.

Összefoglalás

Összességében nézve kijelenthetjük, hogy az agrárerdészeti rendszerekben a hidrológiai kölcsönhatásoknak sokkal komplexebb összefüggéseit figyelhetjük meg, mint a nagyüzemi gazdálkodásban. Ezek a hatások a körülményektől függően térben és időben nagy változatosságot mutatnak és a megértéséhez egy sokkal hosszabb és összetettebb kísérletre lenne szükség, amely elvégezné a nedvességtartalom felmérését a talaj különböző mélységeiben, valamint a fasorok között különböző távolságokban a fák teljes vágásfordulójára.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt, a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt, valamint az Agrárminisztérium (EGF/103/2021) támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék:

DÖVÉNYI ZOLTÁN (2010): Magyarország kistájainak katasztere; MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. Budapest.

DUNNE, T. – LEOPOLD, L. B. (1978): Water in Environmental Planning. W. H. Freeman

GYURICZA CS. – BOROVICS A. (szerk) (2018): Agrárerdészet. Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ. Gödöllő.

IJJÁSZ E. (1939): A fatenyészet és az altalajvíz, különös tekintettel a nagyalföldi viszonyokra. Erdészeti Kísérletek

VARGA-HASZONITS Z.– LANTOS Zs. – KALOCSAI R. – SZAKÁL T. 2019: A párolgás fogalma, formái és meghatározásuk. Acta agronomica Ovariensis, különszám. Mosonmagyaróvár

VITYI A. – KISS-SZIGETI N. – KOVÁCS K. (2018): Az agrárerdészet magyarországi helyzete. Kutatások a 210 éves Erdőmérnöki Karon, 34-41.

VÍZMINŐSÉG ELEMZÉSEK A RÁBA FOLYÓN

JANZSÓ MILÁN GÁBOR – GRIBOVSZKI ZOLTÁN – KALICZ PÉTER

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
janzso.milan@gmail.com

Bevezetés

A Rába Nyugat-Magyarország egyik legjelentősebb folyója. Teljes hossza 283 km, ebből hazánkban 216 km található, teljes vízgyűjtő területe pedig 10720 km² (*NyuDuVizIg*). A Rába ökoszisztémája rendkívül összetett és sérülékeny, a folyó a körülötte élő emberek életét nagyban határozza meg. Ezen tulajdonságait figyelembe véve tehát egyáltalán nem mindegy az, hogy a folyó egy adott időszakban éppen milyen egészségi, biológiai, ökológiai állapotnak örvend. Célom a vizsgálatok során az volt, hogy korábbi hiteles monitoring adatbázisokkal összehasonlítható saját méréseket végezzek a folyó különböző szakaszain, úgy, hogy a mérési helyszínek a lehető leginkább szétszórtan helyezkedjenek el a vízgyűjtő magyarországi szakaszán. A folyó sok szennyező forrásnak van kitéve, amik könnyedén befolyásolják egészséges működését. Erre kiváló példa az Ausztriában működő wollsdorfi, feldbachi és jennesdorfi börgyarak. Ezek károsító hatása legjobban a Rába nagymértékű habzásával volt szemléltethető, maga a habzás főleg a 2006-2009 közötti időszakban volt a legjelentősebb. Az ekkor a folyóban lévő káros anyagok jelenlétének vizsgálatára irányulóan készült a Rábát érintő egyik legkomplexebb monitoring program, a Rába Survey 2008-2009. Ezen program kitűnően rávilágított arra, hogy melyek azok a kritikus komponensek, amik ebben az időszakban meghatározhatták a habzás eredetét, illetve, hogy ezen komponensek milyen tényezőkre vannak veszéllyel. A Rába Survey adatbázisát tanulmányozva meghatároztunk néhány komponenset, amelyek közre játszhattak a habzásban. Ezek a klorid, nitrit, nitrát, klorid, vezetőképesség, szulfát és pH értékek voltak. Ezekből három került kiválasztásra, nevezetesen: vezetőképesség, szulfát, pH.

Adatbázisok, mintavételi helyek, mérési módszerek

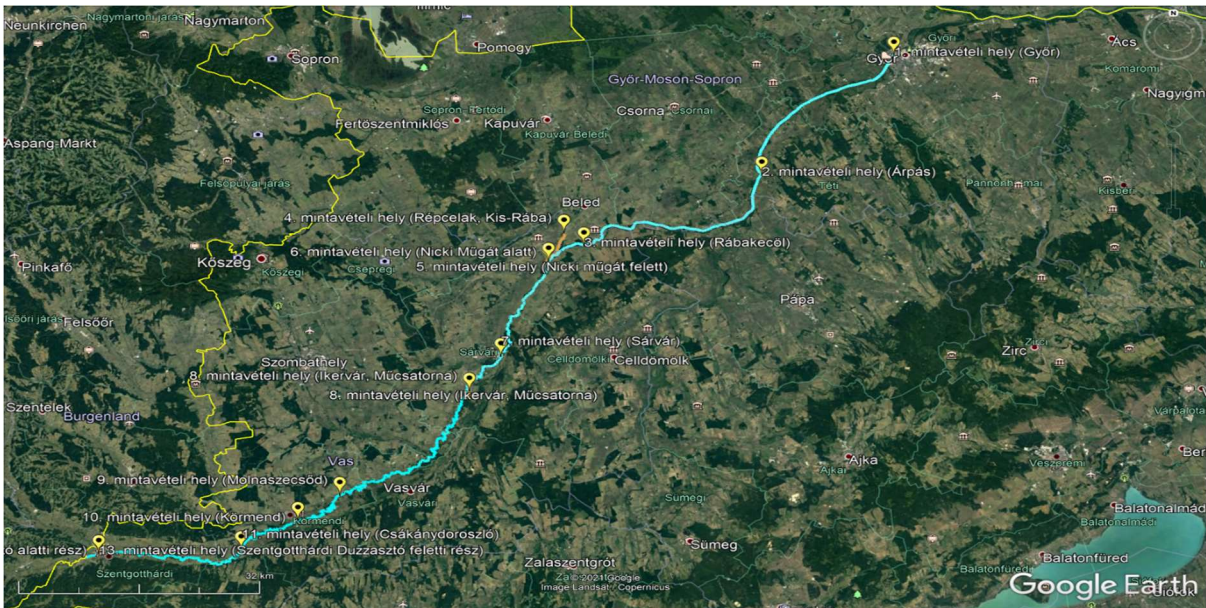
Előzetes feladat a mintavételezés előtt az volt, hogy legyen egy friss, megbízható adatbázis, amely jó kiindulási és összehasonlítási értékeket biztosít. Ez az adatbázis a RaabSTAT: A Rába vízminőségi és ökológiai állapota c. monitoringprogram adatbázisa.

A munkálatok első lépése a mintavételi helyek kijelölése volt. Itt a cél az volt, hogy lehetőségeimhez képest a lehető legtöbb helyen - és ami még inkább fontos - legkülönb hatásoknak kitett helyszínen legyen rajta a helyszínek listáján. Ezt úgy gondolom sikeresen véghez sikerült vinni, hiszen a magyarországi szakaszon 11 különböző helyszínen 13 mintavételezésre került sor. Azért 13 mintát vettem, mivel kíváncsi voltam, hogy a mért komponensek mértékében van-e különbség a nicki és a szentgotthárdi duzzasztónál a gát fölötti és alatti mintákban. Az elemzéseket Győrben kezdtem és így haladtam szisztematikusan egészen Szentgotthárdig. A mintavételezések időpontjai 2021.04.03. és 2021.04.05. voltak.

A helyszínek a következők voltak:

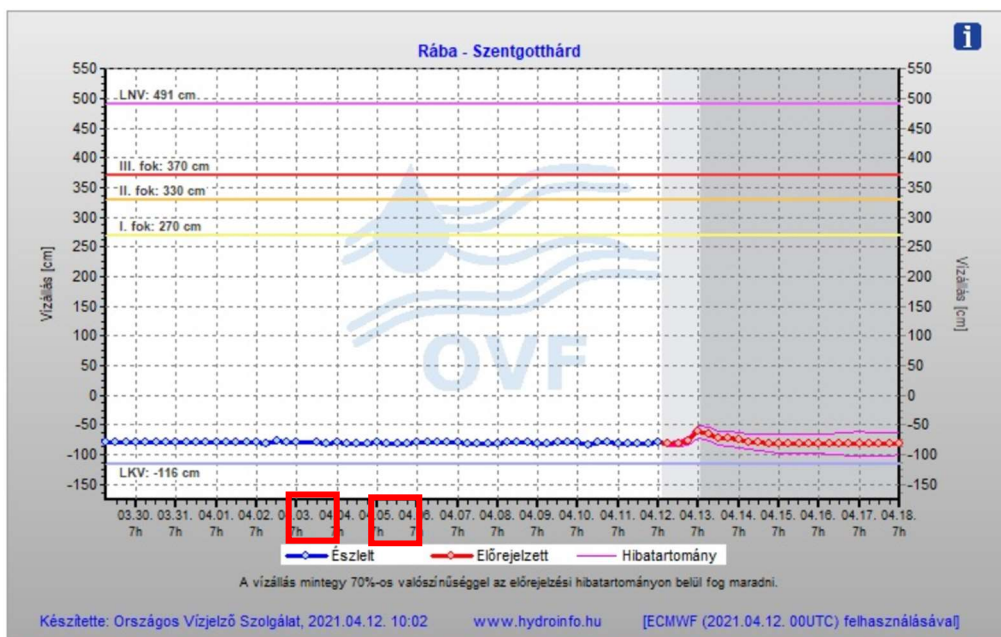
1. Szentgotthárd, duzzasztómű felett és alatt
2. Csákánydoroszló
3. Körmend
4. Molnaszecsőd
5. Ikervár, Múcsatorna
6. Sárvár
7. Nick, duzzasztómű felett és alatt
8. Répcelak, Kis-Rába

- 9. Rábakecöl
- 10. Árpás
- 11. Győr, a torkolattól kb. 440m-re

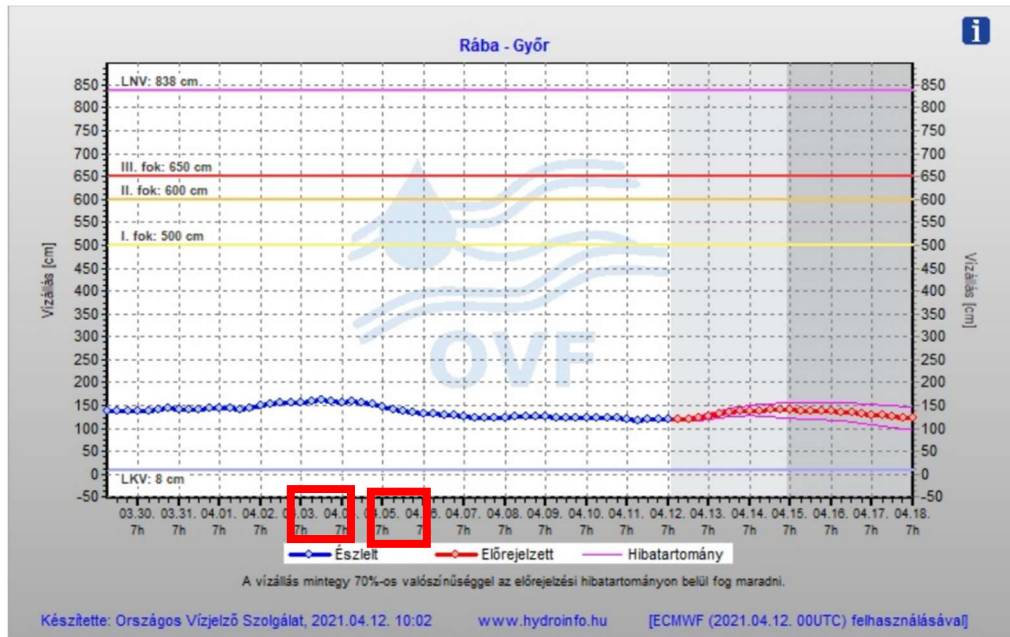


1. Ábra: mintavételi helyek

A mintavételezés időpontja és annak körülményei is nagy jelentőséggel bírnak. Fontos volt, hogy a mintavételezések kisvízi állapotban történjenek, hiszen így még pontosabban megállapíthatóak a kritikus értékek nagysága. A mintavételezést megelőzően a folyó országos szinten rendkívül kis vízálláson stagnáló tendenciát mutatott, hosszas csapadékmentes időszak előzte meg a minták begyűjtését. Ezen információkat a hydroinfo.hu-ról szereztem meg. A vízállás diagramokat több helyszínre vetítve is meg tudtam nézni. Ezek a helyszínek: Szentgotthárd, Körmend, Sárvár, Ostffyasszonyfa - Ragyogó-híd, Árpás, Győr. Itt az első és az utolsó mintavételi helyszín diagramjai láthatóak, ezek már megfelelő összképet adnak a vizsgálatokhoz:



2. Ábra: vízállási adatok Szentgotthárdnál, mintavételezési időpontokkal jelölve



3. Ábra: vízallási adatok Győrnél, mintavételezési időpontokkal jelölve

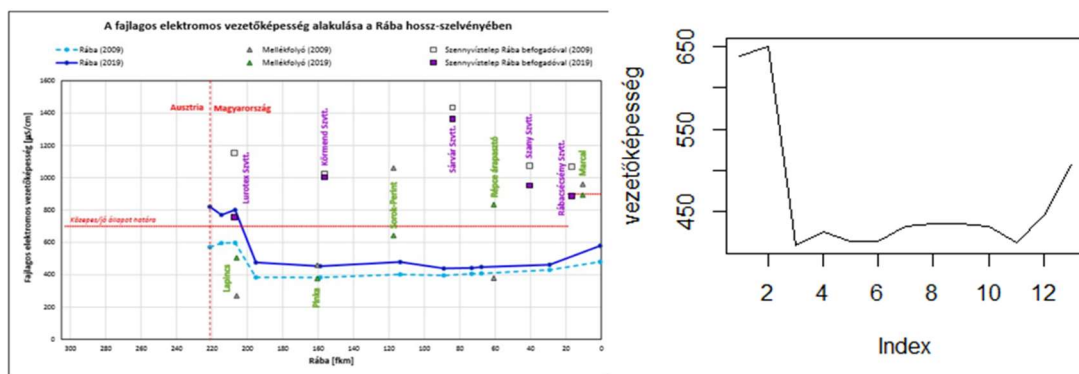
Vezetőképesség kiértékelések

Az elektromos vezetőképesség határértéke a Rábában a 101 és 216 közötti folyókilométer között $700 \mu\text{S}/\text{cm}$. Ezen a szakaszon a folyó dombos, mésztartalmú vízgyűjtő területtel rendelkezik. A Rába hátralévő magyar szakaszán az elektromos vezetőképesség határértéke $900 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Rába Survey 2009).

Saját mérések eredményei:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
639	650	410	426	415	415	432	436	436	432	413	446	507

1. táblázat: Vezetőképesség értékek ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



4. Ábra: fajlagos elektromos vezetőképesség értékek ($\mu\text{S}/\text{cm}$) RaabSTAT (jobbra) és saját tendenciákkal (balra) (NyuDuVizIg RaabSTAT 2021)

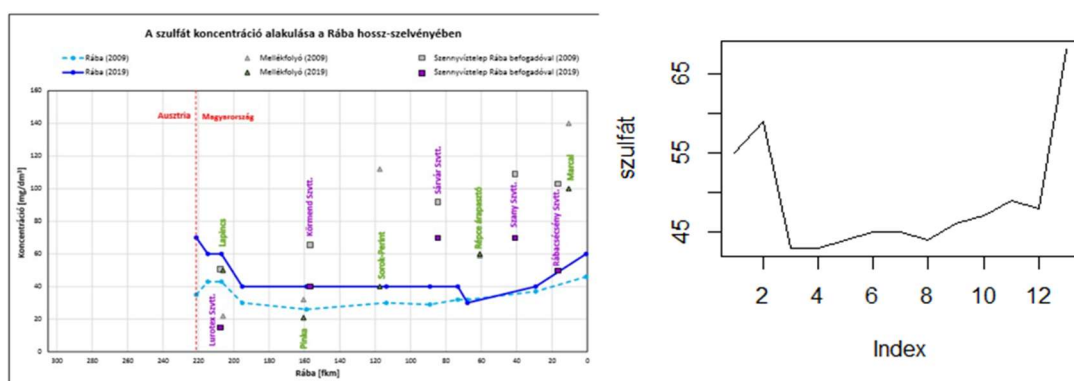
A szentgotthárdi duzzasztó felett ($639 \mu\text{S}/\text{cm}$) és alatt ($650 \mu\text{S}/\text{cm}$) mért érték volt relatíve magas, utána a többi mérési ponton tartotta az $500 \mu\text{S}/\text{cm}$ alatti érték volt, amit Győrben lépett át újra ($507 \mu\text{S}/\text{cm}$). A mért értékek váltakozása rendkívül hasonlít a RaabSTAT adatbázisában fellelhető tendenciával, amely a 4. ábrán is látható.

Szulfát értékek kiértékelése

A szulfát a felszíni vizek szeretlen sótartalmának fő alkotóeleme, rendszerint 10 – 30 mg/l koncentrációban. A szulfát-tartalom a szennyezettséget indikálja bizonyos mértékben, ezért fontos a mennyisége a vizekben (Rába Survey 2009).

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
55	59	43	43	44	45	45	44	46	47	49	48	68

2. táblázat: Szulfát értékek (mg/l)



5. Ábra: Szulfát értékek (mg/l) tendenciái, RaabSTAT (jobbra) és saját tendenciával (balra) (NyuDuVizIlg RaabSTAT 2021)

A minél hitelesebb mérés szempontjából itt is szükség volt egy tendencia összehasonlításra, ami az 5. ábrán látható is. Megfigyelhető itt is a hasonló görbék által leírt vonal, így a kiértékelés pontosnak mondható. A szentgotthárdi duzzasztóműnél közel 60-as értékeket kaptam, a duzzasztó felett 55 mg/l, míg alatta 59 mg/l volt a szulfáttartalom. Győrnél az általam mért érték (68 mg/l) is magasabb volt a többi helyszínhez mérten, akárcsak a RaabSTAT mérései szerint.

A pH értékek kiértékelése

A pH méréshez gyorsteszteket használtam, mivel ezzel már fel tudtam mérni, hogy a folyó különböző szakaszain van-e kritikus érték. Az elvégzett mérések minden helyszínen közel semleges, azaz 7-es értéket mutattak, ami mindenképpen jó eredménynek mondható, hisz benne van a várt 6-9-es tartományban puffer kapacitástól függően.

Összegzés

A Rába vízminőségi állapota a mérési adatok szerint megfelelőnek mondható, határértékeknek minden mért komponens megfelelt, habzással még a duzzasztóműveknél sem találok kis mértékben sem. Ez azért volt különösen fontos, mert habzást a lezúduló víz erősen indikálja és ebből a habzást illetően már messzemenő következtetéseket tudunk levonni. A választott komponensek jól rávilágítanak a szennyezettségre, ezek olyan kritikus összetevők, melyek jó alapot adnak a szennyezettség vizsgálatához.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció az „EFOP-3.4.3-16-2016-00022 „QUALITAS” Minőségi felsőoktatás fejlesztés Sopronban, Szombathelyen és Tatán” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék:

Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (megtekintve: 2020): A Rába folyó jellemzői

<http://www.nyuduvizig.hu/index.php/vedekezes/informaciok-a-rabarol/raba-folyo-jellemzoi>

Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: Rába Survey 2009: Vizsgálati körülmények leírása:

http://www.nyuduvizig.hu/upload/04_report_2_examination-scope_28062010.pdf

Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: RAABSTAT: A RÁBA VÍZMINYSÉGI ÉS ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTA [https://www.interreg-](https://www.interreg-athu.eu/fileadmin/be_user_uploads/RaabSTAT/HU_Nemzeti_jelentes.pdf)

[athu.eu/fileadmin/be_user_uploads/RaabSTAT/HU_Nemzeti_jelentes.pdf](https://www.interreg-athu.eu/fileadmin/be_user_uploads/RaabSTAT/HU_Nemzeti_jelentes.pdf)

Vízállás előrejelzés grafikonok - Duna és mellékfolyói (megtekintve: 2021):

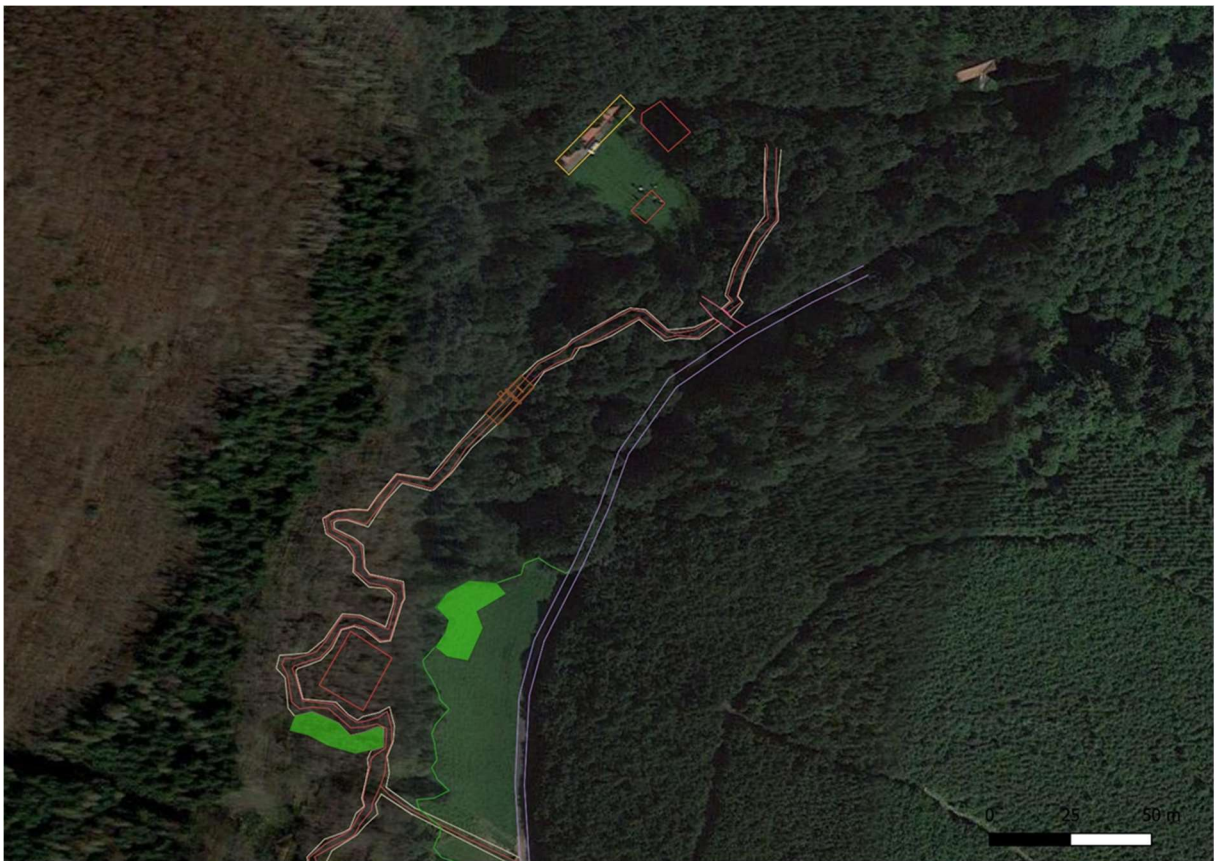
<https://www.hydroinfo.hu/mobil/hidro/duna.php>

HIDRO-METEOROLÓGIAI ADATOK ELEMZÉSE ÉS ELŐKÉSZÍTÉSE 2017-2020 KÖZÖTT A HIDEGVÍZ-VÖLGYI KÍSÉRLETI VÍZGYŰJTŐ TERÜLETEN

NEVEZI CSENGE – GRIBOVSKI ZOLTÁN – BAZSÓ TAMÁS – KALICZ PÉTER – SZÓKE ELŐD

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
nevezi.csenge.12@gmail.com

A Soproni-hegység területén elhelyezkedő Hidegvíz-völgyben már az 1990-es évek óta folyik a meteorológiai adatok gyűjtése. Az összegyűjtött adatmennyiség számos helyi kutatás alappillére, különös tekintettel az itt zajló hidrológiai mérésekre. 2018-19 – ben indult egy hidro-meteorológiai adatok elemzésével foglalkozó kutatás, melynek fő célja a helyi hidro-meteorológiai, talaj- és növényzeti jellemzők közötti kapcsolatok feltárása. Az elsődlegesen kijelölt mintaterület a Hidegvíz-völgyi kutatóháztól délre található (1. ábra), és egy patakmenti égeres állománnyt, valamint egy nedves rétet foglal magában.



1. ábra: Az elsődleges mintaterület elhelyezkedése a Hidegvíz-völgyben. A barna vonal a Rák-patak medrét, a lila a műutat, a piros az intercepciós kert kerítését, a zöld pedig az erdőszegélyt jelöli. A zöld sokszögek a cönológiai felmérések helyszínei. (Bazsó et. al. 2021)

A kutatás időtartama alatt megállapításra került, hogy mindkét ökoszisztéma esetében mérhető változások következtek be a talajvízszint, a talajnedvesség, valamint a vegetáció esetében is, és ezen változásokat jelentősen befolyásolták a helyi meteorológiai események. Az egy éves mérési periódus leteltével az a döntés született, hogy mindenképpen érdemes folytatni az adatok gyűjtését a mintaterületen. A további adatgyűjtés, valamint előkészítés- és elemzés elsősorban a nagyobb pontosság, a mérési hibák kiküszöbölése, vízmérleg számítása, illetve a modellezés szempontjából lenne a legfontosabb.

Alapadatbázisként a 2017-2020 között mért meteorológiai adatok lettek kiválasztva, közülük is a három legfontosabb paraméter, a csapadék, a léghőmérséklet, valamint a légnedvesség. A három változó mérése automata műszerek segítségével zajlik, az egyetlen kivétel a csapadék, amely manuális módon is mérésre kerül hetente, egy Hellmann-féle csapadékmérő segítségével. Utóbbira azért van szükség, mert az automata billenőedényes csapadékmérők bizonyos körülmények között pontatlanul mérnek, pl. nagy csapadékintenzitás esetén. A meteorológiai adatok mellett a felszíni talajnedvesség értékei is összegzésre kerültek a 2017-2020-as időszakban, ezek mindegyike külön-külön grafikonon van feltüntetve.

Anyag és módszer

A hidro-meteorológiai, valamint a talajnedvesség adatok egyaránt a 2017-2020 közötti időszakra vonatkozóan lettek előkészítve további modellezéshez. A mérések a Hidegvíz-völgyi kutatóház meteorológiai mérőállomásán, valamint az attól délebbre található égeres intercepciós kertben és a szomszédos nedves réten zajlottak. A mintaterület éghajlata jellemzően mérsékelt hűvös-mérsékelt nedves. A vegetációs időszaki sokévi középhőmérsékleti átlag 15,0 – 16,0 Celsius között mozog, az évi csapadékösszeg 700 – 750 mm közötti, ebből 430 mm esik a tenyészidőszakban. A 24 órás csapadékmaximum 115 mm, ezt a csapadékmennyiséget Brennbergbányán mérték. A mérsékelt hűvös és nedves klíma kiválóan alkalmas az erdőgazdálkodás és a gyógyüdülés számára (DÖVÉNYI et. al. 2010).

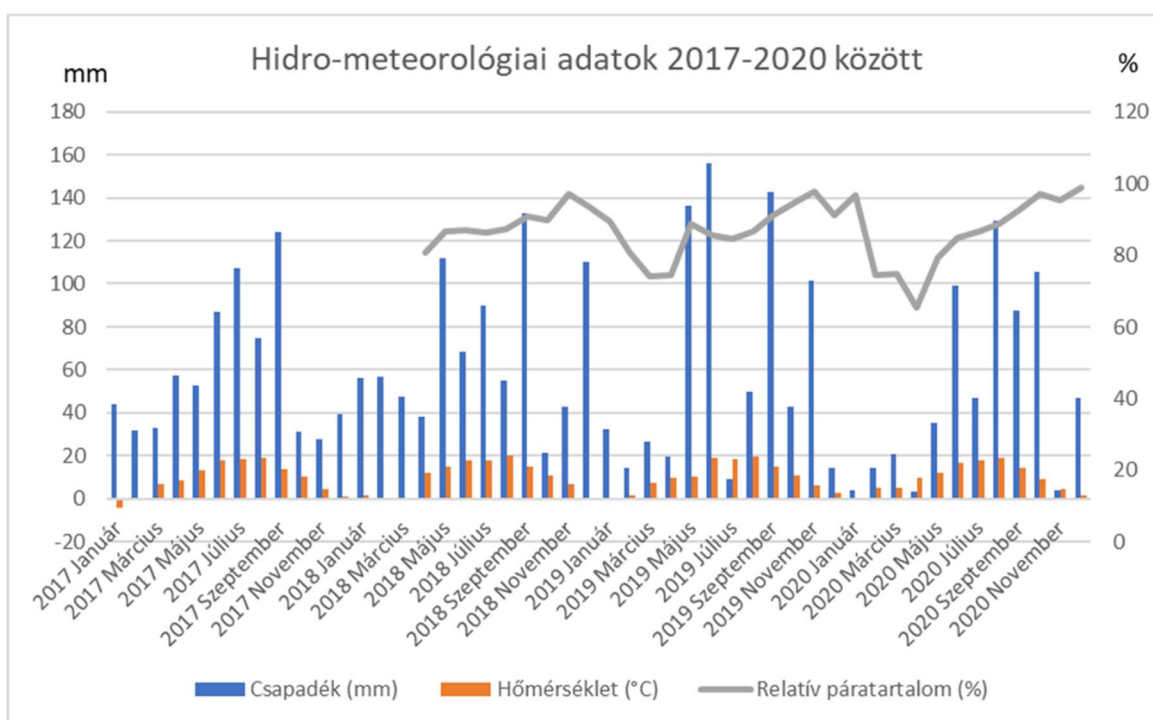
A meteorológiai mérőkertben már az 1990-es évektől folyamatosan zajlik az adatgyűjtés, kisebb-nagyobb megszakításokkal, főként automata műszerek segítségével (KUCSERA et. al. 2008). Jelen kutatás fókuszában három paraméter állt: a csapadék, a léghőmérséklet, valamint a páratartalom. A mérőállomáson két típusú automata műszer is található, amely ezeket az adatokat méri, az egyik egy egyedileg készített adatgyűjtő, a másik a Boreas cég gyártmánya. A csapadék az automata billenőedényes csapadékmérő mellett manuális módon is kivételre kerül, egy Hellmann-féle csapadékmérő segítségével – erre azért van szükség, ha az előbbi működésében zavar lép fel, a kézi méréssel pótolni lehessen az adathiányt (MÉSZÁROS et. al. 2013). A léghőmérséklet és a páratartalom mérése a csapadékhoz hasonlóan órás gyakorisággal történik. A két nagyobb automata mellé kihelyezésre került 2021 februárjában két kisebb, EasyLog márkájú USB-s adatgyűjtő, amelyek 1, illetve 2 perces gyakorisággal mérnek. Az új műszerek kihelyezését nem csak a pontosabb adatgyűjtés- és kalibrálás indokolta, de tesztként is szolgált a kisebb adatgyűjtők pontosságának meghatározására. Az adatok feldolgozása az RStudio és az Excel programok segítségével történt.

A felszíni talajnedvesség mérése a völgyfenéki területen több ponton is folyamatosan zajlik, a 2017-2020 közötti időszakból a legtöbb adat az égeres állományban, az erdőszegélyben, valamint a szomszédos nedves réten került felvételre. A talajnedvesség mérése egy TDR szonda segítségével történt, amely a talaj felső 5-10 centiméteres rétegében méri viszonylag pontosan a nedvességtartalmat. Működésének lényege, hogy a műszer végén található két fémtüskén keresztül egy elektromágneses hullámot juttat a talajba, és azt méri, hogy a hullám mennyi idő alatt ér vissza a forráshoz (RADCLIFFE et. al. 2010). A szonda által mért érték egy kijelzőről olvasható le, majd egy konverziós egyenlet segítségével megállapítható a térfogatszázalékos nedvességtartalom. Az adatok feldolgozása az Excel program segítségével történt.

Eredmények

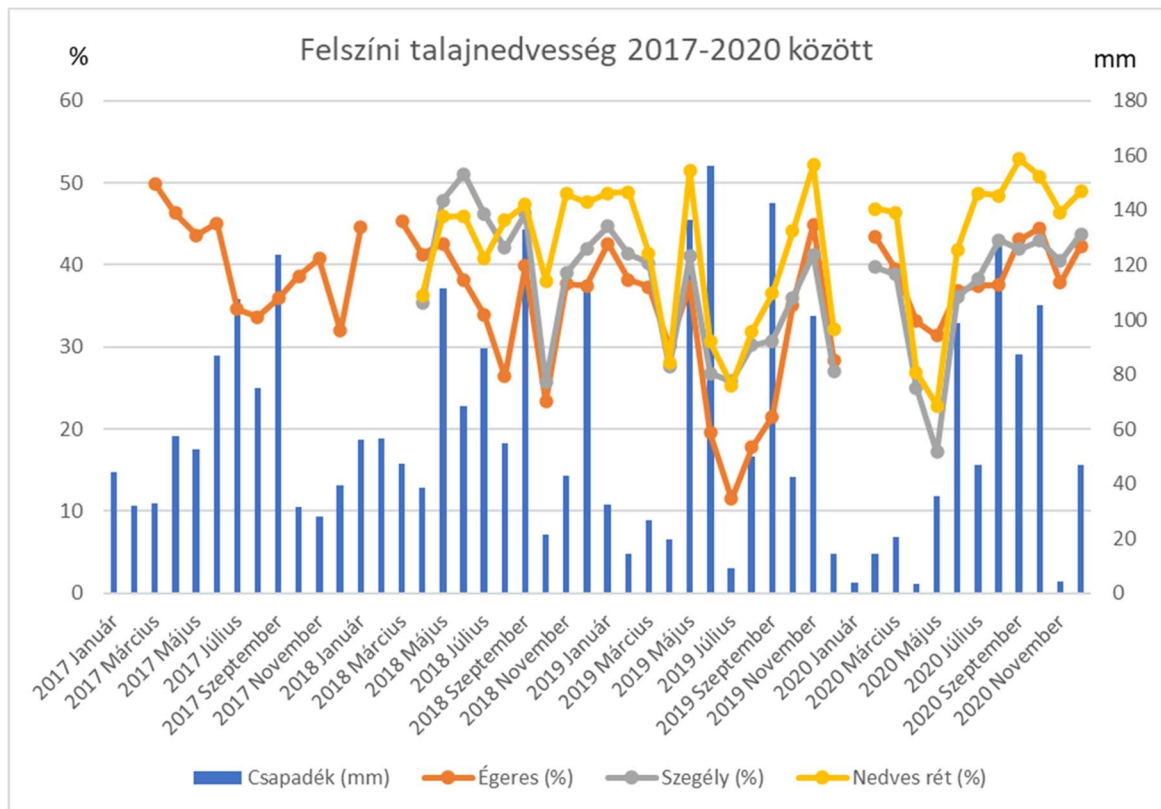
A négy év alatt mért csapadék-, hőmérséklet-, és páratartalom adatok havi szinten lebontva, egy grafikonon kerültek ábrázolásra a jobb áttekinthetőség és összehasonlíthatóság

érdekében (2. ábra). A grafikonon látható, hogy a legalacsonyabb havi átlaghőmérséklet 2017 januárjában került megfigyelésre, amíg a legmagasabb havi átlaghőmérséklet 2018 augusztusában. Összességében a havi átlaghőmérsékletek esetében a megfigyelt évek alatt nem volt jellemző szélsőségesen kiugró érték. A havi csapadékösszegek közül a legalacsonyabb érték 2021 februárja, a legmagasabb 2019 júniusa volt. A csapadék eloszlása 2017-2018 között aránylag egyenletes volt az év folyamán, azonban 2019-2020-ban sokkal nagyobb gyakorisággal fordultak elő hosszabb aszályos időszakok, valamint nagy mennyiségű, intenzív csapadékesemények. A legszárazabb időszak 2020 első öt hónapja volt, alig 100 milliméter csapadék esett csak le összesen. 2019 májusa és júniusa az egyik legcsapadékosabb időszak volt, a völgyben futó Rák-patakon ennek következtében több nagyobb árhullám is végigvonult. A légnedvességre vonatkozó adatsor a műszerek meghibásodása miatt hiányos, így csak három éven keresztül sikerült értékelhető adatokat gyűjteni. Ezek alapján látható, hogy a páratartalom változása követi a hőmérséklet- és csapadéérték változásokat, kiugró értékek főleg egy-egy aszályos, vagy csapadékos időszakban figyelhetők meg. A legmagasabb páratartalom érték 2018 októberében, a legalacsonyabb 2020 áprilisában került rögzítésre.



2. ábra: Hidro-meteorológiai adatok előkészítése modellezéshez és vízmérleg-számításhoz, 2017-2020 között.

A felszíni talajnedvesség-értékek a hidro-meteorológiai adatokhoz hasonlóan havi lebontásban, egy grafikonon szerepelnek az összehasonlíthatóság érdekében (3. ábra). Az erdőszegélyben és a réten 2018-tól kezdődtek a talajnedvesség-mérések a TDR szondával, ezért erre a két területre csak három év adatai állnak rendelkezésre. A téli adathiányos időszakok oka a fagyott talaj, mivel ilyen körülmények között nem lehet mérni a TDR szondával. A grafikonon jól látható, hogy a talajnedvesség változása jól követi a csapadékmennyiség változását mindhárom élőhelytípusban. A talaj százalékos nedvességtartalma a réten a legmagasabb, ezt követi az erdőszegély, majd az égeres állomány. A legmagasabb érték 2020 szeptemberében, a legalacsonyabb 2019 júliusában volt megfigyelhető. Az élőhelytípusok talajnedvesség értékei közötti különbség oka elsősorban az intercepció.



3. ábra: A felszíni talajnedvesség átlagos alakulása a völgyfenéki területen 2017-2020 között.

Következtetések, javaslatok

Az eddig mért adatok alapján megállapítható, hogy a Hidegvíz-völgyben a 2017-18-as évek meteorológiai szempontból átlagosnak mondhatóak, viszont a 2019-es és a 2020-as években sokkal több szélsőség volt megfigyelhető. Ahhoz, hogy megállapítást nyerjen, hogy ezek az értékek mennyire számítanak szokatlannak a mintaterületen, nem csak további, folyamatos mérésekre van szükség, de a korábban mért és irodalmi adatok feldolgozására is, mert ezek alapján lehet egy nagyobb képet kapni arról, hogy mennyire gyakoriak a szélsőséges évek a Hidegvíz-völgyben. A mért adatok nem csak egy jelenlegi vízmérleg kiszámításához jelentenek támpontot, de egy olyan modellhez is szükségesek, amelynek segítségével változó feletételek mellett vizsgálható hipotetikus módon az erdők vízforgalma.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt, valamint az Agrárminisztérium (EGF/103/2021) támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. pp. 345-347.
- KUCSARA M. (szerk.) (2008): A Hidegvíz-völgyi erdészeti hidrológiai kutatóhely. NYME EMK Geomatikai, Erdőfeltárási, és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron. pp. 7-9.
- MÉSZÁROS R. (2013): Meteorológiai műszerek és mérőrendszerek. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
- RADCLIFFE, DAVID E. – SIMUNEK, JIRI (2010): Soil Physics with HYDRUS: Modeling and Applications. CRC Press, Boca Ration, FL. pp. 43 – 45.

FAÁLLOMÁNY-JELLEMZŐK VIZSGÁLATA UAV-K SEGÍTSÉGÉVEL A SZOMBATHELYI ERDÉSZETI ZRT.-NÉL

SZÁSZ BOTOND – KIRÁLY GÉZA

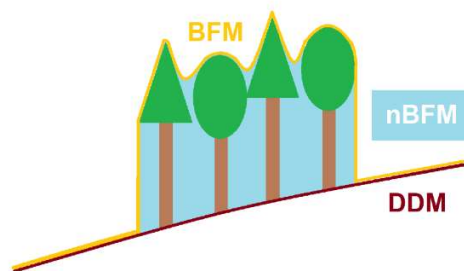
Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
szaszbotond@gmail.com

Bevezetés

Rohanó világunkban az erdészeti szakmának is tartania kell a lépést a rendkívül gyors fejlődéssel. Ennek egyik legjobb módszere a 21. század technikai vívmányainak egyre szélesebb körű bevonása a különböző erdészeti, illetve az azzal kapcsolatos tevékenységek elvégzésébe, bizonyos kérdések, problémák megoldásába. Ilyen szakmai innováció például az utóbbi időben igencsak nagy népszerűsége tevő UAV-k (*Unmanned Aerial Vehicle* – pilóta nélküli repülőeszköz), illetve az általuk készített légifelvételek alkalmazása, amely több szempontból is megkönnyítheti az erdészetek dolgát. Segítségükkel meghatározható az egyes erdőrészek törzsszáma, záródása, az egyesfák koronavetületeinek nagysága, illetve magassága, a növtér, ezekből pedig következtetni lehet a fakészletre, körlapra, átmérőre, és egyéb állományjellemzőkre.

A légifelvételekből felületmodelleket, úgynevezett borított felszínmodelleket (BFM) állítunk elő, amely magába foglalja a terepen található objektumokat, a növényzetet, tehát lényegében azt mutatja be, amit felülről látunk. Raszter típusú adatmodellként pixelekből tevődik össze, amelyek a természetes és mesterséges tereptárgyak tengerszint feletti magasságát tartalmazzák. A BFM mellett egy másik felületmodell a digitális domborzatmodell (DDM), amely a földfelszín magasságát tárolja, minden egyéb tereptárgyat figyelmen kívül hagyva. A fent említett paraméterek vizsgálatához azonban egy normalizált borított felszínmodellre (nBFM) van szükség, amely a BFM-mel ellentétben a terepi objektumok abszolút magasságát írja le. Ezt a BFM, valamint a DDM egymásból való kivonásával kapjuk meg. Ezt a modellt famagasságmodellnek is hívjuk, mivel a pixelek a vizsgált erdőrészlet faegyedeinek magasságát tartalmazzák (KIRÁLY ÉS MTSAL, 2017).

A különböző felületmodelleket az 1. ábra mutatja be.



2. ábra: A különböző felületmodellek

A felületmodellek előállításához egymással átfedő légifényképekre van szükség. Ez különböző képegyeztetési módszerekkel készíthető el. Ilyen képegyeztető módszer például a *Structure from Motion* algoritmus, mely egy olyan eljárás, amely a tájékozás külső és belső paramétereit egyszerre számolja egy előzetes térbeli pontfelhő előállításával mellett (VERHOEVEN ÉS MTSAL, 2012). A módszer azonosítja az átfedő képek jellemző vonásait, vizuálisan megfeleltethető pixeleket keres, melyek képi koordinátáit eltárolja. Az

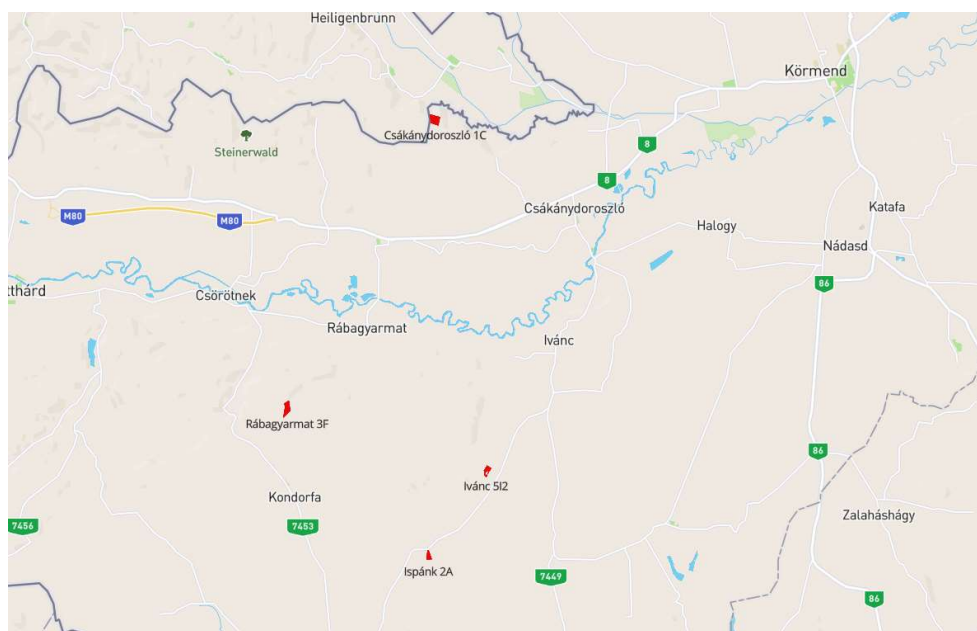
egymásnak megfelelő pixelek alapján számolt térbeli pontok alkotják az előzetes pontfelhőt (WESTOBY ÉS MTSAI, 2012).

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálatba összesen négy erdőrészlet került bevonásba (2. ábra), melyek a következők (zárójelben a repülés ideje):

- Csákánydoroszló (CSDO) 1C (2018. október 3.)
- Ivánc (IVA) 5I2 (2019. október 20.)
- Rábagyarmat (RAGY) 3F (2020. június 19.)
- Ispánk (ISP) 2A (2020. június 19.)

Szerkezetüket tekintve a csákánydoroszlói, a rábagyarmati, illetve az ivánci erdőrészlet egyszintes, előbbi kettő esetében a bükk közel 50%-os arányban van jelen, amely mellett az erdeifenyő, a kocsánytalan tölgy, valamint a gyertyán alkotja a faállományokat. Mindkét erdőrészlet véghasználati időszak alatt állt a vizsgálat időpontjában, a bontóvágások hatására a törzsszám erősen lecsökkent. Az ivánci erdőrészlet nagy elegyarányban bükkös, míg az ispánki vizsgált faállomány többszintes, a felső szintet 100 év körüli erdeifenyő-egyedek uralják, míg a második lombkoronaszintet 30-35 évvel fiatalabb bükkök, illetve gyertyánok alkotják.



3. ábra: Vizsgált erdőrészletek elhelyezkedése

A repülések, illetve a légifényképezések kivitelezése egy *DJI Phantom 4 Pro* UAV-val történt. Az eszköz maximális repülési ideje 30 perc, melynek köszönhetően a legnagyobb kiterjedésű, 6,5 hektár nagyságú csákánydoroszlói erdőrészlet is gond nélkül lerepülhető volt egyetlen felszállással. A repülőeszközre szerelt 1 inch nagyságú, CMOS érzékelő 20 megapixel (5472x3648) felbontású fényképek készítésére képes.

A képegyeztetést az *Agisoft Metashape* (korábban *Agisoft Photoscan*) nevű szoftverrel végeztem, ahogyan a borított felszínmodell generálását is. Utóbbi minősége függ a pontfelhő minőségétől, ezért a képegyeztetés beállításainak megválasztásakor törekedni kellett arra, hogy a célnak legmegfelelőbbeket válasszuk ki. További fontos szempont a felületmodell

felbontása. Minden esetben megfelelő sűrűségű volt a pontfelhő, ez pedig 10 cm/pixelnél nagyobb felbontást eredményezett, ami már elégséges a vizsgálatok elvégzéséhez.

A normalizáláshoz szükséges domborzatmodellek a *Metashape* beépített talajpontosztályozási funkciójának segítségével lettek elkészítve.

A faegyedek azonosítása a famagasságmodell lokális maximumpontjainak azonosításával történik. Az elv az, hogy ahol a magasságmodellnek maximuma van, ott helyezkedik el egy faegyed (MOHAN ÉS MTSAI, 2017). A feldolgozási eljárás első körben egy előre megadott oldalhosszúságú négyzethálóra osztja a rasztert, majd minden négyzeten belül megjelöli a legmagasabb értékkel rendelkező pixelt (rögzített keresés). Ezután a program végigfut a megjelölt pixeleken, azok köré szintén egy megadott oldalhosszúságú négyzetet von oly módon, hogy az előzetes maximumpont a négyzet közepébe kerüljön, ezután pedig a négyzeten belüli maximumot jelöli meg, minden más korábbi megjelölést pedig töröl (simító keresés). A feldolgozás során több ablakméret kombinációját is kipróbáltam (jellemzően 2 és 5 méter között, méterenként haladva). Az így azonosított lokális maximum értéke adja a faegyed magasságát. A módszert a 3. ábra szemlélteti.

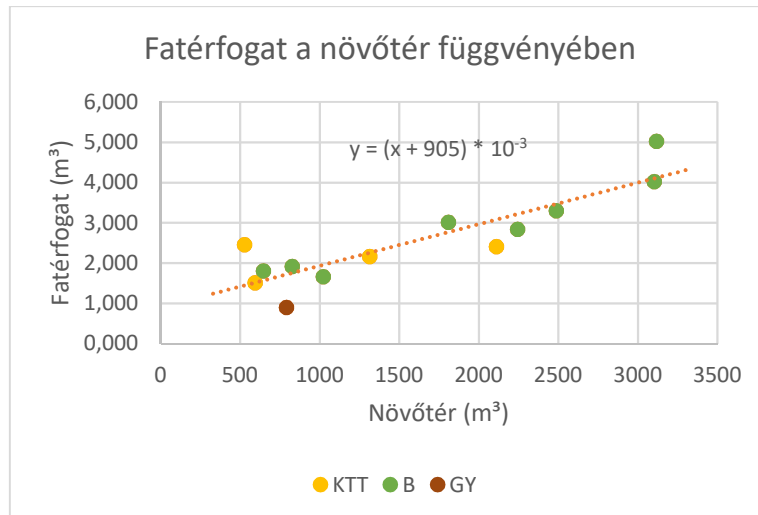
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1
2	3	2	1	2	1	1	0	0	1	2	1	2	2	3	2	1	2	1	1	0	0	1	2	1	2
3	4	3	2	2	2	1	0	0	1	2	2	3	3	4	3	2	2	2	1	0	0	1	2	2	3
4	3	4	3	2	1	0	0	0	0	1	1	2	4	3	4	3	2	1	0	0	0	0	1	1	2
5	3	3	2	3	2	1	0	0	0	0	0	1	5	3	3	2	3	2	1	0	0	0	0	0	1
6	3	2	2	3	3	3	2	1	1	0	1	2	6	3	2	2	3	3	2	1	1	0	1	2	
7	2	1	2	3	4	3	2	1	2	1	1	2	7	2	1	2	3	4	3	2	1	2	1	2	
8	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	8	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2
9	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	9	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1
10	0	0	0	0	1	0	1	1	2	2	1	2	10	0	0	0	0	1	0	1	1	2	2	1	2
11	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	11	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2

4. ábra: A rögzített és simító keresés szemléltetése (piros: rögzített keresés során megjelölt maximumok; zöld: simító keresés során eltávolított maximumok)

A fakészletre való következtetéshez szükséges koronavetületek lehatárolása a famagasságmodell szegmentálásával történik, amely művelet a már azonosított lokális maximumokból indul ki, és lépcsőzetesen lefelé haladva rendeli hozzá a magasságmodell pixeleit egy-egy faegyedhez.

Mindezen eljárásokat egy saját készítésű, C# programozási nyelven kifejlesztett alkalmazással végeztem.

A fakészletre való következtetéshez minden állományban felvételre került 10-15 faegyed (az átmérő átlalóval, a famagasság TruPulse 360B lézeres famagasságmérővel), melyek fafajmegoszlása az állományra jellemző elegyarány szerinti, méreteit tekintve pedig megfelelően reprezentálják a faállományt (kivéve az ivánci erdőrészletnél, ahol az átlagnál nagyobb méretű faegyedeket mértem be). A mintafák helyzetét GPS segítségével rögzítettem, így a famagasságmodellen is beazonosíthatók lettek, fatömegüket pedig a Király-féle fatérfogat-függvénnyel határoztam meg. Az így kapott fatömeget összevettem a mintafák növtérével (a magasság és a koronavetület szorzata), és egy növtér-fatömeg grafikonon ábrázoltam. Az ábrázolt pontok között lineáris összefüggést feltételezve, minden erdőrészletre kaptam egy-egy függvényt, amely megadja az egyesfák fatömegét a növtér függvényében (erre egy példa a 4. ábra, amely a Csákánydoroszló 1C erdőrészlet mintafái alapján megalkotott függvényt mutatja be).

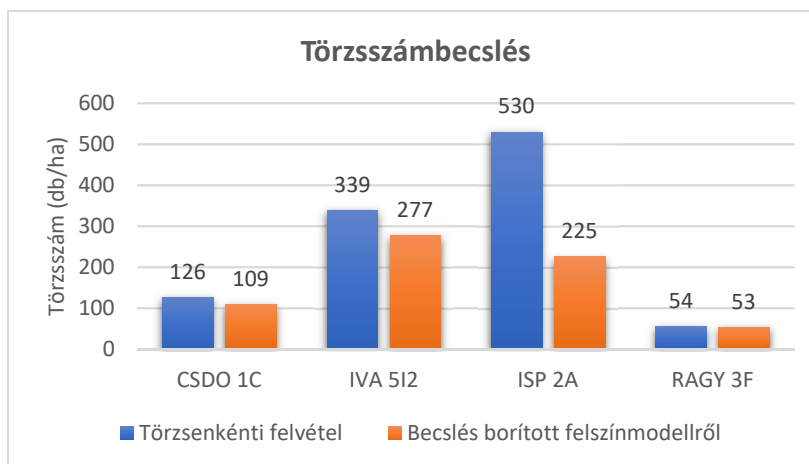


5. ábra: Fatérfogat a növőtér függvényében (CSDO 1C)

A vizsgált állományparaméterek ellenőrzéséhez törzsenkénti felvétel révén elkészített becslési jegyzőkönyv szolgáltatatta a referencia-adatokat.

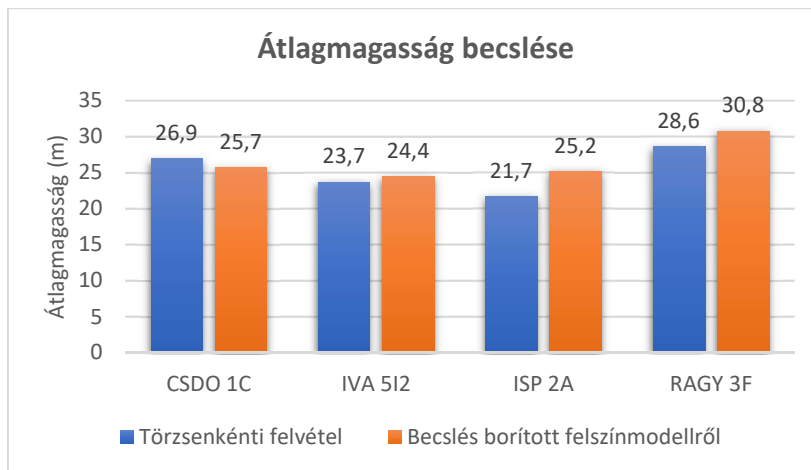
Vizsgálati eredmények

A törzsszám tekintetében a csákánydoroszlói, illetve a rábagyarmati erdőrészen elvégzett becslés hozott a referenciaadathoz képest 10% körüli különbséget, viszont az ispánki esetében olyannyira jelentős az eltérés, hogy a valós egyedszám kevesebb, mint 50%-át sikerült azonosítania az algoritmusnak (5. ábra).



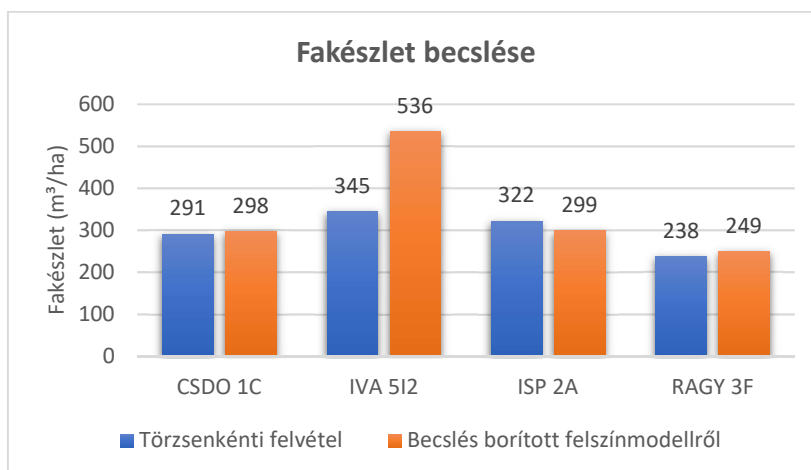
6. ábra: Törzsszámbecslés

Az átlagmagasság becslése során az ispánki vizsgált erdőrészen kivételével mindenhol a hibahatárt jelentő 10%-on belüli az eltérés a referenciaadatokhoz képest (6. ábra).



7. ábra: Átlagmagasság becslése

Annak ellenére, hogy a törzsszám, illetve az átlagmagasság becslése egyes erdőrészeknél nem hozott túlságosan jó eredményt, érdekes módon a fakészletre ezeknél az erdőrészeknél viszonylag pontosan tudtam következtetni (7. ábra). Egyedül az ivánci erdőrésznél lett az eltérés jelentős, több, mint 50%-os, azonban ez annak tudható be, hogy a mintafák nem feleltek meg a faállományra vonatkozó átlagnak, hanem jelentősen felülreprezentálták azt.



8. ábra: Fakészlet becslése

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A törzsszámbecslés ismertett módszerének hátrányát az ispánki erdőrészlet mutatja be a legjobban, miszerint a közbeszorult, alászorult faegyedek azonosítása nem kivitelezhető. Az ilyen jellegű állományokban az átlagmagasságot sem lehet pontosan meghatározni (ez látható volt a vonatkozó erdőrészlet becsült átlagmagasságánál is), a kapott érték minden esetben nagyobb lesz a valós magasságnál, pontosan azért, mert az alászorult faegyedek magasságai nem vesznek részt az átlagszámításban, ezért az így kapott magasságot nem átlagmagasságnak, hanem inkább felsőmagasságnak illendő titulálni.

Az ivánci törzsszám-alábecslés oka az őszi, már elszíneződött lombkoronákra vezethető vissza, ugyanis ennek köszönhetően a famagasság-modell kevésbé volt éles a vártnál. A fakészlet-becslés eredménye pedig jól mutatja, hogy a nem reprezentatív mintafák kiválasztása jelentős túlbecslést eredményez.

A rábagyarmati és a csákánydoroszlói vizsgált faállományok példája azonban már azt mutatja, hogy az egyszintes, idősebb faállományokban mindhárom állományjellemző becslése alkalmazható a gyakorlatban. Doktori kutatásom céljaként az ismertett becslési módszer további fejlesztését tűztem ki, hogy minél szélesebb körben alkalmazható legyen a jövőben.

Irodalomjegyzék

- KIRÁLY G. – BALLA CS. – BARTON I. – MÉSZÁROS GY. – PETRÁNYI B. – SZABÓ K. (2017): Borított felszínmodellek erdészeti felhasználása. In: Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia (szerk.: Bidló A. – Facskó F.) 118-122. Soproni Egyetem Kiadó. Sopron.
- MOHAN, M. – SILVA, C.A. – KLAUBERG, C. – JAT, P. – CATTS, G. – CARDIL, A. – HUDAK, A.T. – DIA, M. (2017): Individual Tree Detection from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Derived Canopy Height Model in an Open Canopy Mixed Conifer Forest. *Forests* 8. 340.
- VERHOEVEN, G. – DONEUS, M. – BRIESSE, C. – VERMEULEN, F. (2012): Mapping by matching: a computer vision-based approach to fast and accurate georeferencing of archaeological aerial photographs. *Journal of Archaeological Science* 39. 2060-2070.
- WESTOBY, M. – GLASSER, N. – HAMBREY, M. (2012): 'Structure-from-Motion photogrammetry': A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology* 179. 300-314.

HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATOK EGY FÁS LEGELŐN

SZŐKE ELŐD – CSÁKI PÉTER – KALICZ PÉTER – GRIBOVSZKI ZOLTÁN

Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
elod0324@gmail.com

Bevezetés

Kőszeg határában a Doroszlói-réteken kialakított fás legelő és élőhelyrehabilitáció során végzett beavatkozások rövid bemutatása valamint azok hidrológiai hatásának az elemzésének eredményeit mutatjuk be ebben a cikkben. A fás legelők lényegében olyan élőhelyek ahol az állattartás és a fás szárú növényzet együttes jelenléte alkot egy komplex rendszert, mely kellő odafigyeléssel és megfelelő gazdálkodási módszerekkel képes kielégíteni az állattartás és a növénytermesztés során felmerülő igényeket, ezáltal a klímaváltozásra egy környezetbarát ugyanakkor a gazdasági igényeket is ellátó gazdálkodási módot biztosítva.

Vizsgált anyag és módszertan

A kutatási terület Nyugat Magyarországon az Alpokalja régióban, Kőszeg határában a városközponttól mintegy 2-2,5 km déli irányban található. Az általunk vizsgált rész Kőszeg-hegyalja Alsó rétek nevű terület egy kisebb része, amit a Tamás árok és a Gyöngyös patak határol, a továbbiakban csak Doroszlói rétek néven fogunk rá hivatkozni. A terület hozzávetőleg 70 hektár kiterjedésű, az első felelhető térképeken és a legkorábbi írásos feljegyzésekben is vizenyős vízjárta területként volt számon tartva. A vízelvezetést a kezdetben kialakított nadrágszij parcellákkal oldották meg a parcellák határában kialakított árkokkal (1.ábra).



1. ábra Nadrágszij parcellák a XIX. században

A XIX. században beindult nagy vízszabályozási munkálatok hatására a kisebb vízfolyások és patakok szabályozása is felmerült, a Gyöngyös esetében egy a XX. században teljesedett ki. Ekkor a Gyöngyös számos kanyarulatát levágták valamint kiépítésre került a Tamás árok is mely a területről és a város déli részéről vezette el a vizet. Ennek célja egyrészt a területek magasabb fogú haszonvétele illetve a város terjedésének elősegítése. Ekkor kezdődött meg a terület kiszáradása. A XX. század második felében a TSZ vette birtokba a területet majd legelőként hasznosította. A rendszerváltást követő privatizációval újra magánkézbe került a gazdálkodás, egy kisebb részén gyümölcsöskertek alakultak, míg a jelentősebb részén beindult a gyomosodás, cserjésedés.



2. ábra A talajvíz kutak elhelyezkedése az élőhelyrekonstrukciós projekt által érintett területen a Kőszeg melletti Doroszlói-réteken

Vizsgálati eredmények – az eddigi beavatkozások bemutatása

A területet miután az Őrségi Nemzeti park tulajdonába került 4 fő lépésben beavatkozásokat hajtottak végre melynek célja a nagyobb biodiverzitás elérése egy fás legelő kialakítása és a terület déli részén egy élőhelyrehabilitáció volt. A fás legelő kialakításához a korábbi cserjés beerdősült részeket megritkították, kisebb facsoportokat vagy magányosan álló fákat hagytak meg belőlük. Az egész területre kiterjedően többször végeztek kaszálásokat az invazív fajok visszaszorítása érdekében. A rehabilitációval érintett területre, megoldották a vízpótlást a

Tamás árokra épített fenékküszöb és csővezeték által, valamint a déli határvonal mentén kiépített gáttal a víz területen tartását illetve az árokkal a külső területek ármentesítését is. Röviden a négy fő szakaszban az alábbi munkák zajlottak le:

Az első szakasz 2018. május 16. és 2018. augusztus 31. között felszámolták a területen még szórványos megtalálható kerítésdarabokat a vadászlesek, valamint egyéb vadászati objektumokat, továbbá első alkalommal kaszálták le az aranyvesszőt (*Solidago gigantea*) és a bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*) irtása is ekkor történt először. Második szakaszban 2018. szeptember 1. és 2019. március 15. között több lépésben letermelték a fásszárú vegetációt odafigyelve, hogy a nyesedék elszállítása is megtörténjen a területről. Ekkor jelölték ki és hagyták meg a nemzeti park által értékesnek vélt facsoportokat és fa egyedeket is (3. ábra). Az invazív fajok ismételt irtása szintén megtörtént.



3. ábra a fás legelőhöz nélkülözhetetlen kisebb facsoportok és magányosan álló fák

A harmadik szakaszban 2019. március 16. és 2019. augusztus 31. között kissé lelassultak az események és ekkor csak az invazív fajok irtása valamint a speciálisan kezelendő déli terület kaszálása történt meg. Ebben a szakaszban történt meg a talajkutak telepítése is 2019.04.18.-án így csak az ezt követő időszakról vannak talajvízszint adataink. Az utolsó szakaszban 2019. szeptember 1. és 2019. szeptember 30. között az aranyvessző kaszálása mellett megépültek a korábban említett főbb földmunkák, melyek célja a Tamás árokból a vízpótlást biztosítani a speciálisan kezelendő déli részekre. Ekkor épült meg a terület déli határában egy árok rendszer mely célja a területen tartani a vizet valamint az esetleges többletvíz elvezetése a Gyöngyös patakba (4. ábra), továbbá a vízpótlás céljából kiépített vezetékrendszer és fenékküszöb mely a Tamás árokból vezetné a vizet a kívánt részekre (HARSÁNYI – KUTSCHI, 2016).

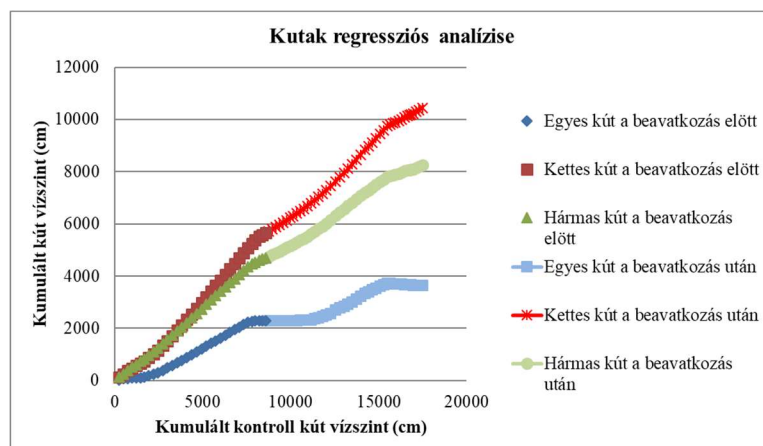
A tervezett beavatkozások idején kicsit csúszva de 2019 októberében megépült a területre tervezett marhaállományt kordában tartó kerítésrendszer és az itatásukat szolgáltató mély fűrt kút megépítése is.



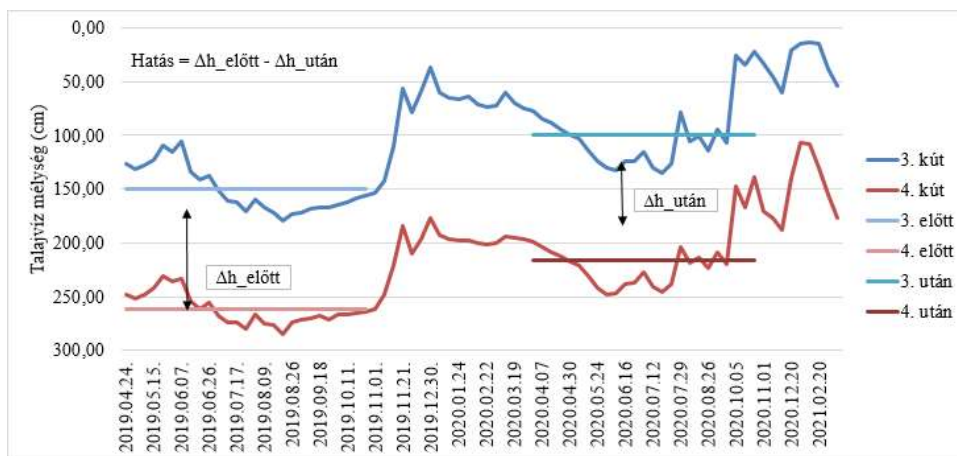
4. ábra Az árokrendszer és a megépülés alatt lévő fenékküszöb

Hidrológiai vizsgálatok és eredményei

A hidrológiai vizsgálatok 2019 áprilisa óta zajlanak heti rendszerességgel a területen, négy kutat telepítettünk, ebből a negyedik kontrollkút melynek a vízszintjét terveink szerint nem érintette volna a vízpótlási beavatkozás hatása. A vízpótlást 2020 tavaszán kezdték meg, így az első évből származó adatok egy kontrollidőszakként is értelmezhetőek, ezen adatok feldolgozása már megtörtént (SZÓKE 2019). A kutak adatait regressziós elemzésnek vetettük alá mely során az adott kút értékeit vettem össze a kontrollkút értékeivel. Ehhez az adott kúthoz tartozó értékeket kumulált számsorra alakítottam, majd ugyanezt elvégeztem a kontrollkút esetében is (5. ábra). Második típusú vizsgálatként térbeli és időbeli különbségképzést végeztem a beavatkozások hatásainak vizsgálatára. A térbeli különbségképzés volt az első lépés, ahol a beavatkozással érintett és a kontroll kutak idősorainak különbségét képeztem. Az időbeli különbség az előbbi térbeli eltérés idősorok beavatkozás előtti és utáni egy-egy vegetációs talajvízállás átlagainak különbségét jelentette. A jelentősebb időbeli szinteltéréseknél valószínűsítettem jelentősebb hatását a vízpótlásnak (6. ábra).

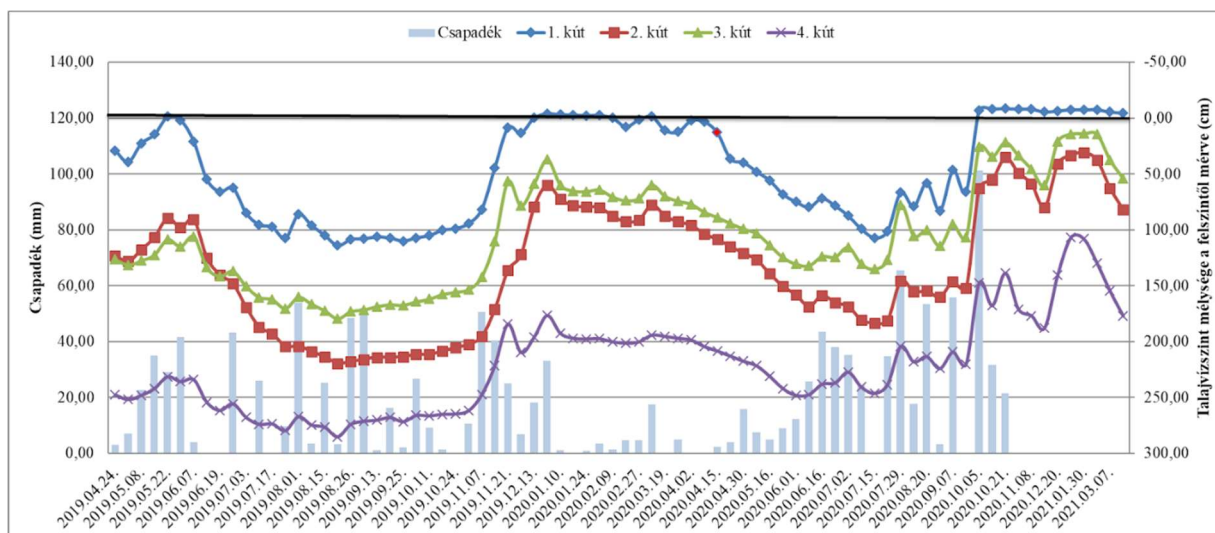


5. ábra A kutak regressziós analízise



6. ábra Térbeli és időbeli különbségképzés

Harmadik módszerként egyszerűen csak kielemeztem a kutak adatait idősoros módszerrel. A nyers adatokat időrendbe rendeztem majd a terepen mért adatokból kivontam a kútperem talaj közötti távolságot, így megkapva a talajvíz talajfelszíntől való távolságát. Itt oda kellett figyelni, mert 2020.06.01-én megváltozott a kútperemek magassága. A csapadék adatokat a Kőszegi meteorológiai állomás szolgáltatta (7. ábra).



7. ábra Idősoros elemzés a kutakról csapadékkértékekkel ellátva

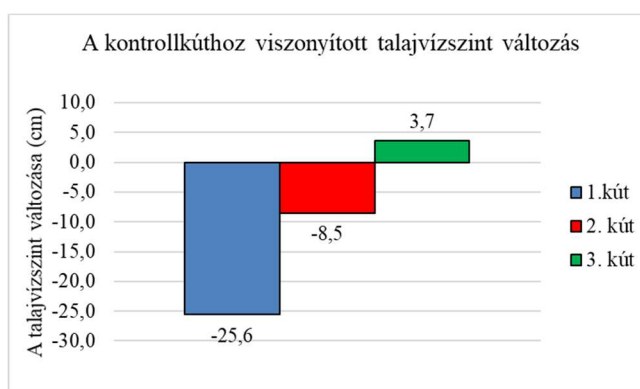
Az adatok idősoros elemzéséből jól látható a 2019-es év eleji csapadékosabb időszaknak köszönhető magasabb vízszint, majd a nyár folyamán a kutak vízszintje egyre alacsonyabbra süllyedt. A novemberi csapadéknak és a vegetáció párologtató hatása nélkül a talajvíz feltöltődése is elkezdődött ez is jól nyomon követhető a diagramon (7. ábra). A 2020-as év első felében az adatok alapján hiába volt kevesebb csapadék, valószínűleg a vízpótlás hatására a talajvízszintek nem csökkentek olyan jelentős mértékben, illetve az őszi csapadékoknak köszönhetően már egy hónappal korábban elkezdődött a talajvízszintek visszatöltődése. Továbbá az egyes kút esetében jól látható, hogy az április közepén megépült vízpótló műtárgy elzárásának hatása (7. ábra piros pont) szinte azonnal érzékelhető volt. A kutak regressziós elemzéssel nyert adatait, egymással összevetve jól látható, hogy míg az első és a második kút esetében nem mutatható ki pozitív változás addig a harmadik kútnál igen (1. táblázat). Ennek egyik oka lehet az, hogy a négyes kút amit korábban kontrollkútnak jelöltünk azért, mert feltételeztük róla hogy nem fogja érinteni a beavatkozás hatása, nincs elég távol így mégis befolyásolta a talajvízszintjét. A másik lehetséges ok, hogy a

megépítésre került fenékküszöb miatt visszatartott víz jelentősen pozitívan befolyásolta a közeli 3 kút talajvízszintjét.

1. táblázat A kutak közötti kapcsolat (kontrollkúthoz viszonyított talajvízszint változás)

	1. kút	2. kút	3. kút
Beavatkozások előtt	0,314	0,683	0,583
Beavatkozások után	0,316	0,672	0,497
Különbség	0,00	0,01	0,09

Következő lépésként vizsgáltuk a beavatkozás hatását a vegetációs időszakban a kutak adatait és azoknak a vízszint változása alapján. Az adatok alapján már korábban kimutatott eredmények itt is jól látszódnak (8. ábra). Az egyes és a kettes kút esetében a vegetációs időszakban a négyes kontrollkúthez viszonyított talajvízszintekben csökkenést lehetett kimutatni, míg a hármas kút esetében kis mértékű növekedést.



8. ábra Talajvízszint változása a beavatkozások hatására (kontrollkúthoz viszonyítva)

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt, valamint az Agrárminisztérium (EGF/103/2021) támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- BURGESS, P.J. – CROUS-DURAN, J. – DEN HERDER, M. – DUPRAZ, C. – FAGERHOLM, N. – FREESE, D. – GARNETT, K. – GRAVES, A.R. – HERMANSEN, J.E. – LIAGRE, F. – MIRCK, J. – MORENO, G. – MOSQUERA-LOSADA, M.R. – PALMA, J.H.N. – PANTERA, A. – PLIENINGER, T. – UPSON, M. (2015): AGFORWARD Project Periodic Report: January to December 2014. Cranfield University: AGFORWARD. 95 pp.
- FAGERHOLM, N. – TORRALBA, M. – BURGESS, P. J. – PLIENINGER, T. (2016): A systematic map of ecosystem services assessments around European agroforestry. *Economical Indicators*, 62. pp. 47-65.
- HARSÁNYI K.- KUTSCHI P, (2016): A Doroszlói-rétek helyreállítása Kőszeg-hegyalján-Gyeprekonstrukciós terv. ÖNPI.
- HERDER, M. – MORENO, G. – MOSQUERA-LOSADA, R. M. – PALMA., J.H. – SIDIROPOULOU, A. – FREIJANES, J.J.S. – CROUS-DURAN, J. – PAULO, J. A. – TOMÉ, M. – PANTERA, A. – PAPANASTASIS, V. P. – MANTZANAS., K. – PACHANA, P. – PAPADOPOULOS, A. – PLIENINGER, T. – BURGESS, P.J. (2017): Current extent and stratification of agroforestry in European Union. *Agriculture, Ecosystems&Environment*, 241. pp. 121-132
- SZŐKE E. (2019) Hidrológiai vizsgálatok a Doroszlói-rétek (Kőszeg) élőhelyrekonstrukciós területen – alapállapot felvétel. SOE TDK.