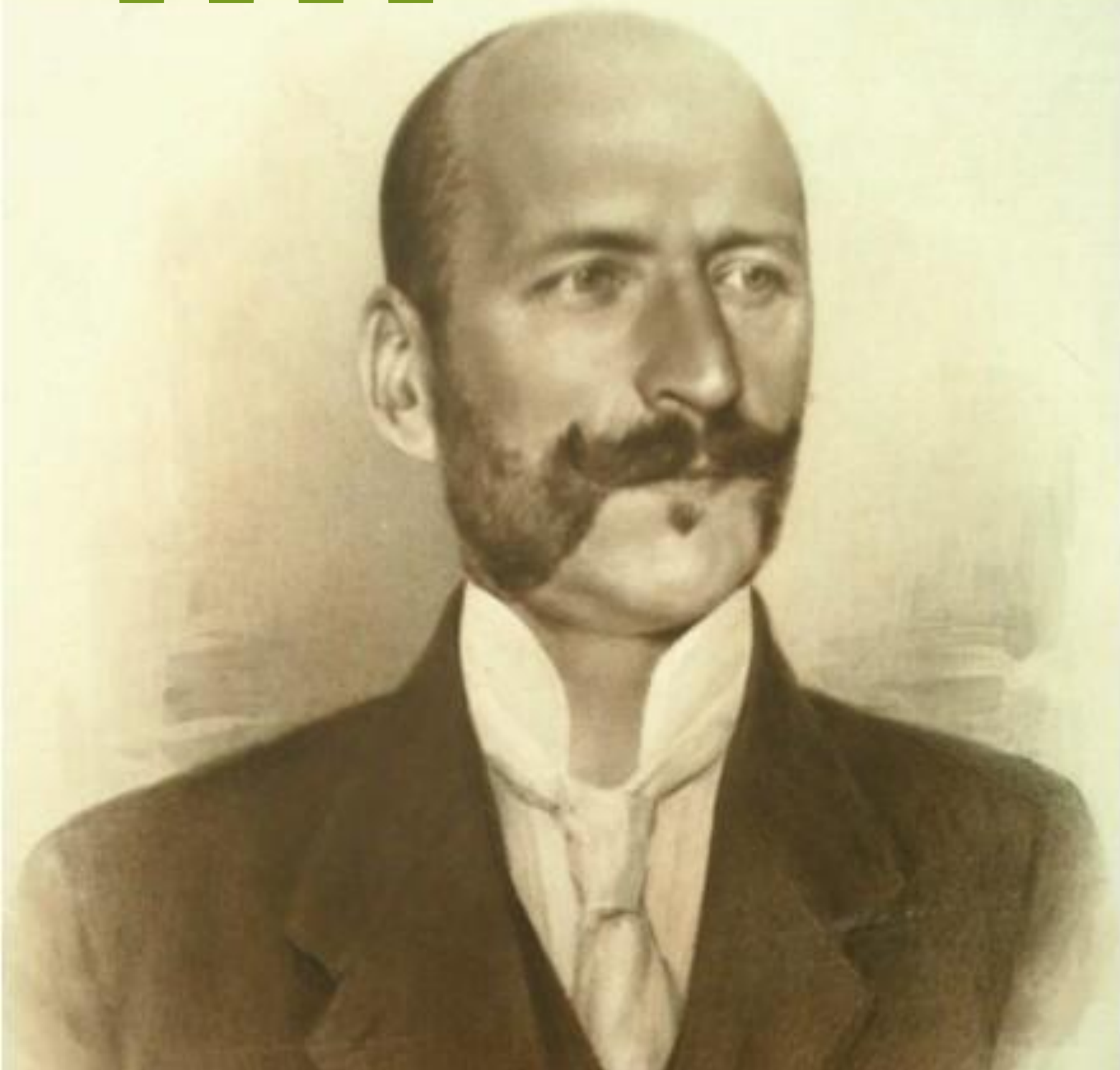




SOPRONI
EGYETEM |

ERDŐMÉRNÖKI
KAR



JANKÓ SÁNDOR DÍJ KONFERENCIA

KONFERENCIAKIADVÁNY

Szerkesztők: Gribovszki Zoltán, Zagyvainé Kiss Katalin Anita
Technikai szerkesztő: Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Horváth Tímea



JANKÓ SÁNDOR DÍJ KONFERENCIA

KONFERENCIAKIADVÁNY

Jankó Sándor Díj Konferencia, Sopron, Hungary, 2022. június 14.

Szerkesztők: Gribovszki Zoltán, Zagyvainé Kiss Katalin Anita

Technikai szerkesztő: Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Horváth Tímea



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2022.

Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet (SoE)

Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábián Attila

a Soproni Egyetem rektora

Szerkesztők: Gribovszki Zoltán, Zagyvainé Kiss Katalin Anita

Technikai szerkesztő: Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Horváth Tímea

Lektorok: Gribovszki Zoltán, Herceg András, Király Géza, Szalai Áron, Zagyvainé Kiss Katalin Anita

Fotó: Herceg András, Szegedi Balázs

ISBN 978-963-334-454-5 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-454-5>

Támogató: Jankó Péter

A konferencia kiadvány a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Creative Commons license: BY-NC-SA 2.5



Nevezd meg! Ne add el! Így add tovább! 2.5 Hungary
Attribution – Non commercial – Share Alike 2.5 Hungary

Tartalom:

A Jankó Sándor Díjról	5
A konferencia menete	6
Az előadások, amelyekből a konferenciaközlemények készültek	6
Völgyfenéki erdőállományok és vízviszonyok kapcsolata	7
A vízviszonyok hatása az alföldi erdőkre az ohati erdőtömb példáján	12
Gy-021 ERTI mintaterület Uav alapú felvételezése	20
Kritikus komponensek és azok levonulásának elemzése a Rába folyó habzási időszakában	27
Viták és érdekességek a fák nedvkeringéséről	31
A GY-021 ERTI mintaterület földi lézerszkenneres felmérése	40
Mellékletek	47
Jankó Sándor szobra a soproni Botanikus kertben	48
Jankó Sándor élete és szakirodalmi munkássága	49
Jankó Sándor Díj oklevél és plakett	52

A Jankó Sándor Díjról

A konferencia keretében emlékeztünk meg Intézetünk, a Geomatikai és Kultúrmérnöki 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 erdőfeltárás 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 Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézetben készítették;
- doktorjelöltként az adott tanulmányi évben védtek meg a geomatika, vagy erdőfeltárás vagy a vízgazdálkodás területén készített PhD értekezésüket.

A Jankó Sándor Díj nyertesei 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 előadások, amelyekből a konferenciaközlemények készültek

A díjban részesülő végzős hallgatók munkái

Holik Blanka: Völgyfenéki erdőállományok és vízviszonyok kapcsolata.

Kiss Csaba László: Vízviszonyok hatása az alföldi erdőkre az ohati erdőtömb példáján.

Gyenizse-Nagy Balázs: A GY-021 ERTI mintaterület földi lézerszkenneres felmérése.

Szondi István: A GY-021 ERTI mintaterület UAV-alapú felvételezése.

Tudományos munkák (oktatói és hallgatói előadások az intézetből)

Janzsó Milán Gábor: Kritikus komponensek és azok levonulásának elemzése a Rába folyó habzási időszakában

Kökény Gergely, Török András: Viták és érdekességek a fák nedvkeringéséről

Völgyfenéki erdőállományok és vízviszonyok kapcsolata

HOLIK BLANKA¹, NEVEZI CSENGE¹, KALICZ PÉTER¹, GRIBOVSZKI ZOLTÁN¹

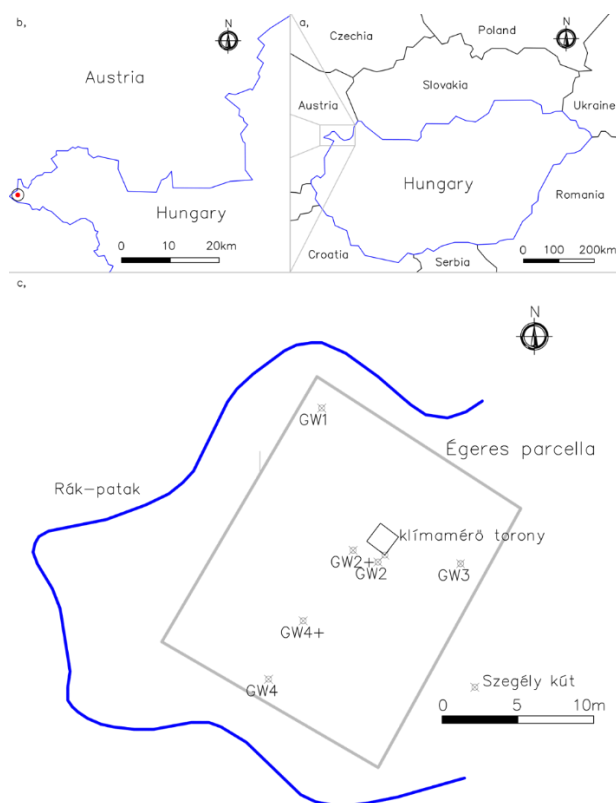
¹Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet, Vízgazdálkodási Tanszék, Soproni Egyetem, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

holik.blanka@gmail.com

Bevezetés

Az Alpok keleti lábánál, a Soproni-hegység nyugati részén fekvő Hidegvíz-völgyi kísérleti vízgyűjtőben egy vízfolyásmenti égeres vízviszonyai kerültek tanulmányozásra. A terület szubalpin éghajlatú, ahol az évi átlaghőmérséklet 9,2 Celsius fok. Az évi csapadékösszeg 750 mm, amiből 430 mm a tenyészidőszakban esik. Az alapkőzete kristályos pala, amire homokos-kavicsos-iszapos-kötőrmelékes üledékek települtek. (DÖVÉNYI ET AL. 2010).

A mintaterület a Rák-patak mentén elhelyezkedő égeres intercepciós kert, és annak szegélye volt. Ez egy kutatóháztól és mérőállomástól nem messze helyezkedik el, így ez utóbbinak hőmérsékleti- és csapadékadatával dolgozhattunk. Az égeres kertben korábban telepített talajvízkutak segítségével kaptunk talajvízszint adatokat (1. ábra).



1. ábra. Az égeres kert mintaterület elhelyezkedése kutakkal (GRIBOVSZKI 2017 nyomán)

A mintaterület állomány felvételezése is megtörtént a domináns és mellette megjelenő fajok megállapítására, és az állomány átlag átmérő és magasságának becslésére.

Vizsgálati anyag és módszer

Hidrometeorológia adatokat a mintaterület közelében lévő mérőállomás segítségével kaptunk. A hőmérséklet és a csapadék adatokat használtuk fel az elemzéshez 2017 és 2021

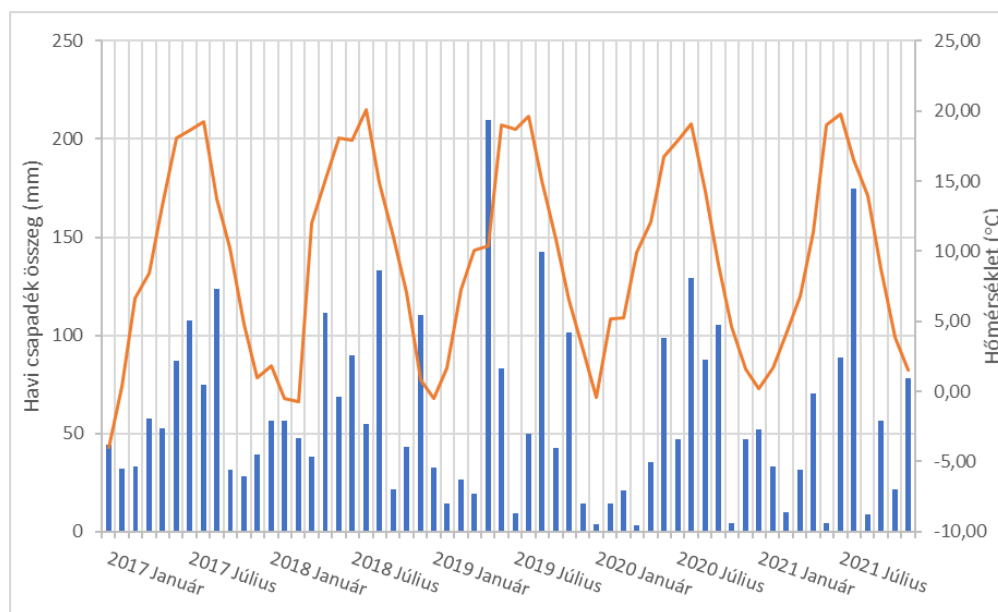
között. A napi frekvenciájú hőmérséklet mérése automata eszközzel történt. A csapadék mérése naponta, billenőedényes csapadékmérővel történik az automata állomáson, észlelése pedig hetente manuálisan. Ez utóbbihoz Hellmann-féle csapadékgyűjtő edényt használtunk, ahol a csapadékmennyiség megállapítása a gyűjtőedényben összegyűjtött víz mérőhengerbe való áttöltése utáni leolvasással történt (MÉSZÁROS ET AL. 2013).

A talajvízszint adatokat az égeres intercepciós kertben lévő kutakból, és a szegélyén található kútból nyertük. Ezek általában 1-3 méter mélységűek és alsó 1 méteres részükön szűrőzöttek. A talajvízszint értékeit heti rendszerességgel mérőszalag segítségével mértük, aminek LED-es érzékelő van a végén. A kutakba leeresztve világítani kezd, amikor vízzel érintkezik, tehát itt szükséges a pontos érték leolvasása. Ezzel a módszerrel a talajvíznek a kút peremének magasságától való távolságát kapjuk meg. Ahhoz, hogy ezeket az adatokat tengerszint feletti magasságba is megkaphassuk szintezést végeztünk. A mérés úgy történt, hogy a műszerrel felállva egy pontra hátramértünk a kezdő magassági alapontra, majd ugyanazon az első mérési ponton maradva előre mértünk. A szintező lécről történt a leolvasás. Ezen módszerrel haladtunk a ház előtti ponttól az égeres kertig. Ott a talajvízkutak peremét, mint részletpontokat mértük fel. A mérés hibájának elkerüléséért ellenőrzést is végeztünk. Majd a szintezési hibát a hátra leolvasásokra leosztva számoltuk a magasság értékeket. Ezáltal megkaptuk a talajvíz kutak peremének tengerszint feletti magasságát. A perem és a terep közötti távolságot lemérve pedig a talajszint tengerszint feletti magasságát kaptuk meg.

Emellett a terület állományfelvételezését is elvégeztük. Átmérőt számoltunk mérőszalaggal a talajfelszíntől 1,3 méter magasságban mért kerületekből. A kertben található klímamérő torony segítségével az állomány átlagos magasságát is jó közelítéssel meg tudtuk becsülni. Ezen állomány jellemzésére használható adatokat a főfafajnak a növekedésének vizsgálatára is használhattuk, mert 2012-ben ugyanezen területen végeztek már állományfelvételezést.

Vizsgálati eredmények

A mintaterület hidrometeorológiai adatait 2017-2021 között vizsgáltuk. A hőmérséklet adatokból havi átlagokat, a csapadék adatokból havi összegeket képeztünk. Ezeket ábráztuk diagramon (2. ábra).

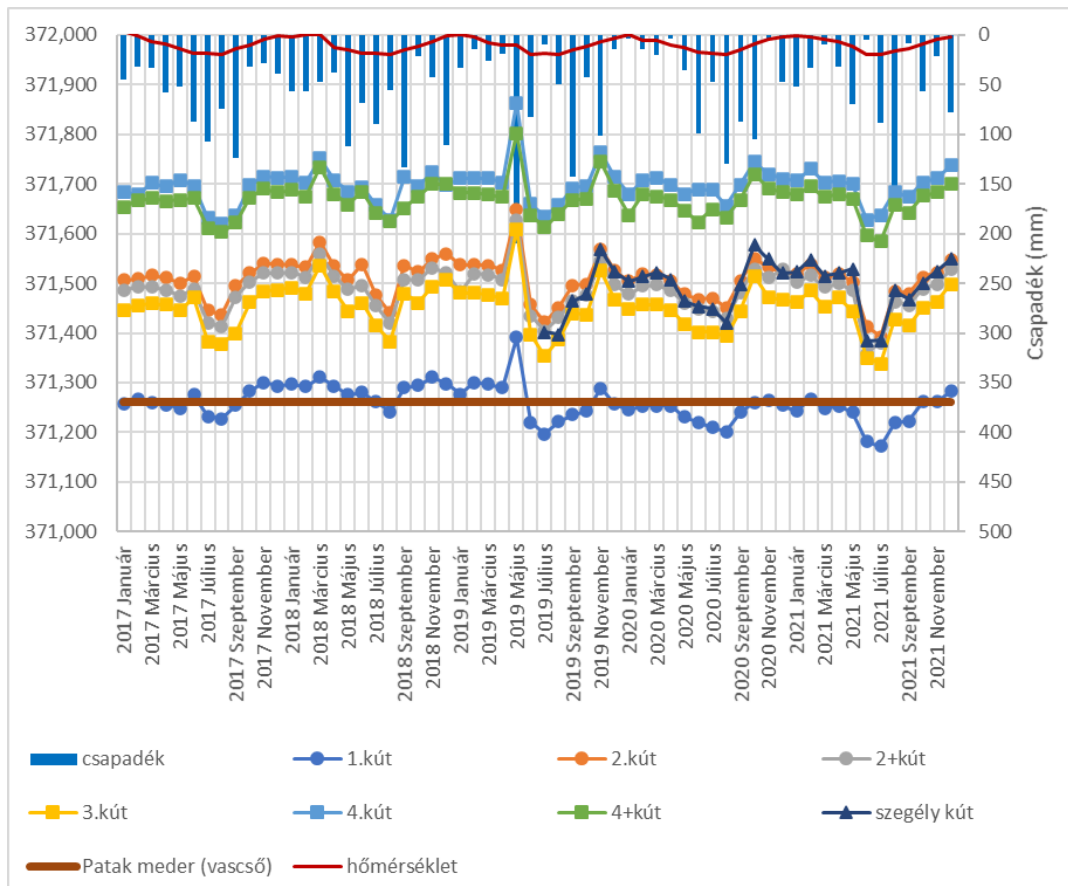


2. ábra. Csapadék és hőmérséklet viszonyok havi átlagainak alakulása

Megállapítható, hogy a legmelegebb havi átlag hőmérséklet 2018 augusztusában volt (20,11 °C), de összességében a legmelegebb év 2019 volt. A leghidegebb pedig 2021. Csapadékviszonyokat tekintve a legmagasabb havi összeg adatok 2019 május és 2021 augusztus hónapokban voltak. A legalacsonyabb havi összegek pedig 2020 januárjában, áprilisában, novemberében és 2021 júniusában. Ezek 3-4 mm/hó közötti értékek. Összességében megállapítható, hogy a legcsapadékosabb év 2017, a legszárazabb pedig 2020 volt.

A talajvízszint mélységének meghatározását az égeres kertben lévő kutak, és a kert szegélyében található kút segítségével végeztük. A vízszint adatok értékéből levontuk a talajfelszín és a kút peremének távolságát, így a talajvízszintekre a talajfelszínektől számítva pontos értékeket kaptunk. Meghatároztuk a talajvízkutakra a hidrológiai kategóriát a vizsgált évek áprilisi átlag talajvízszint magasságok (cm) alapján. Három kútra felszínig nedves, háromra állandó vízhatású és egyre időszakos vízhatású kategóriát állapítottunk meg.

A talajvízkutaknak szintezéssel megkapott tengerszint feletti magasságaiból levontuk a talajvízkutak talajvízszint értékeit, így a talajvízszintekre pontos tengerszint feletti magasságokat kaptunk. Majd ezeknek vettük a havi átlagát és ezt a havi átlag hőmérséklettel és csapadék összeggel ábrázoltuk. Feltüntettük még a patak meder (vascső) szintjét viszonyítási alapnak (3. ábra).

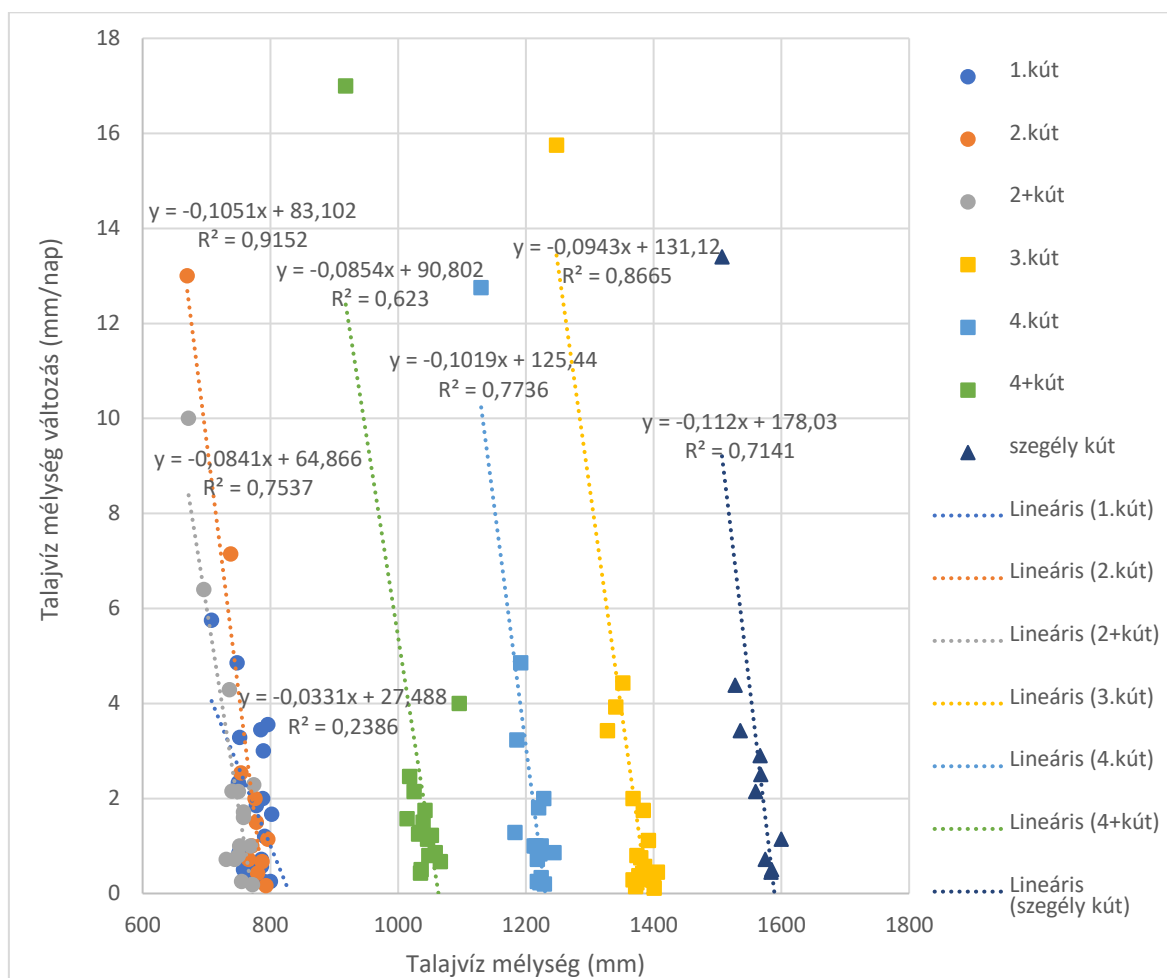


3. ábra. A tengerszint feletti talajvízszint mélységek havi átlaga

Megfigyelhető, hogy az 1. kút értékei vannak a patak meder szintjének környékén. Ez azért van, mert ez a kút van a patak vascsőhöz a legközelebb. A talajvízszint a közeli patakmeder szinthez igazodik, általában megfigyelhető, hogy nyáron a patakmeder szintje alatt van, télen pedig felette. A talajvízállás maximuma általában tavasszal, a minimuma pedig nyár közepén

és végén. Az évenkénti talajvízszint ingadozás mértékét is vizsgáltuk kutanként, ami átlagosan a 3. talajvízkútnál a legjelentősebb.

Talajvíz utánpótlódás meghatározása nagyon fontos egy területen, mert a talajvízterhez nem csak a felette lévő területre hulló csapadékból érkezik víz utánpótlódás, hanem a környező, akár távolabbi területek magasabb potenciálú felszín alatti víztereiből. A nyugalmi időszakot (XI.-IV.) vettük figyelembe, és azokat az értékeket, ahol a csapadék 5 mm alatt volt. A talajvízmélység változás adatokat a talajvízszint adatokból nyertük. Abból a célból, hogy csak a háttérből érkező utánpótlódást tudjuk értékelni, a negatív és nulla talajvízszint változás értékeket kivettük az adatsorból (4. ábra).



4. ábra. Talajvízmélység változása a mérési időtartamokra a talajvízmélység függvényében

A kutaknál nagyon hasonló feltöltődési adatokat kaptunk, kivéve a patakmeder melletti egyes kút esetében, ahol az eltérő kapcsolat valószínűleg a patak közelségének tudható be. Az állományfelvételezés során azt állapíthattuk meg, hogy 18-20 cm-es mellmagassági átmérőjű törzsekben van a legtöbb a mintaterületen. A jellemző magasság a lombkorona alján 13,4 m, a lombkorona tetején uralkodóan 20,2 m, kiugróan 23,7 m.

Egy korábbi (2012) állományfelvételezés adatai szerint legnagyobb gyakorisága a 14-16 cm átmérőjű törzseknek volt. Ehhez tartozó átlag magasságot 15 méteresnek állapítottak meg. Az állományalkotó mézgas éger (*Alnus glutinosa*) mellett megjelenik a hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*) és a hegyi szil (*Ulmus glabra*). A cserjeszintben többségben a fekete bodza (*Sambucus nigra*) és a közönséges mogyoró (*Corylus avellana*) uralkodik.

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

Következtetésként megfogalmazható többek között, hogy a patakmenti zónában általában nem elég egy talajvízkút adatainak gyűjtése és elemzése. Ahhoz, hogy a hidrológiai kategóriákból minél többet lefedhessünk és jellemezhessünk, célszerű mindegyik kategóriának a mélységébe kutat létesíteni. Külön kutak létesítése célszerű a patakmeder mentén is, a meder és a talajvízszint kapcsolatának pontosabb értékeléséhez. Az abszolút talajvízszintek vizsgálata esetleges jövőbeli vízpótlási beavatkozások tervezéséhez és hatásainak értékeléséhez is fontos lehet.

A talajvízszintet nem elég a talajfelszíntől vizsgálni, mert a patakmederhez való igazodását, vagy a háttérből származó utánpótlódás viszonyokat az abszolút tengerszint feletti magasságának értékei alapján lehet pontosan meghatározni. A patakmeder mellett lévő kút esetében megállapítható, hogy az utánpótlódási viszonyaira hatással van a patak, míg kicsit távolodva ettől, a többi ponton az utánpótlódási viszonyok nagyjából egyformának tekinthetők.

Érdeemes lenne megvizsgálni, hogy a különböző hidrológiai kategóriákba sorolt kutak közelében lévő fák milyen növekedést mutatnak. Felvetődik a kérdés, hogy kimutatható-e valamilyen kapcsolat a hidrológiai kategória zónája és a zónán belüli fák növekedése között, és a különböző zónákat tekintve eltérő eredményeket kapnánk-e.

Fontos lenne a továbbiakban a mintaterület melletti patakmeder hossz-szelvényének pontosabb feltérképezése, ami a szezonálisan változó utánpótlódási viszonyok pontosabb számítását is lehetővé tenné.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a műszerek tekintetében a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 - Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” című pályázat támogatásával valósult meg.

Jelen publikáció emellett a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalomjegyzék

DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.

GRIBOVSKI Z. (2017): Comparison of specific-yield estimates for calculating evapotranspiration from diurnal groundwater-level fluctuations, *Hydrogeology Journal* 26, 869–880, <https://doi.org/10.1007/s10040-017-1687-9>

MÉSZÁROS R. (2013): Meteorológiai műszerek és mérőrendszerek. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.

A vízviszonyok hatása az alföldi erdőkre az ohati erdőtömb példáján

KISS CSABA LÁSZLÓ¹, GRIBOVSZKI ZOLTÁN¹,
PINKE ZSOLT², ÁCS TAMÁS³, KOZMA ZSOLT³, KALICZ PÉTER¹

¹Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet, Soproni Egyetem, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

²ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

³BME ÉMK Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

kisscsaszlo@gmail.com

Bevezetés

Egyre több forrásból értesülünk arról, hogy a klíma felmelegedése okán mindinkább romlik erdeink egészségügyi állapota. Az alföldi folyók XIX. századi szabályozása szintén ezt a folyamatot erősítette, a talajvíz csökkenése által egyre romlik termőhelyük. Az erdészeti gyakorlatban is hangsúlyt kap a kérdéskör, hogy melyek azok a szárazságtűrő, melegigényes fák, amelyekkel helyettesíthetjük a klímánkat egyre kevésbé elviselő fafajainkat.

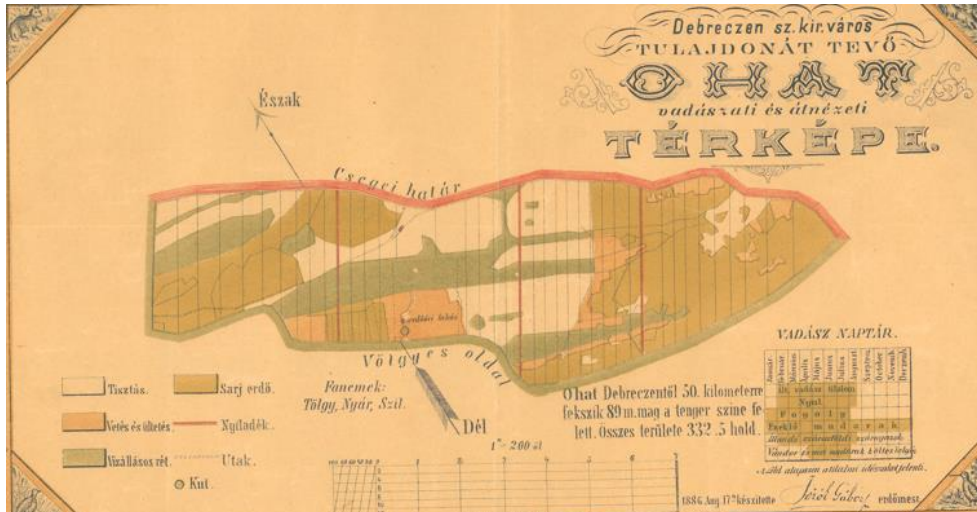
Kutatásunk során az alábbi kérdésekre kerestük a választ a Hortobágy szélén álló maradvány sziki tölgyes, az Ohati-erdő példáján:

- Vajon ma, az egyre fokozódó szárazságban hogyan alakul az alföldi erdők vízháztartása?
- Milyen mértékben süllyed a talajvíztükör?
- Milyen mélységig lehet többletvízként figyelembe venni a talajvizet, és mennyit használ fel belőle egy alföldi erdő?

Az erdészeti hidrológiai kategóriák közül az időszakos vízhatású az, amelyik a legmélyebb szintig (150–220 cm) figyelembe veszi a talajvizet, mint többletvízhatást, ennél mélyebben már nem tekintik meghatározónak a termőhely jellemzésében (SZODFRIDT, 1993). A fő célunk, hogy megpróbáljuk alátámasztani azt a feltevést, mely szerint ennél alacsonyabban lévő talajvizet is képes felhasználni az erdő.

Ohat története

MÁTHÉ (1933) szerint Ohat nevével először a Váradi Regestrum-ban (1220) találkozhatunk, amelyet már akkor „megült”, azaz lakott helyként említették. Mint oly sok település, Ohat faluja is a török pusztításának esett áldozatául: 1594-ben felégették, de újra benépesült, 1660-ban viszont teljesen elpusztították (ÉCSEDI, 1924). Debrecen 1679-ben szerezte meg zálogjogát az akkor már „elhagyott, lakatlan, kietlen vadonra”, amely a század végére kezdett újra benépesedni (BÉRES, 1975). A hortobágyi Kilenclükú hídnak 1833-as építéséhez a téglák az Ohati-erdő fájával kerültek kiégetésre. A század végére két elemi iskolát nyitottak, 1925-re pedig már vasútállomása is volt az akkor 810 fős településnek (ZOLTAI, 1925). 1948-ban alakult meg az Ohati Állami Gazdaság, ahol a magyar szürke szarvasmarha és a nóniusz lófajta fenntartó nemesítése folyt. 1954-ben az Ohati-erdőben forgatták Homoki Nagy István természetfilmjét „A kék vércsék erdejében” címmel.



1. ábra: Az Ohati-erdő térképe, 1886 (Déri Múzeum, Debrecen)

Az Ohati-erdő napjainkban

Az erdészeti tájbesorolás szerint az Ohati-erdő a Nagyalföld erdészeti tájcsoponton belül a Hortobágy erdészeti tájban, azon belül a Hortobágy erdészeti kistájban helyezkedik el (DÖVÉNYI, 2010).

A területi kiterjedés meghatározásánál az erdőtömb déli részét vettük figyelembe, amit a régi térképeken (1. ábra) is erdősült területként ábrázoltak. Az Erdőtérképen végzett mérések alapján, az erdő északi részén végzett erdőtelepítéseket leszámítva, az erdőtömb területe ma 196,9 ha, az alábbi eloszlásban:

1. táblázat: Az erdő területi megoszlása, 2022 (Erdőtérkép alapján)

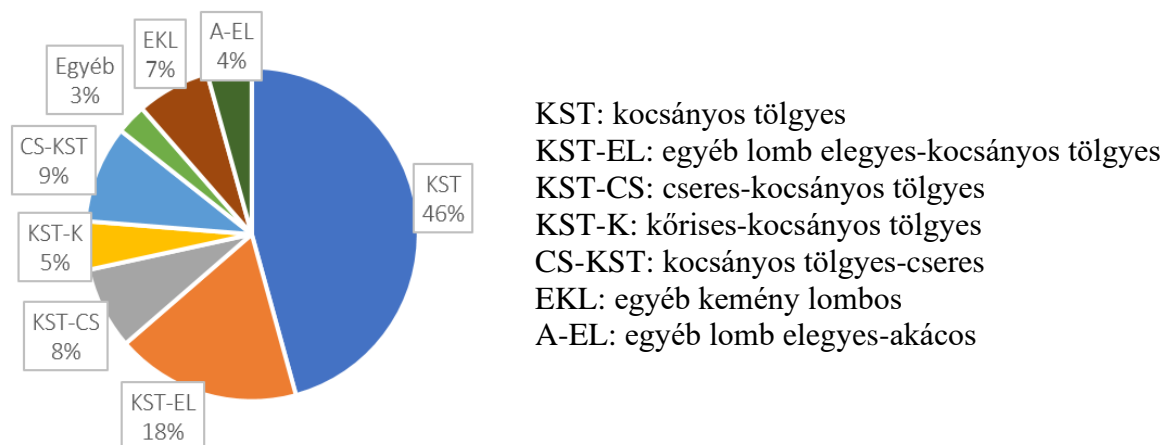
Erdő	Tisztás	Terméketlen terület	Út nyiladék és
82%	11%	4%	3%
161,4 ha	22,8 ha	7,5 ha	5,2 ha

A leutazások alkalmával igyekeztünk minél nagyobb részét bejárni az erdőnek, hogy a lehető legteljesebb képet kapjunk a területről.

A bejárt területen az alábbi fásszárú fajokat találtuk:

kocsányos tölgy (*Quercus robur*)
 csertölgy (*Quercus cerris*)
 magas kőris (*Fraxinus excelsior*)
 hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*)
 mezei juhar (*Acer campestre*)
 vénic-szil (*Ulmus laevis*)
 kislevelű hárs (*Tilia cordata*)
 fehér nyár (*Populus alba*)
 fekete nyár (*Populus nigra*)
 nemesnyár (*Populus var.*)
 madárcseresznye (*Cerasus avium*)
 vadkörte (*Pyrus pyraeaster*)

tövises lepényfa (*Gleditsia triacanthos*)
 tamariska (*Tamarix sp.*)
 japánakác (*Styphnolobium japonicum*)
 cseregalagonya (*Crataegus laevigata*)
 kökény (*Prunus spinosa*)
 fekete bodza (*Sambucus nigra*)
 gyalogakác (*Amorpha fruticosa*)
 fehér akác (*Robinia pseudoacacia*)
 amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*)
 kései meggy (*Prunus serotina*)
 keleti ostorfa (*Celtis occidentalis*)
 mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*)



2. ábra: Faállománytípusok terület szerinti megoszlása, 2022 (Erdőtérkép alapján)

Az Ohati-erdő (3. ábra) kb. 10 éve a Hortobágyi Nemzeti Park kezelésében áll. Az erdőben lékes felújítással igyekeznek javítani a fafajösszetételen. FARKAS Gábor ohati erdész szóbeli közlése szerint a lékek 2020-ban, kísérleti jelleggel, célzottan az idegenhonos fák (fehér akác, keleti ostorfa, mirigyes bálványfa) által uralt területeken kerültek kialakításra. A természetes felújulás a száraz klíma és a mélyen lévő talajvíz miatt szinte lehetetlen. Abban bíznak, hogy a lékekben magasabb lesz a talajvízszint, így a csemeték idővel elérhetik azt. Kocsányos tölgy főfafaj mellett kislevelű hárs, magas kőrös és mezei szil csemetékkel zajlott a telepítés. A száraz időjárás miatt 2021-re a tölgyek kiszáradtak, a szárazságtűrőbb elegyfajok egy része megmaradt. Újraültették a tölgycsemetéket, de idénre ismét kiszáradtak, így a kedvezőbb időjárás reményében folytatják a pótlást.



3. ábra: Az Ohati-erdő maradvány sziki tölgyese (saját fotó, 2022.04.14.)

Az erdő talajvíz-felhasználásának becslése

Az erdő talajvíz-felhasználásának vizsgálata céljából két talajvízkutat fúrtunk a mintaterületen (4. ábra). A kutak koordinátái a következők: 1. sz. talajvízkút: EOY X = 258191, EOY Y = 793361; 2. sz. talajvízkút: EOY X = 257006, EOY Y = 794577. A kutakba Dataqua DA-S-LTRB 122-es típusú adatgyűjtőket helyeztünk, hogy rögzíthessük a rájuk jellemző hőmérséklet- és talajvízszint értékeket. A talajvízkutak helyének kiválasztásánál az volt az alapgondolat, hogy megpróbáljuk összehasonlítani egy magasabb térszínen lévő kút adatait egy mélyebb terület adataival. Ezért az első kút az erdő magasabb, nyugati részén fúrtuk, a másodikat pedig 1,7 km-rel délkeleti irányba, amerre lejt a terület. Ez a kút egy 6,3 ha kiterjedésű, nádassal borított tisztás szomszédságában van, ahol a vegetációból kiindulva valamivel nedvesebb körülmények uralkodhatnak. A második kútnál előforduló többszöri sikertelen adatkivétel miatt annak adataival nem foglalkozik a kutatás.



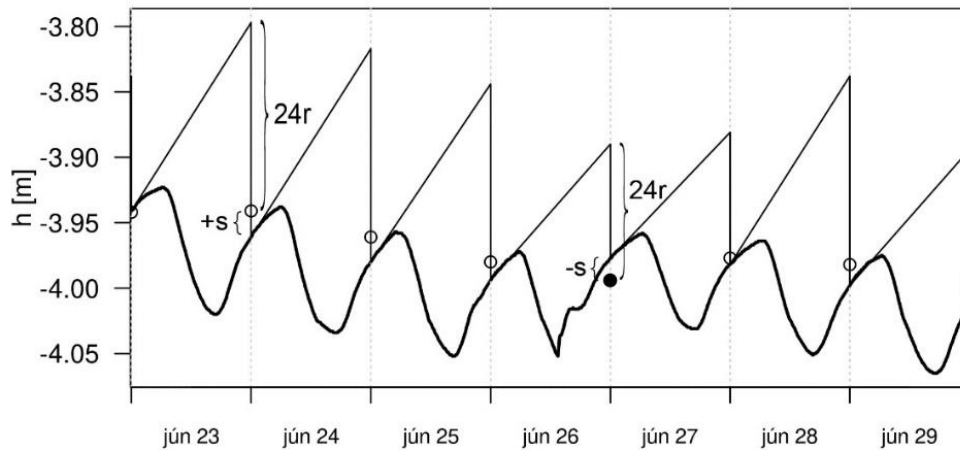
4. ábra: Az általunk fúrt talajvízkutak elhelyezkedése az Ohati-erdőben (Google Earth)

A felhasznált módszer: a White-módszer

A vegetáció napi ciklusú vízfelvétele a talajvízszint változásában is hasonló ciklikusságot mutat (BLANEY ET AL., 1930, 1933). A hajnali órákban (0 és 4 óra között) az evapotranspirációt elhanyagolhatóan feltételezve a talajvízállás lineárisan nő, tehát a görbéhez húzott érintő ($r [L]$) az egységnyi idő alatti talajvíz-utánpótlódást jelöli. Ha ezt a növekedési rátát az evapotranspiráció jelenléte nélkül meghosszabbítjuk 24 órán keresztül, akkor a talajvízszint $24r$ magasságra emelkedik. Az evapotranspiráció nappali jelenléte miatt viszont általában még egy $s [L]$ mértékű csökkenés is kimutatható a talajvízszintben (5. ábra). Ezek alapján az evapotranspiráció White-módszerrel történő számításának a képlete:

$$ET = S_y (24r \pm s)$$

ahol S_y : a talajra jellemző fajlagos hozam (gravitációsan leürülő pórustér).

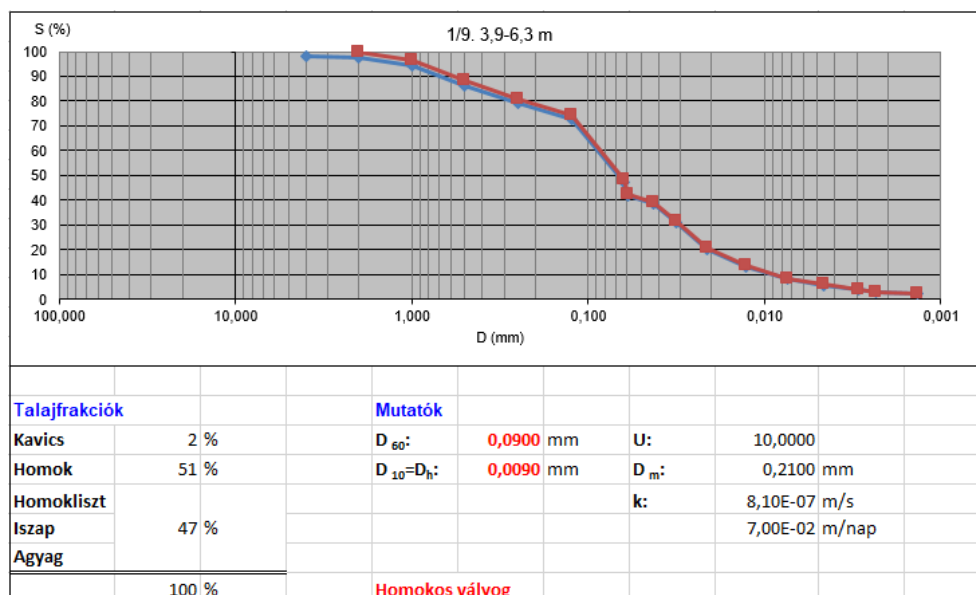


5. ábra: Június végi talajvízszint-ingadozás

Ahhoz, hogy a White-módszer képletével számolhassunk, szükség volt a napi talajvíz-utánpótlódás ($24r$) és csökkenés (s) értékekre. Ezek az adatgyűjtő által mért adatokból generált ábráról kerültek leolvasásra, amik az R nevű programban lettek elkészítve.

Laboratóriumi munkák

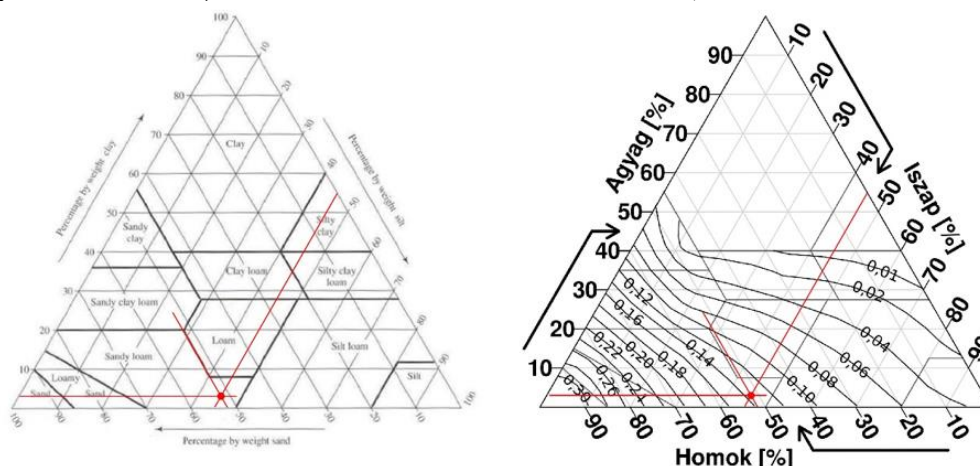
A fajlagos hozam meghatározásához az intézeti talajmechanikai laboratóriumban végeztük el a talajminták vizsgálatát, a Talajmechanikai praktikum utasításai szerint (KÉZDI, 1976). A 6. ábra szemlélteti az 1/9. számú minta szemcséinek az egyes méretfrakciókba tartozó százalékos arányát. Azért az 1/9. sz. minta alapján számoltuk az S_y értékét, mert ez a minta származik abból a mélységből (3,9–6,3 m), amelyben biztosan tudható, hogy a talajvíz mozog. A szitálás és a hidrometrálás során nyert adatok alapján készítettük el a talajra jellemző szemeloszlási görbét.



6. ábra: Az 1/9. sz. minta szemeloszlási görbéje

A redukált szemeloszlási görbe alapján megkaptuk, hogy a homok, az iszap és az agyag százalékos eloszlása 52%, 45% és 3%. Ez alapján került megállapításra Loheide háromszög-diagramjának segítségével a fizikai talajféleség, ami homokos vályog, a fajlagos hozam értéke pedig 0,134 (7. ábra). A Meyboom-féle korrekciót (MEYBOOM, 1965) alkalmazva ezt csak fele mértékben vettük figyelembe (0,067), hogy az időbeli leürülés miatti gravitációs

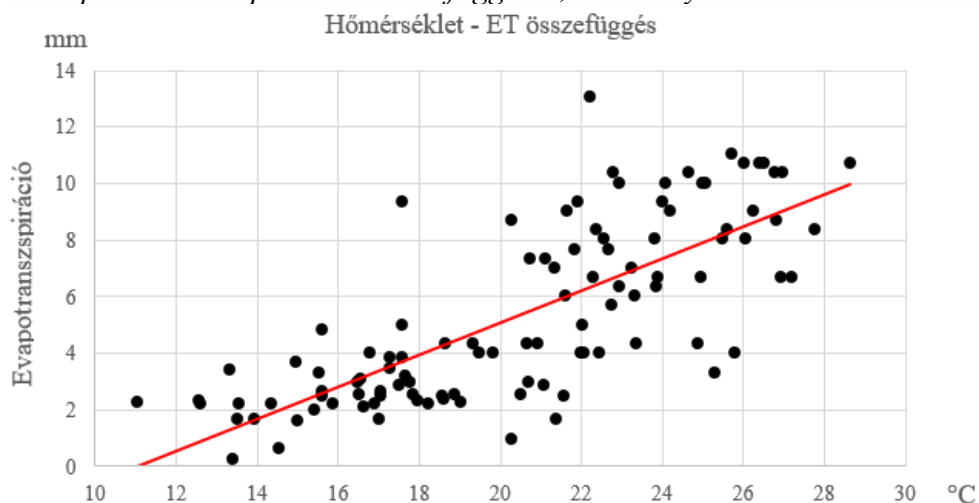
pórustér redukciónak figyelembe tudjuk venni, és így elkerüljük az evapotranszpiráció esetleges túlbecslését (GRIBOVSKI, KALICZ, SZILÁGYI, 2009).



7. ábra: Fizikai talajféleség és fajlagos hozam (S_v) meghatározása (Loheide, 2005 alapján)

A fajlagos hozam és a White-ábrák értékeinek leolvasásával már meghatározható volt az erdőre jellemző napi evapotranszpiráció értéke, amelyből az alábbi összefüggéseket állapítottuk meg.

Evapotranszpirációval kapcsolatos összefüggések, eredmények



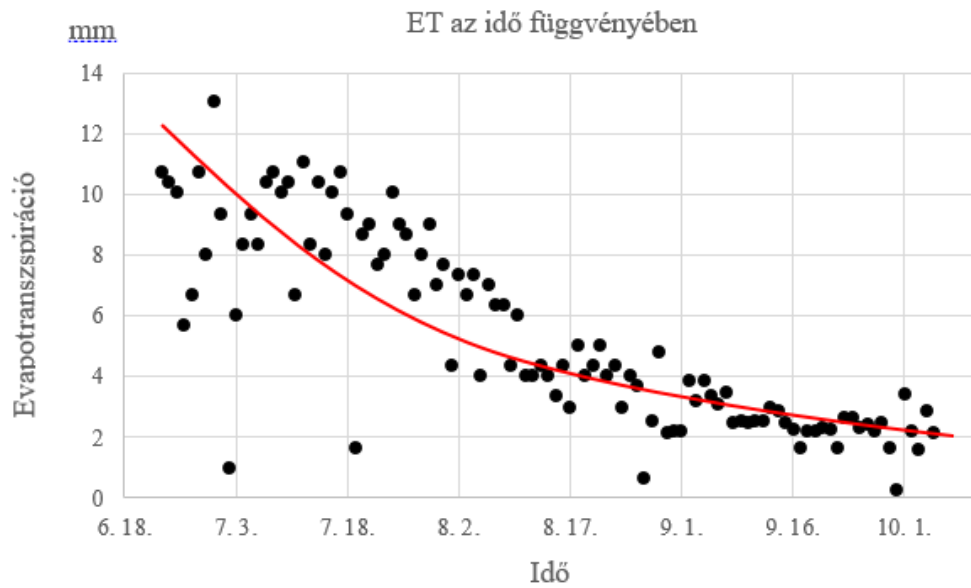
8. ábra: A hőmérséklet hatása az talajvíz evapotranszpirációra

A 8. ábrán látható hőmérséklet-evapotranszpiráció kapcsolat mutatja, hogy a kettő között pozitív és közel lineáris az összefüggés. Ez magától értetődő lehet, de az ábra számszerűen is bizonyítja, hogy magasabb hőmérséklet mellett erősebb az erdő párologtatása.

Az adatok kiértékelése során is ez a tendencia bizonyosodott be, a legmagasabb átlaghőmérsékletű napokra vonatkozó evapotranszpirációs értékeket mutatja a 2. táblázat.

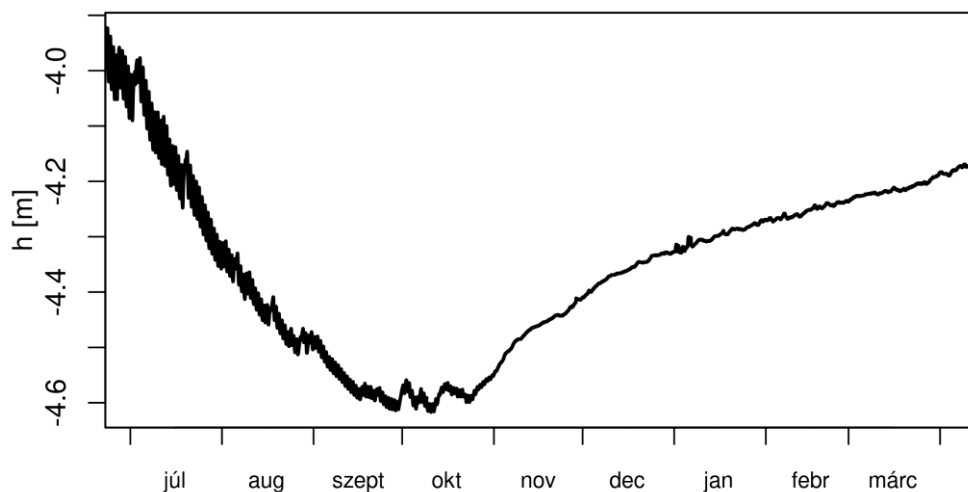
2. táblázat: Hőmérséklet-ET összefüggés

Dátum	06.24.	07.14.	06.23.	07.08.	06.25.	07.09.	07.18.	06.30.
Hőmérséklet (°C)	28,64	27,77	27,18	26,95	26,75	26,52	26,39	26,04
ET (mm)	10,4	10,4	10,7	10,7	10,1	10,1	9,4	13,1



9. ábra: A talajvíz evapotranszpiráció változása az időben

A 9. ábrán látható görbe meredeksége mutatja, hogy a nyári időszakban erőteljesebb az erdő párologtatása, az ősz beköszöntével pedig erősen csökken. A vizsgált időszak első hónapjában (06.23.–07.22.) átlagosan 8,7 mm, az utolsó hónapban (09.06.–10.05.) 2,2 mm volt a napi talajvíz evapotranszpiráció értéke.



10. ábra: A talajvízszint változása kilenc hónap alatt

A 10. ábra a június 23. és április 14. közötti időszakot mutatja. Megfigyelhető a hidrológiai év téli felére jellemző folyamat, a vízkészletek felhalmozódása. Még néhány hétig folytatódott a talajvízszint feltöltődése, majd a lombfakadással megkezdődött az erdő fokozódó vízfelvétele.

Látható továbbá, hogy a június végi 3,97 m-es szintet április közepéig nem érte el a talajvíz. Akkor 4,15 m mélyen volt, így kb. 15 cm-rel mélyebbről kezdett el csökkenni a talajvízszint a 2022-es évben.

Következtetések, javaslatok

Azon hipotézist, hogy az erdő a mélyebb szinten lévő talajvizet is sikeresen hasznosítja, sikerült bizonyítanunk. A vizsgált időszak alatt hullott 187 mm eső nem lett volna elegendő az erdő egészséges működéséhez, ahhoz, hogy 560 mm vizet elpárologtasson. Ez a párologtatás a talajvízszint 62 cm-es esésében is megmutatkozott. A tény, hogy a 3,97 m-ről 4,59 m-re süllyedő talajvizet felhasználta az erdő, rávilágít arra, hogy síkvidéken vagy völgytalpi területen az erdészeti hidrológiai besorolás szerint többletvízhatástól független termőhelyű erdeink működésében is nagy jelentősége van a mélyebben húzódó talajvíznek. Ez alapján megfontolandó lehet a termőhelytípust meghatározó hidrológiai kategorizálás módosítása a talajvízszinttel kapcsolatban.

Köszönetnyilvánítás

Hálás vagyok konzulenseim támogatásáért, név szerint Kalicz Péternek, Gribovszki Zoltánnak és Pinke Zsoltnak. Az ő munkájukat az „Egy klímaadaptív földhasználati rendszer megvalósítása az Alföld egykori vizes élőhelyein” című OTKA pályázat (NKFI-azonosító: 134547) támogatta. Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Felhasznált irodalom

- BÉRES A. (1975): A Hortobágy fejlődéstörténetének vázlatja és levéltári forrásai. Hajdú-Bihar Megyei Levéltár évkönyve II. (szerk.: Gazdag I.) 131-147.
- BLANEY, H. F. – TAYLOR, C. A. – YOUNG, A. A. (1930): Rainfall Penetration and Consumptive Use of Water in Santa Ana River Valley and Coastal Plain. Calif. Dept. Pub. Works, Div. Water Resources Bull., 33:162.
- BLANEY, H. F. – TAYLOR, C. A. – YOUNG, A. A. – NICKLE, H. G. (1933): Water Losses Under Natural Conditions from Wet Areas in Southern California. Calif. Dept. Pub. Works, Div. Water Resources Bull., 44 (1): 139.
- DÉRI MÚZEUM, DEBRECEN: Az Ohati-erdő térképe, 1886
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest
- ECSEDI I. (1924): Eltűnt pusztafaluk Debrecen határában. Föld és ember, (4) 2. pp. 65-74.
- FARKAS G. ohati erdész szóbeli közlése, 2022.04.13.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. (2009): Napi periódusú ingadozás a hidrológiai jellemzőkben. Hidrológiai közlöny 89 (2) 23–37.
- KÉZDI Á. (1976): Talajmechanikai praktikum. Tankönyvkiadó, Budapest
- LOHEIDE II., STEVEN P. – BUTLER, J. J., Jr. – GORELICK, S. M. (2005): Use of Diurnal Water Table Fluctuations to Estimate Groundwater Consumption by Phreatophytes: A Saturated-Unsaturated Flow Assessment. Water Resources Research, 41. <https://doi.org/10.1029/2005WR003942>
- MÁTHÉ I. (1933): A hortobágyi Ohat-erdő vegetációja. Botanikai Közlemények 30. kötet, 5. füzet 163-184., Budapest
- MEYBOOM, P. (1965): Three Observations on Streamflow Depletion by Phreatophytes. Journal of Hydrology 2 (3), 248–261.
- SZODFRIDT I. (1993): Erdészeti termőhelyismeret-tan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- ZOLTAI L. (1925): Települések, egyházas és egyháztalan falvak Debrecen város mai határa és külső birtokai területén a XI-XV-ik századokban. Méliusz K., Debrecen

Gy-021 ERTI mintaterület Uav alapú felvételezése

SZONDI ISTVÁN¹, SZÁSZ BOTOND¹, KIRÁLY GÉZA¹

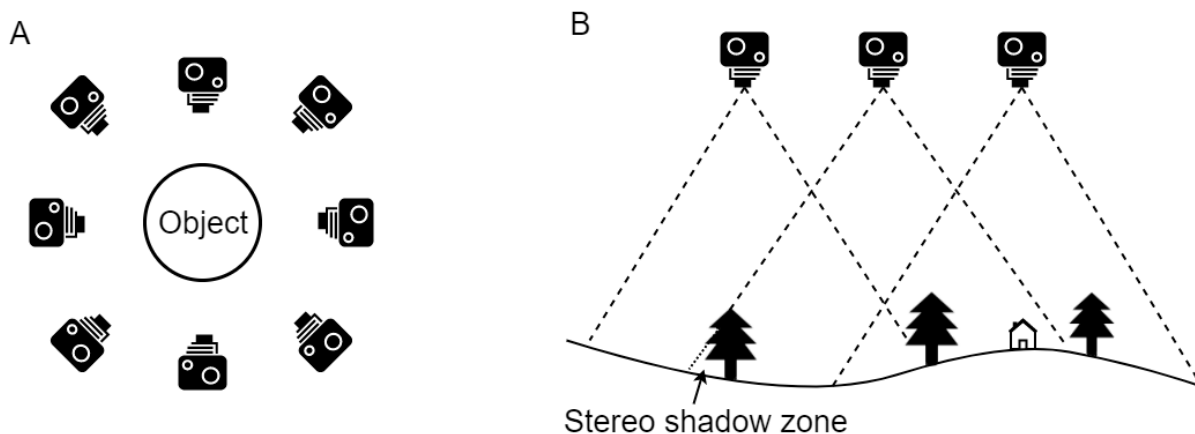
¹Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet, Erdőmérnöki Kar, Soproni Egyetem, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

szondi.istvan45@gmail.com

Bevezetés

Az informatika fejlődésével újabb módszereket, eszközöket alkalmazhatunk az élet különböző területein. Ez a fejlődés az erdőbecslés területét sem kerüli el. Kutatásom során azt vizsgáltam, hogy drónnal készült légifényképekből milyen információkat nyerhetek ki és ezt hogyan integrálhatnám az erdészeti gyakorlatba. Vizsgálataim főleg a QGIS térinformatikai program r.geomorphon és Local Maxima and Minima moduljaival, és a Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet egyik doktorandusza által fejlesztett program segítségével végeztem. Dolgozatomban a magassági és törzsszám adatok előállítására és elemzésére helyeztem a hangsúlyt.

A drónos felvételezés során az eszköz érzékelője a látható fény tartományában érzékelt és digitális fénykép formájában tárolta a bejövő elektromágneses sugarakat. A készült digitális képeket a fotogrammetriai szoftverek a Structure from Motion (SfM) eljárással illesztik össze és előállítják a ritka pontfelhőt, melynek a domborzatmodell előállításánál van jelentősége. LEHOCZKY ÉS SIKI (2020) szerint „ez az algoritmus arra a feltételezésre épül, hogy egy mozgó fényképezőgéppel készítenek felvételeket egy mozdulatlan tárgyról” (1. ábra).



5. ábra Az SfM eljárás alkalmazásai (JONASSEN, 2017)

A digitális fotogrammetria a távérzékelte felvételek (esetemben légifényképek) mennyiségi (kvantitatív) kiértékelésen alapuló eljárása (CZIMBER, 2001).

Dolgozatomban fotogrammetriai szoftverek közül az Agisoft Metashape-et használtam, ahol különböző domborzatmodelleket állítottam elő.

Ezekből a modellekből sikerült a QGIS programon belül különböző modulokkal eredményeket elérnem. A program használata során raszteres és vektoros adatokkal dolgoztam.

Vizsgálati anyag

A GY-021 törzskönyvi számú vizsgált terület a Sopron 118/B erdőrészleten belül helyezkedik el, melynek pontos területe 0,2474 ha (2. ábra). A vizsgált állomány kora a felvételezéskor 88 év volt, elegyarányát tekintve pedig 92 % gyertyán, 6 % hárs és 2% egyéb lombos fafaj alkotja (KTT, MCS, SZG). A területen minden törzs el van látva egy egyedi

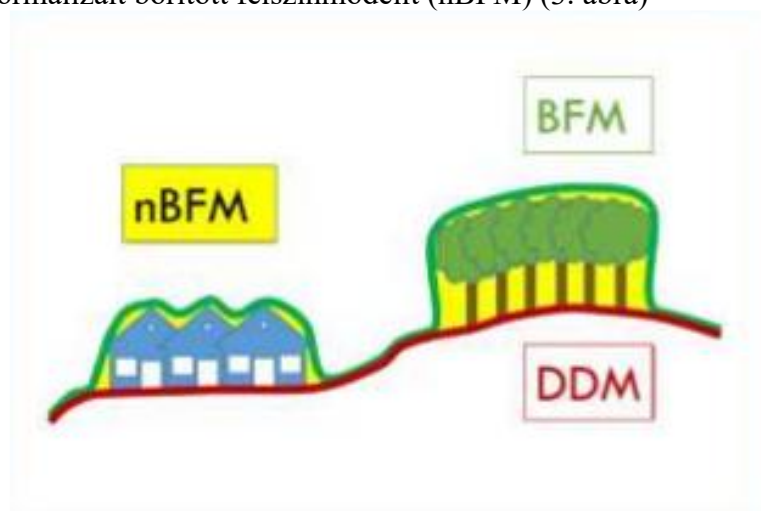
sorszámával, amely a faegyedek beazonosíthatóságát szolgálja. A mintaterület része az ERTI hosszú lejáratú fatermési kutatási hálózatnak, amelynek első felvételezése 1966-ban történt meg, amikor az állomány kora 33 év volt.



6. ábra A GY-021 mintaterület elhelyezkedése

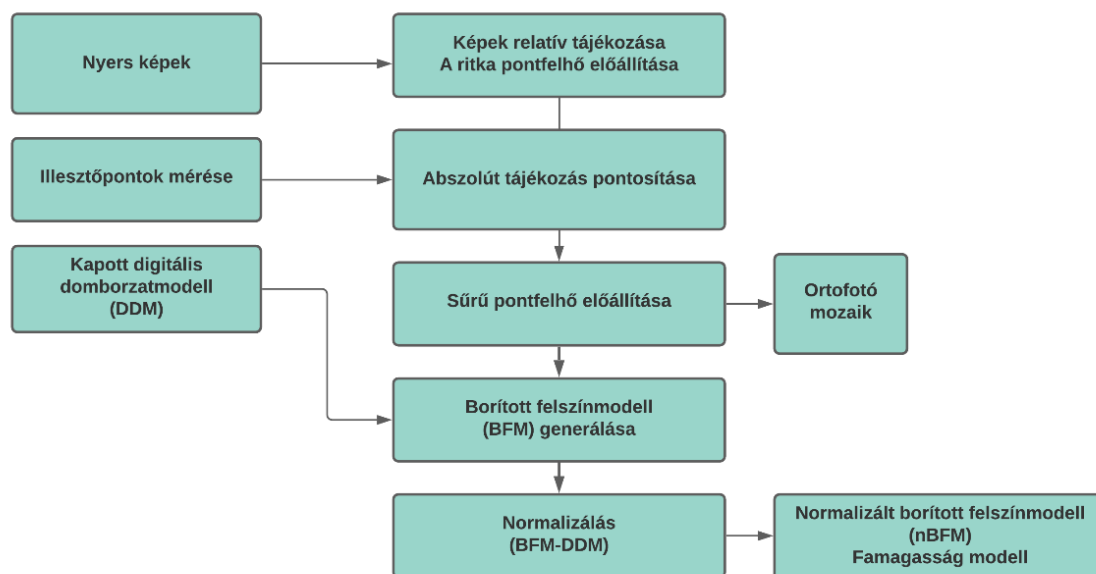
A területen a drónos felvételezések mellett kettő további mérést is végeztünk. Az egyik az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) munkatársaival történt, ahol a fákhöz tartozó mellmagassági átmérőket és magasságokat mértük. A másik mérés az intézetben készült lézershakkeres diplomamunkához kapcsolható, ahol egy törzstérkép terepi méréseiben segédkeztem. Ennek eredményeit fel is használtam.

A repüléstervezést a DroneDeploy alkalmazásban végeztük. A légifényképeket DJI Mavic 2 Pro-val készítettük. A munka során egy nyári (lombos) és egy téli (lombtalan) repülésre is sor került. Lombos repülés esetében a borított felszínmodell előállítását tudtam elvégezni, lombtalan állapotban pedig a digitális domborzatmodellt tudtuk előállítani. Ezek azért voltak fontosak, mert ezek a modellek kellene ahhoz, hogy el tudjuk végezni a normalizálást, amelyből majd a magassági és törzsszámbeli adatokat kapjuk. A normalizálás folyamata úgy történik, hogy a borított felszínmodellből kivonjuk a digitális domborzatmodellt és megkapjuk a normalizált borított felszínmodellt (nBFM) (3. ábra)



7. ábra Különböző felületmodellek (KIRÁLY és mtsai, 2017)

A vizsgálataim főként a nyári repülés eredményeire korlátoztam, ahol a borított felszínmodellt az Agisoft Metashape programban állítottam elő több lépés elvégzése után (4. ábra). A normalizáláshoz egy 2012-ben készült 50 cm/pixel felbontású lézerszkenneres mérésből származó digitális domborzatmodellt használtam.

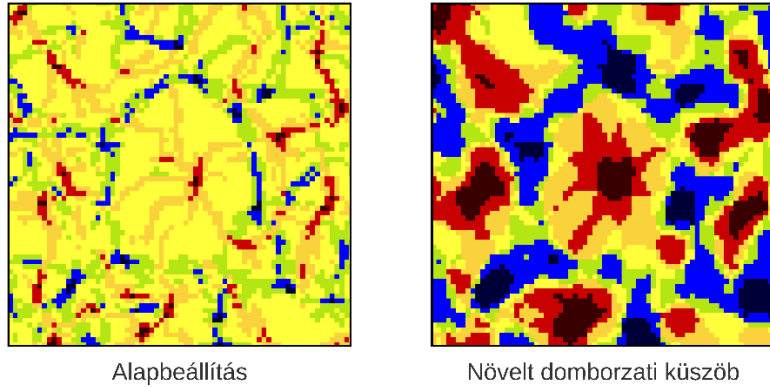


8. ábra A normalizált borított felszínmodell előállításának lépései

Fontos kritériuma volt még a mérésnek a referencia törzsszámok meghatározása. Az ERTI terepi mérés során 183 db törzset mértünk meg átmérő és magasság tekintetében, továbbá egyenként besoroltuk a faegyedeket nevelési és magassági osztályokba. Ez az osztályozás segített az adatok szűkítésére, hogy sikeresen végezzem el a vizsgálatokat. A referencia törzsszámot 109 db törzs alkotta, amelybe a nevelési osztályokból a javafák tartoztak, magassági kategóriákból pedig a kimagasló és uralkodó egyedek.

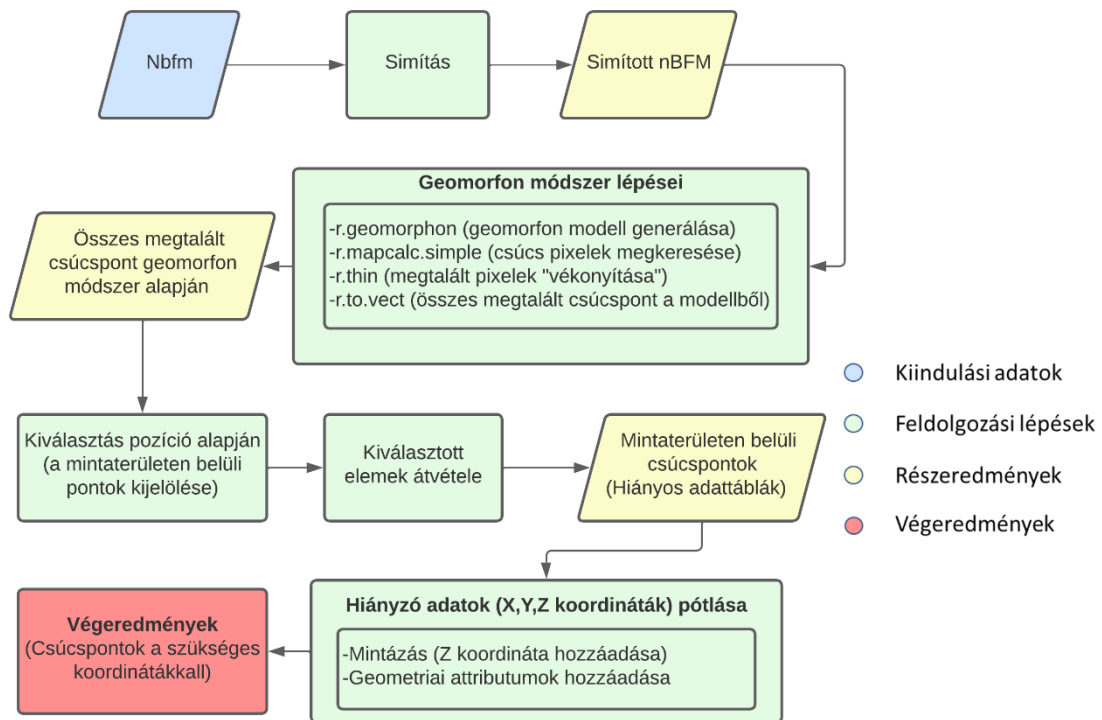
Vizsgálati módszerek

Először a Geomorphon módszert alkalmaztam a QGIS programban. A Geomorphon egy viszonylag új koncepció a terepformák bemutatására és elemzésére. Az eljárás alapja, hogy az algoritmus egy kiválasztott fókuszpixel körül a nyolc főirányban megvizsgálja a szomszédos pixelek helyzetét a zenit és nadír szögek függvényében a fókuszpixel látószögéhez képest. Ez a módszer főként a láthatóság viszonyait vizsgálja. Az osztályozás két fő paramétere a keresési sugár (L) és a lapossági vagy domborzati küszöb (d) értéke. A keresési sugár megadja a keresőablak maximális méretét, amiben a terepformák azonosításra kerülnek. A domborzati küszöb a lejtőértékek tűréshatárát jelenti, amelyben a terep viszonylag síknak tekinthető. A módszer gördülékeny használata érdekében érdemes az alapbeállításokat használni, ahol, ha a keresési sugár értékét növeljük a megtalált pontok száma növekszik. A domborzati küszöb növelésénél pedig a modellt laposítjuk el, ennek hatására, pedig a csúcspontok sokkal nagyobb területet foglalnak el (5. ábra)



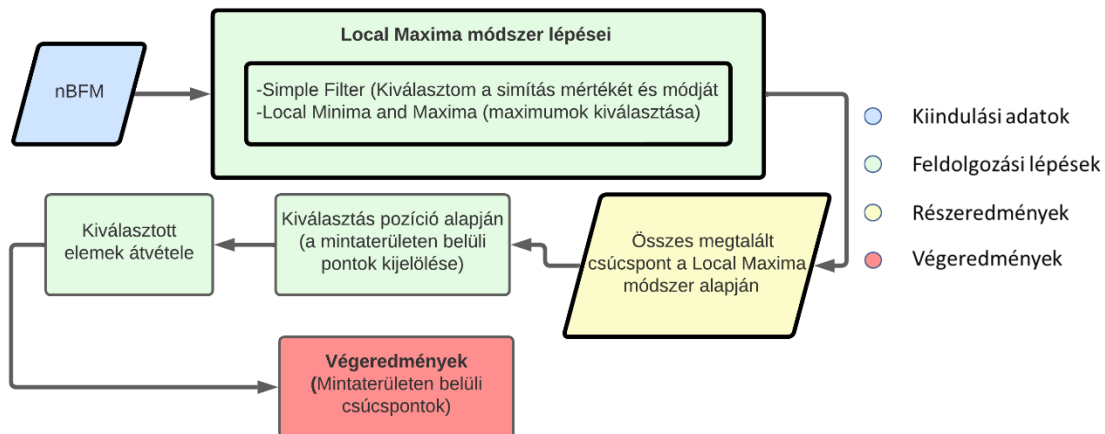
9. ábra Domborzati küszöb hatásai eltérő értékekkel

A kivonatban fontosnak tartom a módszerekhez tartozó lépések megjelenítését is, mivel egyrészt az olvasó jobban megértheti a módszer összefüggéseit, másrészt egy útmutatót kap a módszerhez, amely akár a későbbi fejlesztésekhez is nyújthat kiindulópontot (6. ábra).



10. ábra Geomorphon módszer folyamatábrája a QGIS programban

A másik módszert a QGIS programon belül a Local Minima and Maxima modul segítségével dolgoztam ki. A modul szintén a maximum pontokat keresi meg a különböző modelleken, viszont itt nem a láthatóság alapján, hanem a pixelek magassági értékei szerint választja ki a maximumokat. A csúcspontokhoz való eljutás a módszer esetében sokkal könnyebb.



11. ábra Local Maxima módszer folyamatábrája a QGIS programban

Ezeken kívül SZÁSZ (2020) módszerével is vizsgáltuk a területet, ahol a többi módszerhez hasonlóan a normalizált borított felszínmodell adta a kiindulási alapot. A vizsgálat során a lokális maximumpontokat kerestük meg rögzített és simító kereséssel. Ehhez a következő paraméterek voltak szükségesek:

- rögzített keresés oldalmérete (m)
- minimális magasság (m)
- simító keresés oldalmérete (m)

Rögzített keresés során egy adott oldalhosszúságú négyzetben belül a program felkereste a maximumpontokat. Ezután a simító kereséssel újabb megadott oldalhosszúságú négyzethálót vont a program a maximumpontok köré és megkereste a négyzetben belül a legmagasabb pixelt, a többit pedig kitörölte. Ezek a lépések esetében már kielégítő eredményt adtak. Szükséges esetben a módszer további lehetőségeket biztosít a megtalált pontok további szűrésére.

A módszerek eredményeit az ortofotón vizuális úton megkapott pontokkal kapcsoltam össze. Előtte még egy 10 cm/pixel felbontású lombos repülésből származó nBFM-ből generált 50 cm-es szintközös szintvonalas térkép segítségével pontosítottam a vizuálisan lerakott pontok helyzetét. Az így kapott pontok száma 96 db lett.

Ezt követően a 96 db pontot kapcsoltam össze a 109 db referencia törzsszel. Ezek segítségével tudtam következtetéseket levonni egyesfák magasságainak összehasonlítására.

Vizsgálati eredmények

Törzsszámok tekintetében a mintaterületen pontos eredményeket nem tudtunk elérni a különböző módszerekkel. Geomorphon és Local Maxima esetében a felbontások csökkenésével a talált maximumpontok száma is csökken (1. táblázat).

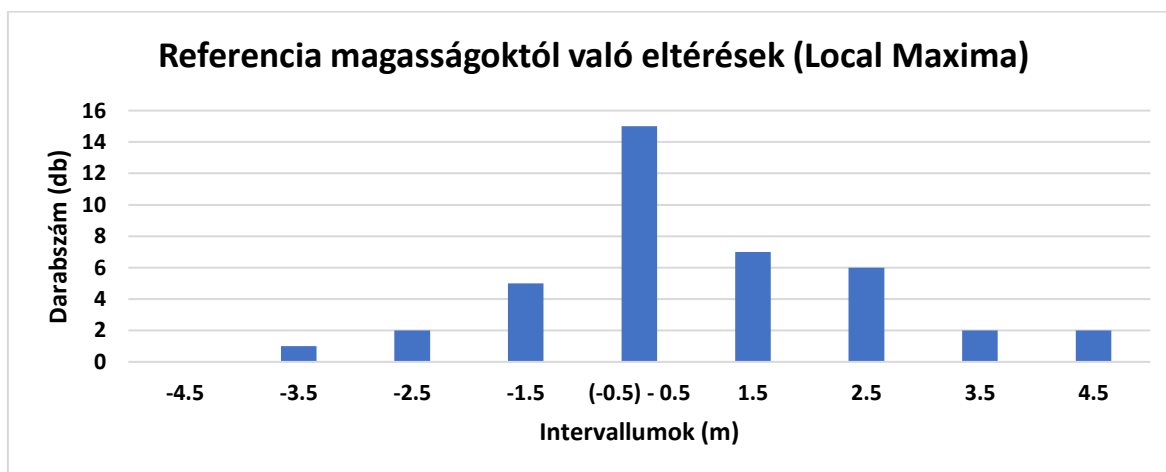
1. táblázat A Geomorphon módszer talált pontjainak száma különböző felbontásokkal

Geomorphon (Raw)					
Felbontás cm/pixel	Talált pontok Raw (db)	Talált pontok 3x3 (db)	Talált pontok 5x5 (db)	Talált pontok 3 (db)	Talált pontok 5 (db)
10	7142	1285	618	1646	804
15	3809	551	305	755	390
20	2343	394	206	505	239
25	1587	229	136	313	169
30	1202	194	101	256	138
35	971	172	80	214	109
40	665	127	60	167	78
45	588	94	52	153	69
50	488	73	49	123	56

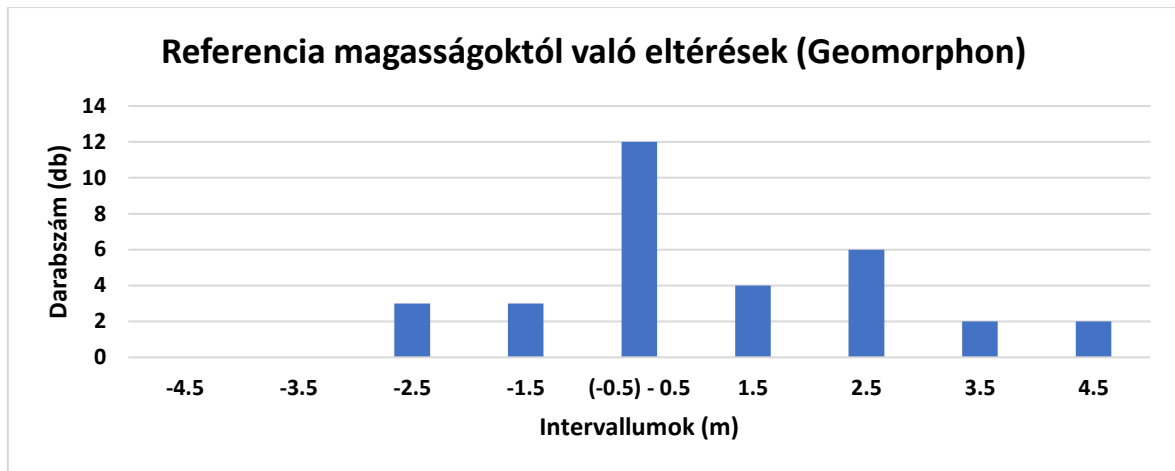
SZÁSZ (2020) módszerénél a törzsszámok tekintetében nem lehetett egyértelmű csökkenésről beszélni. A megtalált pontok 142 db és 288 db között mozogtak, felbontástól függetlenül.

Egyesfa vizsgálatokat is végeztem a Local Maxima és Geomorphon módszerek esetében átlagmagasságok tekintetében. Ebben az esetben a módszerek által megkapott csúcspontokat 2 méteres sugaras kereséssel vizsgáltam a referencia csúcspontokhoz képest. A Geomorphon módszer esetében 32 darab pontot tudtam beazonosítani és a magasságbeli különbségeket vagy hasonlóságokat vizsgálni. A Local Maxima módszernél 40 darab pontot detektáltam sugaras kereséssel.

Az eltérések zöme a 0,5 méteres tartományban volt található, viszont volt pár olyan adatpár is, ahol ez meghaladta a 4 métert (8-9. ábra).



12. ábra Eltérések a beazonosított pontok és a referencia csúcsok között (Local Maxima)



13. ábra Eltérések a beazonosított pontok és a referencia csúcsok között (Geomorphon)

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Az eredmények alapján arra a következtetésre kellett jutnom, hogy az általam használt módszerek nem alkalmazhatóak bármilyen állománytípusban. Lehetőségeim a diplomamunka témája valamilyen szinten korlátozta a mintaterületet. Úgy gondolom, hogy ez a terület alkalmatlan még a drónos felvételezésre, főként a magas záródás miatt. Ez azért nem szerencsés, mivel az egyes csúcsok beazonosíthatósága válik így körülményessé. A záródás problémája miatt vizsgálatomból faterméstani vizsgálatok maradtak el, ahol az egyesfák és az állomány fatérfogatóit lehetett volna vizsgálni. A ritkább koronaállás a koronavetületek és mellmagassági átmérők vizsgálatára is jobb lehetőséget biztosíthat. A vizsgálatom során elért elégséges eredmények ellenére a módszer egyik hosszútávú előnye, hogy a készült légifényképeket fel lehet használni a jövőben magassági növekedés vizsgálatára, ha évek múlva újabb felvételezés készülne, vagy a múltban már készült. Fontos azt is megemlítenem, hogy a kiértékelés folyamata a képektől az eredményekig több napot is igénybe vehet. Ez véleményem szerint kisebb kiterjedésű területek vizsgálata esetén még nem költséghatékony.

Ezen módszerek széleskörű használatát további fejlesztésekkel el tudom képzelni. Viszont azt, hogy ezeket a fejlesztéseket mikorra tudják elvégezni, az a jövő kérdése.

Köszönetnyilvánítás

Az intézet eszközei a „Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata - GINOP-2.3.3-15-2016-00039” projekt keretében álltak a rendelkezésemre. A képanyagokat Szász Botond jóvoltából a drónjával végeztük, amiért külön köszönet illeti.

Irodalomjegyzék

CZIMBER K. (2001): Geoinformatika. Elektronikus jegyzet. Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Földmérési és Távérzékelési Tanszék, Sopron. <http://geo.emk.nyme.hu/17850.html?&L=1> Megtekintés dátuma: 2021.10.25.

JONASSEN, V. (2017): Potential of Structure from Motion Aerial Photogrammetry for Landslide Mapping in Western Norway. University of Oslo. p. 10

KIRÁLY G., BALLA Cs., BARTON I., SZABÓ K. (2017): Borított felszínmodellek erdészeti felhasználása. In: Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia. (Szerk.: BIDLÓ A., FACSKÓ F.) 118. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

LEHOCZKY M., SIKI Z. (2020): Fotogrammetriai feldolgozószoftverek. Geodézia és Kartográfia. 72(2). 23-25. <https://doi.org/10.30921/GK.72.2020.2.4> Megtekintés dátuma: 2021.10.25.

SZÁSZ B. (2020): Faállomány-jellemzők vizsgálata UAV-k segítségével a Szombathelyi Erdészeti Zrt.-nél. Diplomamunka, Soproni Egyetem Diplomamunka Repozitórium, <http://diploma.uni-sopron.hu/6587/1/Sz%C3%A1szBotond2020.pdf> Megtekintés dátuma: 2021.10.25.

Kritikus komponensek és azok levonulásának elemzése a Rába folyó habzási időszakában

JANZSÓ MILÁN GÁBOR¹, KALICZ PÉTER¹, GRIBOVSZKI ZOLTÁN¹

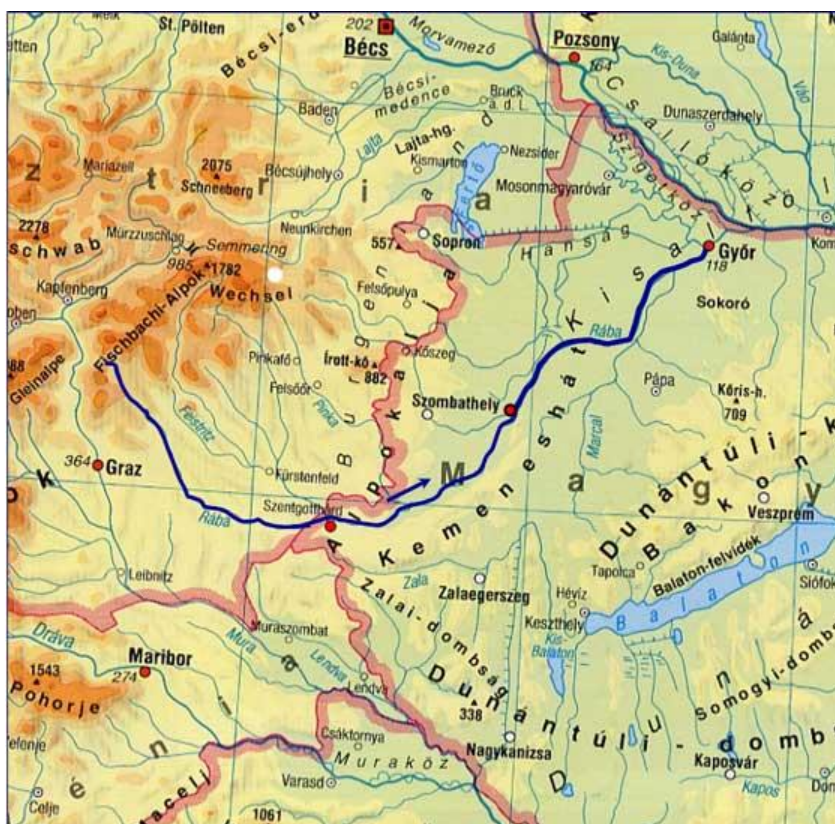
¹Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet, Vízgazdálkodási Tanszék, Soproni Egyetem, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

janzso.milan@gmail.com

Bevezetés - a folyó jellemzése

A Rába folyó az Alpokalja vidékén található, több szempontból is igen jelentős természetes közeg, erőforrás és ivóvízforrás is egyúttal. A folyó a Duna egyik legmeghatározóbb mellékfolyója. Teljes hossza 283 km, amelyből a magyarországi szakasz 211 km-t tesz ki. A Rába vízgyűjtő területe 10 720 km². Forráspontja az Alpok dél-keleti lejtőjénél található Ausztriában, majd Felsőszölnöknél lépi át az országhatárt és végül Győrnél torkollik a Dunába. (NYUDUVIZIG, 2022)

Vízjárása időszakokra lebontva jelentősen ingadozó, többnyire jellegzetes áradási és apadási tendenciákat mutat. A folyó medrének esése a forrásponttól a torkolatig szignifikáns, azaz nagy esésű folyóról beszélhetünk. Jellegzetessége, hogy a jelentős mellékfolyóinak többsége - kivéve a Csörnóc - Herpenyő vagy a Marcal - leginkább a meder bal oldalán helyezkedik el, legyezőszerűen elterülve. Legfontosabb mellékfolyói a Lapincs, a Gyöngyös, Pinka, Répce. (NYUDUVIZIG, 2022)



1. ábra: A Rába főmedre és mellékfolyói (NYUDUVIZIG, 2022)

Habzást kiváltó tényezők

A vízfolyás partján több gyár, szennyvíztelep is megtalálható, melyek jelentősen befolyásolják vizének összetételét. A legjelentősebb hatásúak az Ausztriában található Wollsdorf, Feldbach és Jennesdorf települések környékén található börgyárak. Magyarországon a szentgotthárdi Lurotex Textilipari Kft. az ivánci, körmendi, sárvári, rábahídvégi, püspökmolnári, meggyeskovácsi szennyvizek, illetve a sárvári és a győri egyesített csapadék-szennyvízhálózat tisztított szennyvizének is a Rába a befogadója, így, bár nem olyan mértékben, mint a börgyárak, de ezek is befolyásolják a vízminőséget. A habzási jelenség primer oka a börgyárak helytelen szennyvízkezelése, így a kritikus komponenseket is a szennyvízbefolyók közelében, illetve az azt követő 300 és 1000 m-en létesített mintavételi helyeken kell keresni (NYUDUVIZIG, 2020).

Kritikus komponensek, mutatók megjelölése, elemzése

Amikor ezeket a vízminőségi jellemzőket vizsgáljuk, akkor alapvetően a határérték túllépés az iránymutató. A kiválasztott komponensek akár több nagyságrenddel is túllépték a megengedett határértékeket, ezért a habzás idején ezek az összetevők - mint a habzási folyamatot előidéző, vagy szorosan hozzá kapcsolódó komponensek - voltak meghatározóak.

A továbbiakban ezeknek a jellemzői, hatásai kerülnek jellemzésre. A szemléltető adatokat és a komponenseket a habzást legjobban jellemző adatbázisból, a *Rába Survey* 2008-as felméréseinek következtetése szerint választottuk ki.

Nitrát

A nitrát jellemzően a mezőgazdaságban felhasznált műtrágyában van jelen, illetve gyakorta előfordul a szennyvizekben is. A különböző nitrogén formákra, és különösen a nitrátra jellemző, hogy a talajvizen keresztül képes beszűrődni a vízfolyásokba (NYUDUVIZIG, 2008).

A mintavételi helyek közül a legmagasabb nitrát értéket a Schmidt Wollsdorf cég szennyvízbevezetése alatt, attól 300 m-re észlelték. A 4,3 mg/l-es legnagyobb mért érték a 2 mg/l határértéket jelentősen túl lépte. (NYUDUVIZIG, 2008).

Klorid

A klorid természetes forrásból elsősorban kőzet kimosódásokból, esetleg ebből fakadóan sós forrásokból származhat. Az alpesi területeken jellemző értéke 10 mg/l körüli, azonban ez természeti és domborzati viszonyok szerint változhat (NyuDuVizIg, 2008).

Mesterséges eredetű klorid jellemzően a kommunális szennyvizek szervesanyag tartalmában van jelen főként klorid-ion formában. Magyar határérték nincs, viszont az Osztrák 150 mg/l (NyuDuVizIg, 2008).

A legnagyobb mért értékek a Mitterdorf a. d. Raab, közúti híd, illetve a Neumarkt an der Raab mintavételi helyek között volt tapasztalható, ahol azok 10-ről 83,8 mg/l-re növekedtek. A növekedésért elsősorban a három börgyár 3500 és 4400 mg/l közé eső kibocsátási koncentrációi tehetősek felelőssé (NyuDuVizIg, 2008).

Elektromos vezetőképesség

Ezzel a jellemzővel a vízben oldott ionok mennyiségét lehet kimutatni, mellyel leginkább a vizek ásványi anyag tartalmát tudjuk jellemzeni. A vízminőségének vizsgálata során, ha tudjuk, hogy az nem tartalmaz nagymennyiségű geológiai eredetű sókat, akkor a magasabb sótartalomtól antropogén hatást feltételezhetünk (NyuDuVizIg, 2008).

Az elektromos vezetőképesség határértéke a Rába 202 és 212 közötti fkm szakaszán 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, míg a hátralévő magyar szakaszán 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (NyuDuVizIg, 2008).

Az osztrák szakaszon fellelhető legmagasabb érték 783 $\mu\text{S}/\text{cm}$ volt, amely nagyban köszönhető a három börtgyárnak, melyek bebocsátott vizének elektromos vezetőképessége 14000 és 16700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ között volt (NyuDuVizIg, 2008).

Szulfát

A szulfát természetes formában a szervesetlen sótartalomban, illetve geológiailag kötött kalcium-szulfát tartalmú kőzetekben van jelen (NyuDuVizIg, 2008).

Antropogén formában pedig jellemzően a háztartási szennyvizekben, konyhai hulladékokban fordul elő (NyuDuVizIg, 2008).

A szulfáttartalom Ausztriában 20 mg/l-ről 74 mg/l-re növekedett, amelyhez a börtgyárak 1800 és 2100 mg/l közötti kibocsátási koncentrációja nagyban hozzájárult (NyuDuVizIg, 2008).

TOC (összes szerves szén)

A TOC a vízben található oldott szerves és szervesetlen vegyületek összes széntartalmát mutatja meg. Érdekessége ennek a komponensnek, hogy határérték sem magyar, sem osztrák oldalon nincs meghatározva, azonban az adatbázis elemzése során itt is kiugró értékek voltak tapasztalhatóak (NyuDuVizIg, 2008).

Az adatbázisban látható volt, hogy a kezdeti 1,3-as értékről 5,3 mg C/l értékre nőtt. Ennek oka a börtgyárak esetében mért legmagasabb kibocsátási értékek, melyek a következők voltak:

- Boxmark Feldbach: 105,7 mgC/l
- Boxmark Jennersdorf: 88,5 mgC/l
- Schmidt Wollsdorf: 50,1 mgC/l (NYUDUVIZIG, 2008)

BOI5 - Biológiai oxigénigény nitrifikációs gátlás nélkül

A BOI5 azt mutatja meg, hogy öt nap leforgása alatt a biológiai oxidáció következtében mennyi oxigén fogy el. Ezzel a mérőszámmal tehát lebomló biológiai szerves anyagok mértékét tudjuk jellemezni (NyuDuVizIg, 2008).

Határértéke a 202-212 közötti fkm szakaszon 4 mg/l, a többi magyar szakaszán pedig 5 mg/l (NyuDuVizIg, 2008).

Ingadozása ennek a komponensnek is az osztrák oldalon érdemes vizsgálatra, hisz 1,5-ről egészen 4,3 mgO₂/l értékig kúszott fel. A börtgyárak ezt a folyamatot a következő értékekkel segítették:

- Schmidt Wollsdorf: 50,4 mgO₂/l
- Boxmark Jennersdorf: 40,2 mgO₂/l (NYUDUVIZIG, 2008)

Összes nitrogén

Az összes nitrogén a szerves kötött, illetve a szervesetlen nitrogén tartalmakat jellemző mérőszám. A nitrogén legfontosabb megjelenési formái a következők: elemi nitrogén (N₂), nitrát (NO₃-), nitrit (NO₂-) és ammónium (NH₄⁺). Ahogy a nitrátnál említésre került, a nitrogén főleg mezőgazdasági eredetű forrásokból kerül a vízfolyásba, de a háztartási szennyvízben is jellegzetes összetevő (NyuDuVizIg, 2008).

Magyarországi határértéke 5 mg/l (NyuDuVizIg, 2008).

A legnagyobb mért érték Schmidt Wollsdorf cég bevezetése alatt 4,7 mg/l volt mérhető. Ezt az értéket a kezdeti 2,1 mg/l-es értékről érte el a komponens. Ez a későbbiekben csökkenő

tendenciát mutat, az összes nitrogén koncentráció 3,4 mg/l és 4,3 mg/l között ingadozott, egészen a Lapincs beömléséig, ahol 2,1 mg/l-re csökkent (NyuDuvizig, 2008).

Összegzés

Az előzetes vizsgálataim során a cikkemben bemutatott paramétereket tekinthetjük a börgyárak tevékenységeivel összeköthetőnek, melyek alaposabb megismerésével és rendszeres monitorozásával elkerülhető a habzás újbóli jelentkezése, ahogy ezt napjainkban is tapasztalhatjuk. Ennek talán legfontosabb két eredője a börgyárakra bevezetett új szennyvíztisztító technológiák, illetve a folyamatos monitoring (GAUL, 2019). Véleményem szerint a hasonló jellegű monitoring programok fenntartásával a Rába vizének egészségi állapota is fenntarthatóvá válik.

Irodalomjegyzék

GAUL RÉKA ORSOLYA (2019): Az elmúlt évtized vízminőség-javító intézkedései a Rába folyón, BM Vízügyi-gazdálkodási és Vízvédelmi Főosztály, ATHU100 – RaabSTAT: A Rába vízminőségi és ökológiai állapota Projektindító rendezvény, Szentgotthárd, link: https://www.interreg-athu.eu/fileadmin/be_user_uploads/RaabSTAT/ATHU100_PaR01_Gaul.pdf Megtekintés dátuma: 2021.04.02.

NYUGAT-DUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG (2008): Raab Survey 2008, A Rába hossz-szelvény-vizsgálata 2008 Umweltbundesamt 2; 10; 11; 12; 22; 23; 25; 26; 146; 156;145; 146; 147; 162; 164; 169. old. link: <http://www.nyuduvizig.hu/upload/RaabSurvey2008.pdf> Megtekintés dátuma: 2021.04.11.

NYUGAT-DUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG (2020): Jelentős vízgazdálkodási kérdések, 1-3 Rábavízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység VITAANYAG, 29 old. link: https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2020/04/1_3_Raba_JVK_2020_04_22.pdf Megtekintés dátuma: 2021.04.11.

NYUGAT-DUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG (2022): Rába, az évtized folyója, link: <http://www2.nyuduvizig.hu/?m=90> Megtekintés dátuma: 2022.03.04.

Viták és érdekességek a fák nedvkeringéséről

KÖKÉNY GERGELY LEVENTE¹, TÖRÖK ANDRÁS²

¹Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet, Soproni Egyetem, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

²Állami Erdészeti Szolgálat Veszprémi Igazgatóságának nyugalmazott munkatársa

teltemeto@gmail.com

Bevezetés

Világszerte egyre nagyobb figyelem szegeződik a föld vízháztartására. Ennek a rendszernek az egyik legérzékenyebb résztvevői, persze sok másik élőlény mellett a növények, ezen belül is a fák. Minden életjelenségük vízhez kötődik, jelen van a sejtekben, körülveszi a gyökereket, a farészben szállítva eljut a levelekben a folyadék-pára határfelületig. Növekedésük, termés hozamuk érzékenyen reagál a vízellátottságra. Mindemellett árnyalásukkal, holtfaként, lomb- és avarrétegük tároló kapacitásával őrzői és egyúttal indikátorai is egy-egy terület vízháztartásának (SZALAI, 1974).

De hogy működik a nedvkeringés a növényekben, és hogy függ ez össze a Twitterrel és a YouTube-bal?!

Történelmi áttekintés

Alapvetően a növények vízszállítását jelenleg a talaj-növény-légkör rendszer vízpotenciál különbségéből eredeztetik.

A klasszikus elmélet a következő:

Eredetileg sejtek között, sejtmembránon keresztüli vízmozgással kapcsolatban vezették le, hogy a két sejt között az egyes sejtek kémiai potenciáljának megfelelően vándorol a víz, feltételezve, hogy a tiszta víz kémiai potenciálja 0 és ehhez képest a kémiai potenciál a természetben mindig negatív. Tehát az áramlás a nagyobb kémiai potenciálú hely felől a kisebb kémiai potenciálú hely felé történik, megmutatva ezzel a víz vándorlásának irányát. Később ezt kiterjesztették az egész rendszerre, a komplett növényre, a gyökértől levelekig történő vízszállításra. Az adott hely kémiai potenciáljának és a tiszta víz kémiai potenciáljának különbségét viszonyították a tiszta víz moláris térfogatához. Így energia/térfogat lévén, nyomásértékben fejezték ki a vízpotenciált, illetve a vízpotenciál különbségeket (FODOR, 2013).

A fa a levél felületein, nyitott sztomákon keresztül párologtat, a levegőben lévő vízgőz sokkal kisebb vízpotenciálja miatt. A sztomákhöz futó, kapilláris csövekben lévő vízoszlop levegő-víz határfelületén görbület alakul ki, melynek felületi feszültsége hat a hozzá kapcsolódó rendszerre, a xilémekben lévő vízre. A feszültség a folyamatos vízoszlopon keresztül terjed a levelekből a gyökércsúcsokig és a növény minden részébe (TYREE, 1997).

A kohéziós feszültség elmélet szerint a növényekben egy teljesen összefüggő folyadékrendszer van a gyökerektől a levelekig. A rendszerben ez a feszültség lehetővé teszi, hogy a szállítórendszerben a folyadékoszlop ne szakadjon szét a fa teljes hosszában, egy szívó hatás (transzspiráció) miatti emelkedés közben (PICKARD, 1981).

A víz felvétele a gyökérszőrökön keresztül történik. Ezután a vízszállítás a gyökér szöveteiben több dologtól is függ. Ha a vízmozgás oka elsődlegesen a gyökerek anyagcseréje, akkor aktív vízfelvétel történik. Passzív vízmozgásról beszélünk, ha az anyagáramlás vezérlője a vízpotenciál-különbség, amely jelentősebb mennyiségű. Tehát a víz mozgásának a fő mozgató rugója a transzspiráció (JUHÁSZ, 2012).

Ez a folyadékáramlás, illetve annak sebessége azonban koránt sem egyenletes és nem is egyforma minden egyed esetében. Különbség van gyűrűs és szórt likacsú fák között, ezáltal egyes fafajok között a tracheák méretéből fakadóan. Különbség van éves, szezonális és napi ciklusban is a légköri jellemzők és a párolgás mértékének függvényében (BÉRES, 1999a).

Ráadásul Béres Csilla és munkatársai kutatásai során komputertomográffal (CT) kimutatták, hogy „a fákban történő vízáramlás jelentősen eltér az irodalomban leírtaktól. A víz áramlása a törzsben nem egyenletes sem felfelé haladva, sem pedig egy adott magasságban a törzs kerülete mentén. A felfelé áramlás két jól elkülöníthető szakaszból áll, egyik része egy általuk „gyors” áramlásnak nevezett, rövid ideig tartó rész, amely nem a törzs egész kerületén történik, hanem csak a kerület néhány pontján kisebb-nagyobb tracheakötegekben. E mellett jelentkezett egy felfelé irányuló áramlás is, amely sokkal egyenletesebb, de jóval lassúbb” (TÓTH, 2015).

A klasszikus elmélet szerint a fákban ilyen módon a víz eljut a gyökerektől a levelekig, hozzájárulva bonyolult biokémiai és biofizikai folyamatokhoz, amelyek elengedhetetlenek a növény életéhez. Fontos szerepet tölt be a fotoszintézisben, részt vesz a virág, termés, hajtás és levél képzésben, a sztómasztek működésében, mely a gázcsere is végzi (SZALAY, 1974).

Új elmélet és a régi cáfolata

Egy cikksorozat – *A fák vízszállításának új elmélete* (TÖRÖK, 2017), valamint a *Vízpotenciál a növényélettan Fehér akáca* (TÖRÖK, 2019) – az eddigi elméletet megcáfolja, majd leír egy újszerű elméletet annak bizonyítékaival.

Ezt most változtatások nélkül közöljük, kezdve a jelenlegi elmélet cáfolatával. „A rendszerben nincs elegendő erő. Az ismert kapillárishatással az emelés maximális mértéke a természetben általában nem haladja meg az egy métert. Az ozmózis jelenségen alapuló gyökérszívás (nyomóerő) folyamatos vízszállításra alkalmatlan, mert az erő csak az általa működtetett mechanizmusa révén képes folyamatos munkavégzésre, például víz szállítására. Munkavégzés csak akkor következhet be, ha az erőnek lehetősége van állandóan úton elmozdulni. Hibás a mechanizmusa. Vizet szállítani csak úgy lehet, hogy a felszívott vizet kinyomja a rendszer. Szivattyúknál ez történhet azonos időfázisban (kútszivattyú), de történhet késleltetve is. Ezek a késleltetett vagy eltérő időfázisú szivattyúk, amikor a szívás a nyomáshoz képest késleltetve történik (szívó-nyomó kút). Vizet szállítani úgy nem lehet, hogy alul nyomok felül szívok, és úgy sem, hogy csak szívok, vagy csak nyomok. Egy középmagasnak tekinthető véghasználat korú húszméteres bükk legmagasabban lévő levelében a belső ellenállástól függően két atmoszféránál nagyobb szívóhatás keletkezik. Könnyen belátható, hogy egy ilyen nagy szívóerő a levél, és ezzel együtt a fa azonnali pusztulásához vezetne. Egy rendszer, jelen esetben a fa vízszállító rendszere akkor működik a célnak megfelelően, ha működőképes a mechanizmusa, létezik ehhez illeszkedő, megfelelő

nagyságú, állandóan ható, munkavégzésre alkalmas erő úgy, hogy a levélszövetek ezt az erőt képesek elviselni. Ezeket a feltételeket a régi rendszer nem tudja teljesíteni (TÖRÖK, 2019).

Majd leírja saját elméletét, mely szerint a fák vízszállítása a következő módon zajlik. „Párolgáskor a lombkorona irányába nem szívás, hanem nyomás történik, a párolgás miatti hőelvonás következtében előállt vízcsőkeresztmetszet csökkenése miatt. Éjszaka a párolgás szünetelésekor, a légrés záródásakor beindul egy hőkiegyenlítődesi folyamat, ami visszaállítja a cső eredeti keresztmetszetét, ami szívást generál, és felszívja a vizet a talajból. Az elmondottakból belátható, hogy a vízszállításnak ez az újfajta mechanizmusa csak fiatal, összehúzódásra képes csövek esetén lehetséges. Mivel a csőben nyomásgradiens alakul ki (alulról felfelé haladva a hidrosztatikus nyomás fokozatosan csökken), változó nagyságú szívó-, illetve nyomóerőre van szükség, ezért a cső leszakaszolt. Így a víz mozgatása egyenlő nagyságú a leszakaszolás darabszámának arányában kisebb erővel is végbe mehet. Ez a leszakaszolás pedig egy perisztaltikus mozgásformát eredményez. A cső tehát eltérő időfázisban szívó-nyomó perisztaltikus mozgást valósít meg. A légrés zárásakor az egész rendszer keresztmetszete perisztaltikusan pulzálva nő. Ez a szívási szakasz. Nappal pedig az éjszaka megduzzadt cső perisztaltikusan pulzálva csökken. Növények esetében a nappal hossza légrésnyitástól légrészárásig tart. Nagy meleg esetén előfordul a légzőnyílás bezáródása, különösen a kora délutáni napszakban. Ekkor a növény egy idő után elkezdi vizet szívni. A kora délutáni légrés zárása közismert tény a növényélettannal foglalkozók számára” (TÖRÖK, 2019).

A rendszer egyes részei számos kutatási eredményben részenként már megtalálhatóak. Az erőt a párolgás biztosítja. A mechanizmust, azaz a munka végzést, melynek feltétele, hogy ez az erő úton el tudjon mozdulni, a pulzáló, illetve perisztaltikus mozgás hozza létre (TÖRÖK, 2016). A párolgatófolyamathoz szükséges energia pedig végső soron a napból származik (TYREE, 1997). Léteznek víztárolók és csatornák, amelyeket CT vizsgálattal bizonyítottak (BÉRES, 1999b). A víztárolás egyrészt a pulzáló mechanizmus tágulásából és szűküléséből adódik, másrészt a fatest belső részein találhatóak. Ide az aktív pulzáló rendszerből csatornácskákon keresztül jut be a víz és jut vissza az aktív részbe. A rendszer szakaszolása pedig sejtmembránnal történik, amelyben a 2003-ban felfedezett akvaporinok helyezkednek el és egyirányú vízszállítást, szelep nyitást és zárást tesznek lehetővé (TÖRÖK, 2016).

Lombhulláskor a levelek úgy válnak le, hogy a rendszer nyomás alatt kerül téli nyugalomba. Tavasszal az akvaporinok elhalnak és az elhalt részeken keresztül kinyomott víz, kapcsolatba kerülve a már készenlében lévő cukor vegyületekkel, építi fel a fa a hajtásrendszerét és lombját. Tehát így indul be az élet (TÖRÖK, 2019).

Fontos hangsúlyozni, hogy organikus rendszerről lévén szó, nem lehet teljesen fizikai rendszerhez hasonlítani a dolgot. A növényeknek vízszállító rendszerükkel az evolúció során fel kellett készülniük arra, amire egy szivattyúval működtetett rendszernek nem. Vagyis a változó klímához, szélsőséges időjárási anomáliákhoz és a változó vízkészlethez. Valószínűsíthető, hogy más bonyolult biokémiai és biofizikai folyamatok is részt vesznek a mechanizmusban, melyek további kutatásra szorulnak (TÖRÖK, 2019).

Vizsgálati anyag és módszer:

A megfigyeléseket a Török András által tervezett mérőműszerrel végeztük (1. ábra).

A műszer pontos leírása a következő: „Egy vízzel megtöltött bicikli dudába egy szorosan záró gumidugót, majd a gumidugóba fúrt lyukba egy ugyancsak szorosan illeszkedő kapilláris csövet helyezünk el. Ezt a szerkezetet négy csavarorsó és két plexilap segítségével rábilincseljük a növényre úgy, hogy a két rugalmas rendszer (a fa és a vízzel megtöltött bicikliduda a kapilláris csővel) két rugalmatlan anyag, a plexilap közé kerüljön. Utána a vízszintnívót a csavarorsókon elhelyezkedő szárnyas anyák segítségével, ügyelve a két plexilap párhuzamosságára a kapilláriscső közepére helyezzük. Így lehetőségünk van a két irányú mozgás követésére. A csavarorsó menetemelkedése egy milliméter. A kapilláriscsőben az elmozdulások a kalibrálás során lineárisak voltak. A szárnyas anyák kilencven fokos elfordulásakor a libella nívója négy centimétert, száznyolcvan fokos elfordulásakor nyolc centimétert, kétszázhetven fokos elfordulásakor tizenkét centimétert, teljes háromszázhatvan fokos elfordulásakor, tizenhat centimétert változott, tehát a növény egy milliméteres átmérőben jelentkező méretváltozásánál a vízszintnívó függőleges irányú méretemelkedése tizenhat centiméter volt. A műszer a fa horizontális mozgását a tulajdonképpeni átmérőváltozást alakította át vertikális mozgássá. (A vastag kérgű fák esetében a fa átmérőváltozásai feltehetőleg nem követik a vízcső átmérőváltozásait, mert a mozgásokat a rugalmas hánccs elnyeli.)” (TÖRÖK, 2019). (Esetünkben a két rugalmatlan lap két kerámia lap volt.)

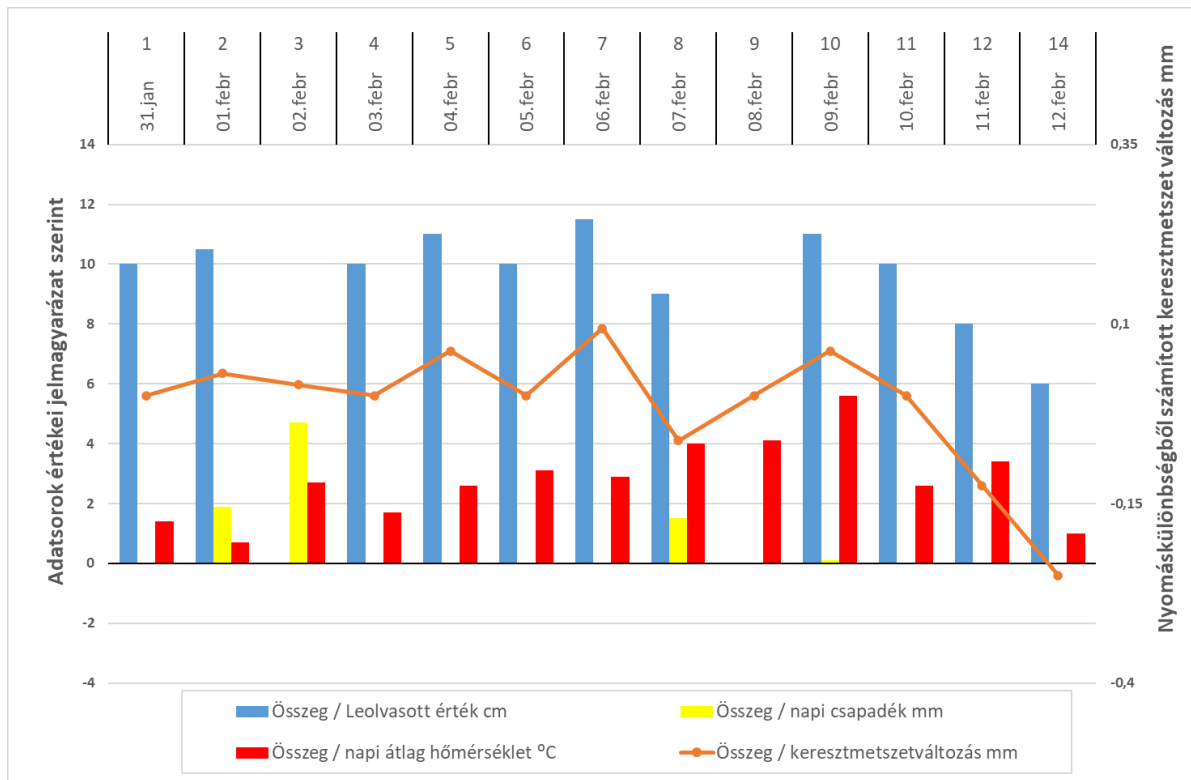


1. ábra. Fotó a mérőműszerről.

A leolvasásokat folyamatosan mobil telefontal fotóztuk, amely rögzítette a felvétel időpontját dátum, óra, perc pontossággal. Ebből az adatállományból, illetve az időszak meteorológiai adataiból egy kimutatás készült (2. és 4. ábra).

Mérései eredmények

Mogyoró (*Corylus avellana*) esetében mért értékek, vizsgált időszakban azonos napszakokban mérve (18 és 19 óra között):



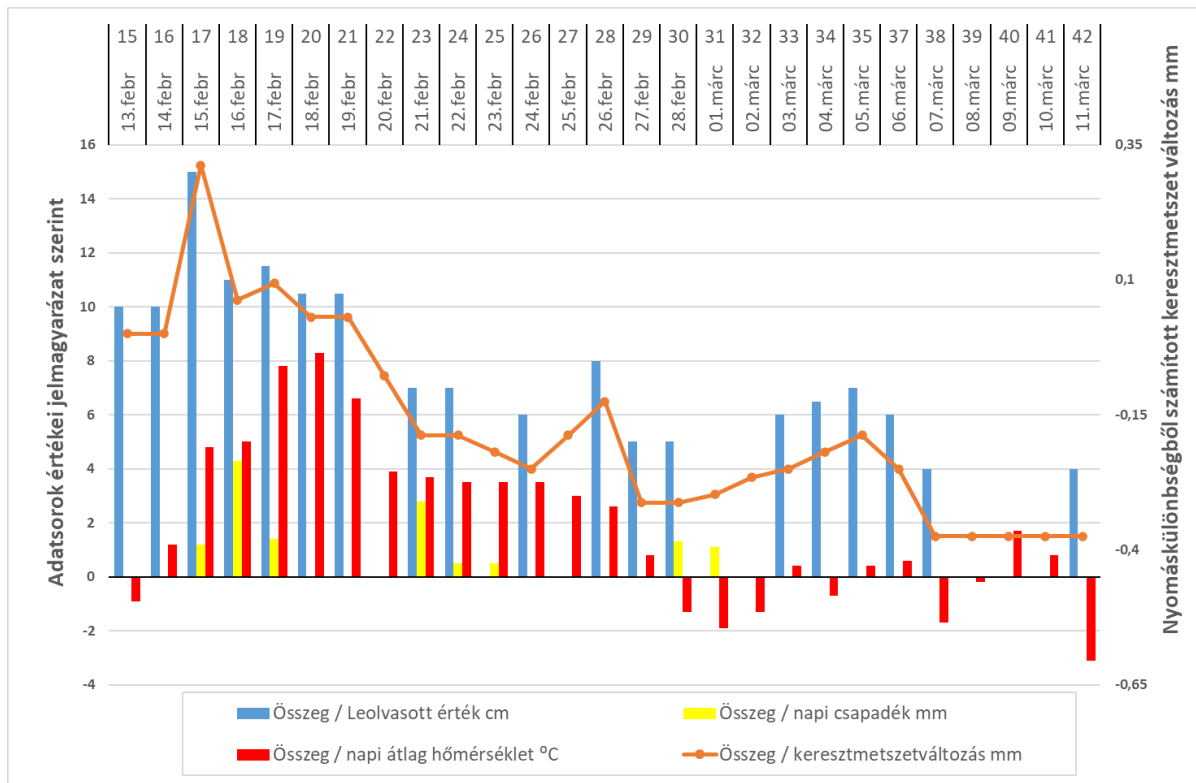
2. ábra. A mogyoró (*Corylus avellana*) napi törzskeresztmetszet változásai.

Azonos napon, de eltérő napszakban mérve (délelőtt-este) is tapasztaltam napi ingadozást. Mi történt az 2. ábrán február 10. és 12.-e között, mikor az értékek, vagyis a keresztmetszet csökkenésnek indult? Megfigyelhetjük, hogy a mogyoró a porzós virágait kibontotta, mellyel egy időben a törzs keresztmetszete lecsökkent.



3. ábra. A mogyoró virágrügyének kifakadása. (Lókút 2022. február 11.)

A nyír (*Betula pendula*) esetében mért értékek, vizsgált időszakban azonos napszakokban mérve (18 és 20 óra között):



4. ábra. A nyír (*Betula pendula*) napi törzs keresztmetszet változásai.

Mi történt a 4. ábrán február 19.-e és március 11.-e között, mikor az értékek, vagyis a keresztmetszet csökkenésnek indult, illetve alacsonyabbak voltak az időszak értékei? Megfigyelhetjük, hogy a nyír rügyei kipattantak és elkezdte kibontani lombzatát. Ez vélhetően vízelvonással járt, ami a törzs keresztmetszetének lecsökkenését okozta. A leolvasott értékekből számolt keresztmetszet változás legnagyobb különbsége vizsgált időszakban 0,69 mm volt. A műszert egy korona ágra helyeztük fel cca. 3 m magasságban.

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Ezek az eredmények egybevágóak azzal, hogy tavasszal, mikor beindul a növényekben az élet, az elhalt akvaporinokon keresztül kinyomott víz miatt, csökken a törzs keresztmetszete, a víz pedig így kapcsolatba lépve a már készenlétben lévő cukorvegyületekkel teszi lehetővé a növények hajtásrendszerének felépítését (TÖRÖK, 2019).

Kontroll gyanánt levágtunk pár vezérhajtást is, melyen a lecsökkenett keresztmetszetű állapot (4. ábra) vége felé, a levágtott hajtásokból nyírfa víz kezdett csepegni (5. ábra).

E szerint a mérés szerint is a keresztmetszetnek volt egy napi ingadozása, és szembevetendő volt a változás rügyek kipattanását, illetve a lombzat kihajtását követően. Érdekes a vízszállítási elméletekkel kapcsolatban, hogy ebben a vizsgált időszakban (február, március) lomb, illetve levél még nincsen, tehát sztómákhoz kapcsolt transzspiráció sincs.



5. ábra. A nyír (*Betula pendula*) hajtásán nyírfavíz (Lókút, 2022. február március 23.)

Az eredmények gyakorlati jelentősége

A <https://treewatch.net>, amely a „Tree Water and Carbon monitoring Network” oldala, nagyon érdekes és témába vág. Céljuk, hogy a fák nedvzárlását és növekedését vizsgálják és jelenítsék meg adott időben, illetve időszakban. Módszerük, hogy egy dendrométerrel (ami a fa keresztmetszetének változását méri) és egy nedvzárlás mérő szenzorral (ami a nedvzárlás intenzitását méri) folyamatosan mérést végeznek úgy, hogy az adatok feldolgozása naprakészen jelenik meg az oldalon diagrammok formájában. Ezzel ki tudják mutatni, hogy egy külső stresszre (pl. aszály) hogyan reagál az adott fa abban a pillanatban, amikor a környezeti tényezők megváltoznak. Hollandiában, Németországban, Belgiumba, Angliában és Indiában vannak megfigyelési alanyok, különböző fafajok egyedei. A fajok között szerepel többek között Bükk (*Fagus sylvatica*), Kocsányos tölgy (*Quercus robur*), Korai juhar (*Acer platanoides*), Erdei fenyő (*Pinus sylvestris*), de Indiában egy Mangrove (*Avicennia marina*) egyedét figyelnek meg. A különböző kutató csapatok az egyes monitoring pontokon sokféle mérést végeznek. Van, ahol más műszerekkel, például liziméterekkel párhuzamosan mérik a fák egyes reakcióit egy adott környezeti változásra. Amiből egy adott erdőtípusnak a talaj vízháztartására gyakorolt hatására, illetve a terület vízellátottságnak az adott fafaj(ok)ra gyakorolt hatására is következtetni tudnak. Más helyen komplett parcellákat hoztak létre erdőtípusokkal, amelyeknél azt vizsgálják, hogy bizonyos időjárási feltételekre mely erdőtípus reagál jól vagy éppen rosszul. Közös azonban a projektekben, hogy mindenhol van egy fa, amelyet az érdeklődő közönség számára láthatóvá tesznek. Oly módon, hogy az érdeklődő online rá tud nézni az oldalon, hogy az adott fa éppen abban a pillanatban, hogy reagál egy éghajlati vagy időjárási változásra. A fa reakcióit közérthetően emberi beszéddé alakítják partner iskolák diákjai és kutatói. Magyarul lefordítják mit üzen a fa az adott reakcióval, amit rögzítenek a műszerek. Erre létre hoztak egy Twitter oldalt, <https://twitter.com/treewatchwur> címen.

Kis ízelítő gyanánt idemásoltunk magyarra fordítva egy ilyen „Twillterező fát”, illetve egy bejegyzését:

–„Bükk vagyok Németországban (Britz), a Thünen Erdészeti Ökoszisztémák Intézetének erdejében.”

–„Stresszes a mai nap, eléggé ingadozik az átmérőm, 2,11 mm, ami magasabb a normálnál. Nagyon sok belső tartalékot kell felhasználnom”.

Ilyen és ezekhez hasonló bejegyzéseket találhatunk az oldalon.

A másik nagyon érdekes dolog, amire Török András korábbi elmélete rámutatott: a pulzáló mozgás amplitúdója a szállítórendszer egyre kisebb keresztmetszetei felé, tehát a levél erek felé haladva csökken, a frekvenciája pedig nő. Ez a rezgés pedig a sejteken keresztül eljut a sztómáig. Ezzel összefüggésben érdemes említeni a <https://www.musicoftheplants.com> nevű oldalt:

A Damanhur projektet Észak-Olaszországban indították útjára az 1970-es években tudósok, orvosok, kutatók és művészek. Ahogy a bemutatkozásukban írják „hogy megértsék a természet, mint élő, intelligens erő funkcióját”. Számos érdekes felfedezés mellett rájöttek, hogy a növények rendelkeznek bioelektromos tulajdonságokkal és fontos tulajdonságuk a vezetőképesség, amely a tápanyag és vízszállító rendszerrel összefüggésben van. Rengeteg kísérletet végeztek elektronikus eszközök segítségével, míg egy kifejlesztett algoritmussal a növények elektromos impulzusait sikerült hangokká, illetve végül egyfajta zenévé alakítani. Létrehoztak erre egy eszközt, ami a fa aktuális állapotának (időjárás, egészségi állapot, külső hatások) megfelelő impulzusokat átalakítja hangokká. Hangszerhangot, hangszínt, skálákat különböző paramétereket lehet az eszközön kiválasztani, de magát az impulzusokat a növény adja. Az eszköz egyébként bárki számára elérhető, megvásárolható és megtekinthető olyannyira, hogy Magyarországon Budapesten, a Széna és a Szent Gellért téren egy növényekkel berendezett villamosmegállóban fel is szereltek egy ilyen médialejátszót. Az így felvett zeneművek a YouTube-on is bárki számára elérhetőek.

Az egész téma amellett, hogy csodálatra méltó kutatási eredményeken, folyamatban lévő kutatásokon nyugszik, jó példája annak, hogy értheti meg jobban, illetve, hogy kerülhet közelebb az ember a természethez. Ráadásul ebből a szorosabb kapcsolatból a meglévő eredményeken túl, ma még beláthatatlan hasznai is lehetnek a jövőben az erdész szakmának. Információkhoz juthatunk ilyen módon egy-egy terület vízháztartását illetően, vagy egy adott terület, adott termőhelyi viszonyainak leginkább megfelelő fafaj kiválasztásához, de akár a fák éghajlati és időjárási változásokra adott válaszaikat is jobban megismerhetjük.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk az értékes tanácsokért az anonim lektornak, a konzultációkért Kalicz Péter egyetemi docensnek; a szakmai támogatásért a VERGA Zrt. erdőgazdaságnak, mint munkáltatónak.

Irodalomjegyzék

BÉRES CS. (1999A): A fák vízforgalma. Élet és Tudomány 1999/50 1586-1588 o.

BÉRES CS. (1999B): A fák vízforgalma. Élet és Tudomány 1999/51 1615-1616 o.

FODOR F. (2013): A növényi anyagcsere élettana. Tankönyv Eötvös Lóránd Tudományegyetem 371 p. link: <https://tk.elte.hu/dstore/document/844/book.pdf> Megtekintés dátuma: 2022.03.17.

JUHÁSZ Á. (2012): Intenzív cseresznye ültetvény vízfelvétel dinamikájának meghatározása nedv váram mérések alapján. Phd értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, 160. o.

- PICKARD, W. F. (1981): The ascent of sap in plants. Department of Electrical Engineering, Washington University, St. Louis, Missouri, U.S.A. 181-229. o. [https://doi.org/10.1016/0079-6107\(82\)90023-2](https://doi.org/10.1016/0079-6107(82)90023-2) Megtekintés dátuma: 2022.04.06
- SZALAI I. (1974): Növényélettan I. Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest 392 o.
- TÓTH J. A. (2013): 40 éve az erdőökológiai kutatás szolgálatában: A Síkfőkúti projekt. Erdészeti tudományos közlemények 3. évfolyam 1. szám, 7-19. o.
- TÖRÖK A. (2017): A fák vízszállításának új elmélete. Forest Press 2017 január. <https://forestpress.hu/hu2/index.php/more/erdekessegek/erdekessegek-kutatas/erdekessegek-kutatas-erdeszeti/31317-a-fak-vizszallitasanak-uj-elmelete-forestpress> Megtekintés dátuma: 2022.04.06
- TÖRÖK A. (2019): Vízpotenciál a növényélettan Fehér akáca. Erdészeti lapok 2019 június. 186-188 o.
- TYREE, M. T. (1997): The cohesion-tension theory of sap ascent: current controversies, Journal of Experimental Botany (Kísérleti Botanikai Folyóirat), 48. kötet, 315. szám, 1753-1765 o., <https://doi.org/10.1093/jxb/48.10.1753> Megtekintés dátuma: 2022.03.17.
<http://met.boreas.hu/vergazrt/index.php?end> Megtekintés dátuma: 2022.04.06
<https://www.musicoftheplants.com> Megtekintés dátuma: 2022.03.10.
<https://treewatch.net> Megtekintés dátuma: 2022.03.10.
<https://twitter.com/treewatchwur> Megtekintés dátuma: 2022.03.10.

A GY-021 ERTI mintaterület földi lézerszkenneres felmérése

GYENIZSE-NAGY BALÁZS¹, BROLLY GÁBOR¹

¹Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

gyeni23@gmail.com

Bevezetés

Napjaink egyre gyorsuló világában az informatika és a digitális eszközök egyre nagyobb teret hódítanak maguknak az élet minden területén. Nem képez kivételt ez alól az erdészeti tevékenység sem. Az erdőgazdálkodás modernizálódásához tartozik többek között a lézerszkennerek terepi felmérésekbe való bevonása is.

A földi lézerszkennelés egy aktív távérzékelési eljárás, tehát nem a napfény, hanem saját sugárforrás alapján történik az adatgyűjtés, amelyet maga a műszer, a lézerszkennerek biztosít. A szenzor statikus, tehát állványra, asztalra, pillérre helyezhető, és ott mozdulatlanul van a felvétel idején. A műszer méri a lézerimpulzus érzékelő és cél közötti oda-vissza megtételéhez szükséges idejét. Ez a beeső energiáimpulzus (rendszerint infravörös) visszaverődik a talaj felszínéről és az erdei lombkorona ágairól és leveleiről, majd visszaérkezik a műszerbe, ahol egy érzékelő segítségével összegyűjtik (DUBAYAH ÉS DRAKE 1999). A műszer kiszámolja a visszaverődés távolságát, a kibocsátás irányának ismeretében pedig meghatározza a pontnak a térbeli koordinátáját. Egy adatgyűjtési periódus alatt ezzel a módszerrel több millió koordinátát képes felvenni, a mérési adatsűrűség műszertől függően százezer - egymillió pont/mp. Ez rövid idő alatt igen nagy adatmennyiséget eredményez, egy felvétel legalább 30 millió pontból áll.

Gyakran egy teljes objektum felvételéhez nem elég egy álláspontból mérni. Erdőben az egy műszerálláspontból felmérhető terület mérete nagyban függ a terület törzsszámától és aljnövényzetétől. Amennyiben az akadályoztatottság mértéke nagy, a lézerszkennert több álláspontban fel kell állítani, ahonnan további pontfelhők gyűjtése lehetséges. Ezt multi-scan (MS) felmérési módnak nevezzük (LIANG ÉS MTSAI 2016).

A földi lézerszkennelés erdőben történő alkalmazásának legfőbb előnye abban rejlik, hogy képes az erdőt gyorsan, automatikusan és milliméteres részletességgel dokumentálni. Ez a jövőben nagyban megkönnyítheti az állományfelvételt. A pontfelhők alapján a jelenleg rendelkezésre álló adatoknál még jobb eredményeink lehetnek, így pontosabb képet kaphatunk az erdőállományaink mennyiségi jellemzőiről és tulajdonságairól. A kutatások során nagy előnye lehet, hogy faállomány szerkezetet úgy rögzíti egy adott pillanatban, hogy az adatokból akár évek múlva is le lehet vezetni olyan új jellemzőket, amelyeket jelenleg még nem ismerünk. Továbbá olyan jellemzők meghatározására is alkalmazható, melyet a hagyományos módszerrel körülményesen lehet csak meghatározni. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a lézerszkennelés még nem terjedt el széles körben az erdészetben. Egyelőre mind hardver-, mind szoftverállománya drága, továbbá jelentős az időigénye is.

Vizsgálati anyag és módszer

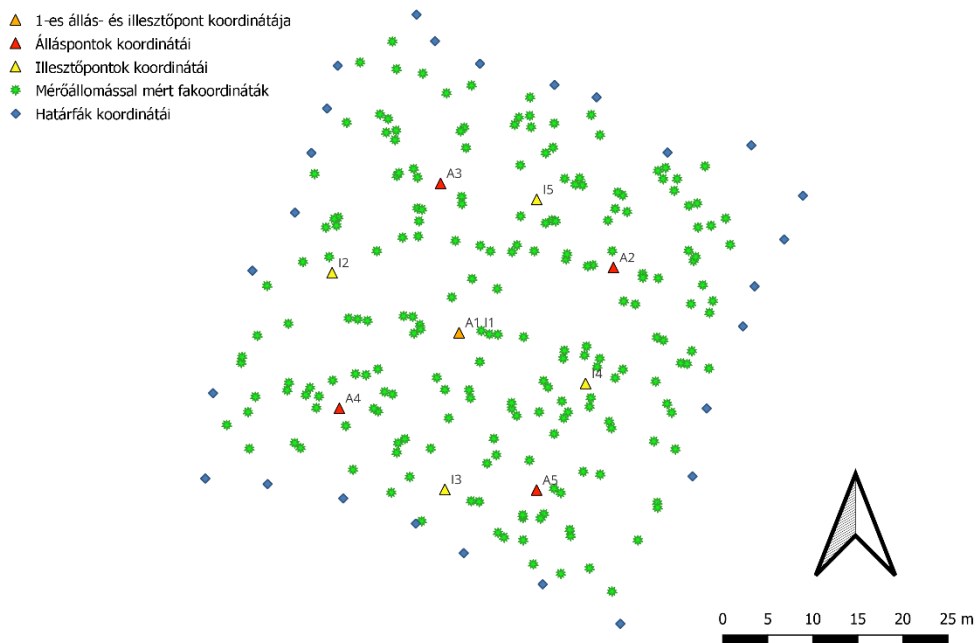
A terepi mérések helyszínének az Erdészeti Tudományos Intézet (továbbiakban: ERTI) Sopron 118/B erdőrészletében található GY-021 törzskönyvi számú mintaterületét választottam ki. A Sopron határában található erdőrészlet a Rák-patak völgyében, a Doborjáni Ferenc Speciális Oktatási és Nevelési Intézménnyel szembeni hegyoldalon helyezkedik el (1. ábra). Az erdőrészlet kedvező a lézerszkenneres mérések elvégzésére, mert cserjeszintje elhanyagolható, a fák egymástól kellően nagy távolságban helyezkednek el, így nagy távolságra is képes méréseket végezni a műszer.



1. ábra: Az erdőrészlet átnézeti térképe és tájfutó térképrészlete (Forrás: Erdőtérkép, Tájfutó térkép tulajdonos: SMAFC Tájékozódási Futó Szakosztálya)

Munkám során dendrometriai jellemzők hagyományos mérésel történő felvételezését végeztem el és hasonlítottam össze a fent említett lézerszkenneres mérésekből kapott adatokkal. Elsősorban fapozíciók összehasonlításával, mellmagassági átmérő és fmagasság vizsgálatával foglalkoztam.

A feldolgozáshoz szükséges adatok gyűjtése összesen 5 alkalom alatt történt meg. Első alkalommal végeztem el 5 álláspontnak és további 4 illesztőpontnak (2. ábra) a kijelölését és állandósítását, valamint az első, lombos állapotú állomány szkennelését. A szkenneléshez Leica BLK360 lézerszkennert használtam, a pontfelhők tájékoztásához az illesztőpontokra prizmákat helyeztem.



2. ábra: Az álláspontok és illesztőpontok elhelyezkedése a parcellában

Második alkalommal GNSS-méréssel és mérőállomással mért beillesztett sokszögvonal segítségével alappontsűrítést végeztem, valamint mérőállomással bemértem a parcella

faegyedeinek koordinátáit, amivel párhuzamosan megtörtént a faegyedek mellmagassági átmérőjének meghatározása is. A harmadik terepi felmérést az ERTI kollégáival és Szondi István diplomatervezővel végeztem, mely során felvettük a mintaterület minden faegyedének mellmagassági átmérőjét és magasságát a hagyományos dendrometriai módszerekkel. A lombtalan állapotú állomány felvétele először a negyedik mérés alkalmával történt meg, ennek minősége azonban nem volt megfelelő. Ezért volt szükség az ötödik alkalomra is, amely folyamán az időjárás is sokkal kedvezőbb alakult, mint az előző mérés során, így az ekkor készült felvételt használtam a feldolgozáskor.

A terepi mérések kiértékelése párhuzamosan zajlott a terepi munkálatokkal, így egyes munkafolyamatok már előbb megvalósultak, mint a terepi mérések egy része. A kronológiai sorrendtől néhol a könnyebb átláthatóság érdekében eltértem, a terepi munkák és feldolgozásuk pontos sorrendjét az 1. táblázatban feltüntettem:

1. táblázat: A terepi munkák és feldolgozásuknak pontos sorrendje

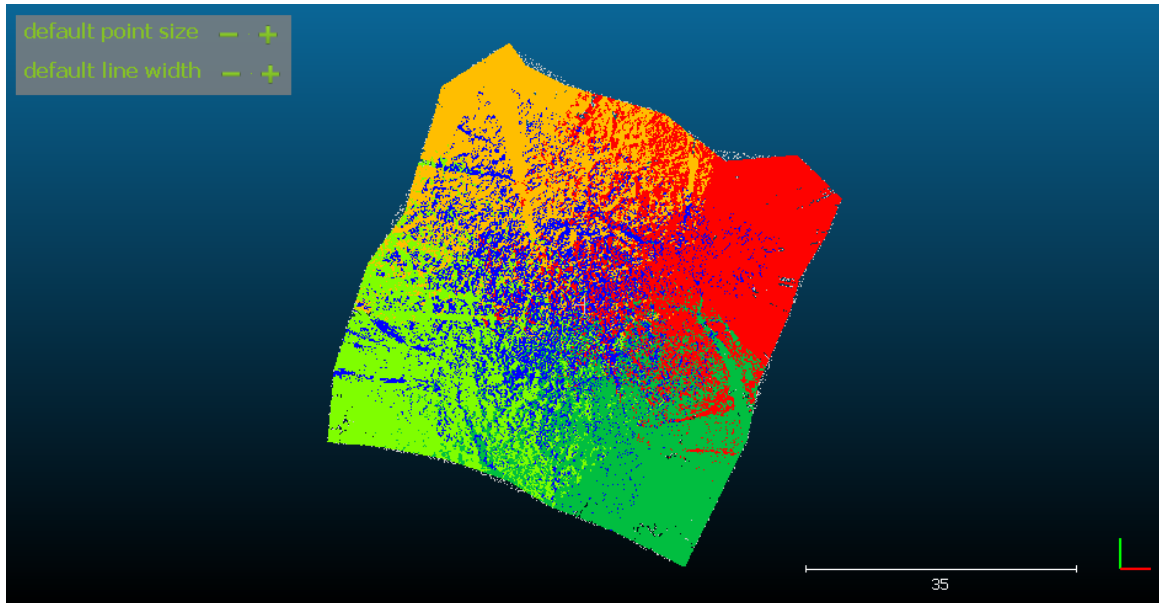
Tevékenység	Műszerek	Szoftverek
Első terepi mérés (2021. augusztus 24-25.)	Lézerszkennő	
Második terepi mérés (2021. szeptember 22.)	GNSS-vevő, mérőállomás	
Terepi mérés adatainak digitalizálása, sorszámok pontosítása		Excel, GeoEasy
Harmadik terepi mérés (2021. október 13.)		
Mérési adatok felülvizsgálata		Excel, GeoEasy
Kiértékelés GeoEasy programmal		GeoEasy
Negyedik terepi mérés (2022. február 21.)	Lézerszkennő, mérőállomás	
Ötödik terepi mérés (2022. március 1.)	Lézerszkennő	
Pontfelhők tájékozása		CloudCompare
Mintaterület fedvényének létrehozása		QGIS
A pontfelhő mintaterületre vágása és a pontritkítás		CloudCompare
Fapozíciók meghatározása és a két pontfelhő sorszámpárosítása		DendroCloud, QGIS
Famagasságmérés		CloudCompare

Amint a fenti táblázat is mutatja, a feldolgozást többféle szoftver segítségével végeztem. Az Excel táblázatkezelőn kívül összesen 5 programot próbáltam ki, ebből egyet, a 3DForestet végül nem használtam a kiértékelés során. A fentiek közül a továbbiakban csak a folyamatban nélkülözhetetlen lépéseket részletezem.

Az első három terepi felvételezés után ezek adatainak feldolgozását kezdtem el. Egy Excel-táblázatba felvittem a terepi jegyzőkönyvben szereplő mellmagassági átmérő és famagasság adatokat. Mivel a mérés idejében sok fának a sorszáma kopott vagy egyáltalán nem volt látható, némelyik sorszám tévesen lett feljegyezve. Ezeket utólag korrigáltam, pontosítottam. A faegyedek ponttérképét a mérőállomással mért koordináták alapján GeoEasy programban ábrázoltam.

Az utolsó terepi mérés után CloudCompare (<http://cloudcompare.org>) szoftverrel folytattam a feldolgozást, a szkennelések alkalmával kapott pontfelhők tájékozással. A tájékozást a mérőállomásból exportált koordináta-lista alapján végeztem, amely az illesztőpontok koordinátáját tartalmazta. Ez a koordináta a prizma háromszögei által kijelölt középpontot jelenti. Miután minden pontfelhő tájékozása megtörtént, egy állományba behívva egyesítettem őket. Így megkaptam a mintaterület teljes, EOVS területi rendszerbe és Balti

(EOMA) magassági rendszerbe transzformált pontfelhőjét. A CloudCompare programban összerakott pontfelhő nagyobb területről tartalmazott pontokat, mint maga a mintaterület. Hogy ne növelje az adatállományt és hogy fölöslegesen ne tartalmazza a parcellán kívül eső pontokat a feldolgozandó pontfelhő, ezért ezeket levágtam róla. A pontfelhő megjelenítésekor az azonos színű pontok az egyes szkenneléseket jelzik (3. ábra).



3. ábra: A tájékozott és megvágott pontfelhő a CloudCompare-ben. A színek az egyes szkenneléseket jelzik.

Mivel a szkennelt pontfelhő nagy sűrűségű, ezáltal az állomány mérete is nagyon nagy, nekem pedig egyedül a mellmagassági átmérő vizsgálatához volt szükségem ekkora pontsűrűsége, ezért 0,5 m alatt és 1,5 m fölött ritkítottam a pontfelhőmet.

A ritkított pontfelhővel a DendroCloud-ban (<http://gis.tuzvo.sk/dendrocloud/>) dolgoztam tovább. A pontfelhőből egy 4 cm vastagságú metszetet hoztam létre a pontfelhőből 1,28-1,32 m magasságban. A metszet pontjaiból a program elnevezését használva csoportokat (Groups) hoztam létre, amelynél az egyes csoportok az egymáshoz 5 cm-nél közelebb eső pontokat tartalmazzák. Az így létrejött csoportok többsége jól felismerhetően kirajzolja a törzsek kerületét vagy annak egy részét. Ezekre a csoportokra a program egy beépített funkciójával kört illesztettem, amely kör átmérője a fa átmérőjének becslését adja. Az átmérőméréssel egyidőben a program meghatározza a fapozíciót is, ami a kör középpontjának felel meg.

Mivel a programban szereplő sorszámokat a szoftver adta a csoportkészítéskor, így azok nem egyeztek meg a tényleges sorszámokkal. Az itt kapott pozíciók párosítását a mérőállomásban szereplő sorszámokkal QGIS-ben (<http://qgis.org>) végeztem el, ami alapján lehetővé vált az adatok összehasonlítása.

A geoinformatikai szoftverek segítségével végzett kiértékelések utolsó lépéseként famagasságmérést végeztem. Ehhez a két szkennelt pontfelhőn azonos, 5 m szélességű transzszakteket (természeti elem tulajdonságainak vizsgálatára kijelölt sáv) jelöltem ki a CloudCompare-ben, egymással kereszt irányban. Csak azokat a faegyedeket vettem figyelembe, amelyeknek a töve és a csúcsa is a transzszakten belülre esett, így összesen 17 faegyeden végeztem magasságmérést. A faegyedek legmagasabb pontjának megkeresése manuálisan történt a faegyed törzse és ágai pontjainak követése útján.

A legmagasabb pont meghatározása után lekértem annak koordinátáit. Ennek magassági koordinátáját kivontam a DendroCloud segítségével kiszámolt mellmagassági koordinátából, amihez 1,3 m-t hozzáadva megkaptam a fa mért magasságát.

Vizsgálati eredmények

Kutatásaim során háromféle adat (pozíció, átmérő és famagasság) feldolgozását végeztem el. Ehhez három felmérés adatállománya állt rendelkezésemre: nyári, lombos állapotban és tavasz eleji, lombtalan állapotban készített szkennelt pontfelhő, valamint hagyományos módszerrel felvett adatok.

Miután a QGIS segítségével párosítottam a hagyományos felmérés sorszámaihoz a DendroCloud sorszámait, lehetőségem nyílt a fapozícióban való eltérés vizsgálatára.

A pontosságot pufferzónák segítségével vizsgáltam. Az eredmény elhanyagolható eltérést mutat. A vizsgált 200 faegyedből 180 már a 30 cm-es sugarú pufferzónában benne volt, az 50 cm-es zónánál pedig csak 2 egyed esett kívülre. A kimutatott eltérések mértéke a mérés szempontjából elfogadható. 30-50 cm-es hiba akár a mérőállomással való mérésbe is becsúszhat, hiszen a prizmával nem tudunk beleállni a fa belsejébe, így nem tudjuk pontosan a fa közepét megmérni. A fa mellett állva pedig nehéz centiméterre pontosan ugyanakkora távolságban felállni a műszertől.

Mellmagassági átmérő mérést a lombtalan szkennelésen végeztem. A pontfelhőre illesztett kör átmérőjeként kapott eredményt hasonlítottam össze az átlalóval mért adatokkal.

A 201 vizsgált fa átmérőbecslése jelentős szórást mutatott. 10%-nál kisebb eltérés 109 pár esetén volt, ami valamivel több mint fele az összehasonlított átmérőknek. Jelentős a 10-25% közötti eltérések aránya is: itt további 72 pár szerepel, amivel kiegészítve az adatállomány több mint 90%-át lefedi. A 25% eltérés fölötti értékek már szórványosak, előfordul a majdnem kétszeres, 95-100%-os eltérés tartományban is adat.

Ennek okát a pontok csoporton belüli eloszlásában kell keresni. Hiába épül fel egy csoport akár több ezer pontból, ha ezek nem adják vissza a fatörzs kerületének alakját, túl kis területet fed le, vagy egy amorf, kivehetetlen alakot rajzol ki, akkor a tényleges kerülethez hasonló körillesztés legfeljebb véletlenül történhet. Ezeket a nagy eltérésű csoportokat DendroCloud-ban megnézve nagy arányban tapasztaltam az előbb felvázolt esetet.

Összehasonlítva a teljes állományra becsült átlagátmérőt, a hagyományos úton mért értékek 20,1 cm-t, a számított átlagátmérő pedig 21,2 cm-t adtak végeredményül, ami kicsit több mint 1 cm eltérést jelent. Tehát a szoftveres számítás egyed szintű hibái a mintaterület szintjén némileg kiegyenlítik egymást. 1 cm-es különbség ugyan a manuális mérésben is előfordulhat, de mivel két egymásra merőleges irányból mért átmérő átlagaként számítjuk, valószínű ennél pontosabb. A számolt érték tehát a teljes állományra nézve elfogadható, de a terepen átlalóval mért értékek pontosságát egyelőre nem tudja elérni.

A fák magasságának vizsgálatakor három mérés eredménye állt rendelkezésemre. Magasságmérést ugyanis mindkét szkennelés pontfelhőjén végeztem az említett transzekteken belül, valamint a hagyományos dendrometriai felmérés során is mértünk minden faegyed esetén magasságot.

Összesen 17 fa eredményét hasonlítottam össze. Néhány esetben a nyári, lombos mérés famagassága bizonyult többnek. Az esetek többségében viszont a vártnak megfelelően a lombtalan állomány szkennelése adta a magasabb eredményt. A különbség viszont kisebb lett, mint amire számítottam: négy kivétellel minden összehasonlított érték 1 m-es különbségen belül maradt. A hagyományos mérés famagasságaival összehasonlítva a lombtalan mérést, az esetek többségében a szkennelés adatai adták a magasabb értéket, azonban legtöbb esetben a két mérés értéke nagyon hasonló.

A magasságok számtani átlagát véve jól látszik a különbség a három felmérés között. A hagyományos felmérés átlaga 21,4 m, a lombtalan szkennelésé 22,5 m, a lombosé pedig 21,8

m volt. Meglepő, hogy pont a hagyományos mérés értéke a legalacsonyabb. Valószínűleg annak tudható be, hogy a lombok között nehezen vehetők ki a lombkoronából kimagasló ágak, ezáltal a mérés során olyan magasságot mérünk meg, ahol még nagyobb az ágsűrűség, mivel ez látható a földről nézve.

Az ilyen célra felhasználandó felvételeket célszerű lombtalan állapotban készíteni, mert a lombos szkennelés famagassági eredménye már ennél nagyobb, a lombtalanéhoz képest 70 cm eltérést mutat, igaz a hagyományos mérés eredményéhez ez áll közelebb.

Meg kell említeni, hogy a 17 összehasonlított fa magassági átlaga és a minden fa magasságából számított átlag (21,7 m) között van 30 cm eltérés, amely egyébként a famagasságmérések pontosságát tekintve elhanyagolható. Az én mintavételi módszerem ezek szerint az átlagnál némileg alacsonyabb faegyedeket fedett le, ezzel az eshetőséggel is számolni kell ilyenkor. Előfordulhat, hogy egy teljes parcellát lefedő, véletlenszerű, egyedszintű kiválasztás átlagosabb eredményt képes adni, ez viszont valamivel hosszabb feldolgozást igényel.

Az átlagmagasságok használatakor az egyszerű számtani átlagot használtam, nem az erdészeti értelemben vett átlagmagasságot, miszerint „az átlagmagasság a faállományt alkotó faegyedek magasságainak nem egyszerű számtani átlaga, hanem körlappal súlyozott középértéke” (VEPERDI 2008). A számtani átlaggal is megfelelően tudtam szemléltetni a magasságbeli eltéréseket.

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A feldolgozás összetettségén és a kapott eredményeken látszik, hogy az általam vizsgált módszer még nincs kiforrva, a feldolgozás folyamata kezdetlegesnek mondható, azonban az eredmények bizakodásra adnak okot: a legtöbb esetben a hagyományos módszer felváltására alkalmas, vagy kevés fejlesztéssel alkalmassá tehető eredményeket kaptam. A 208 faegyed mindössze 7 esetben nem jelent meg a lézerszkennер pontfelhőjén, ezek okát minden esetben megtaláltam. A két felmérésből kapott pozíció szinte minden esetben, 2 kivétellel 50 cm-en belüli eltérést adott. Mellmagassági átmérő tekintetében már nagyobb szórást tapasztaltam, de az megállapítható, hogyha a fatörzs kerülete jól kirajzolódik a pontfelhő metszetén, akkor kielégítő pontosságot kapunk. Famagasság állományszintű vizsgálata esetén az egyedszintű kiugrások elhanyagolhatók. Célszerű viszont lombtalan állomány pontfelhőjén végezni a vizsgálatokat.

Munkám során egyértelművé vált, hogy a módszer legnagyobb akadályja jelenleg a feldolgozás idő- és eszközigénye. A hagyományos módon szerzett adatok feldolgozása egyelőre jóval gyorsabban megoldható, amit egy kifejezetten erre a célra fejlesztett, lehetőleg ingyenes vagy nem túl drága szoftver felválthat. Ennek megvalósulása után a modernizálódás révén könnyen lehetőségünk adódna az eddigi módszereknél pontosabb és gyorsabb információk felhasználására és elemzésére. Az azonban még a jövő kérdése, hogy ez a módszer fog fejlődni annyira, hogy bekerüljön az erdőgazdálkodás vérkeringésébe, vagy egy másik vonal tör utat magának.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a „Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” (GINOP-2.3.3-15-2016-00039) projekt, továbbá a jelen publikáció a TKP2021-NVA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg

Felhasznált irodalom

- DUBAYAH, R.; DRAKE, J. (1999): Lidar Remote Sensing for Forestry. *Journal of Forestry*. 98. 44-46. <https://doi.org/10.1093/jof/98.6.44> Megtekintés dátuma: 2022.03.31
- LIANG, X.; KANKARE, V.; HYYPPÄ, J.; WANG, Y.; KUKKO, A.; HAGGRÉN, H.; YU, X.; KAARTINEN, H.; JAAKKOLA, A.; GUAN, F.; HOLOPAINEN, M.; VASTARANTA, M. (2016): Terrestrial laser scanning in forest inventories. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 115. 63-77. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.01.006> Megtekintés dátuma: 2022.03.31
- VEPERDI, G. (2008): Faterméstan. Oktatási segédanyag okleveles erdőmérnök szak hallgatói részére. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron.

Mellékletek

Jankó Sándor szobra a soproni Botanikus kertben

Kutas László alkotása



A képet készítette: Herceg András

Jankó Sándor

élete és szakirodalmi munkássága

Jenei Jankó Sándor 1866 február 28-án született Vasváron.

Édesapja Jankó József földbirtokos, édesanyja Kiss Lídia, a vasvári molnármester leánya.

1872-77 között Vasváron végezte elemi iskolai tanulmányait.

1877-79 Kőszegre került a bencés gimnáziumba.

1879-86 között a soproni Állami Főreáliskola tanulója.

1887-90 Selmecbányán az Erdészeti Akadémia hallgatója (1889-90. tanévben az ifjúsági kör elnöke).

Az állami szolgálatát a lugosi m. kir. Erdőigazgatóságnál kezdte.

1892-93 márciusában a zalaegerszegi állami erdőhivatalhoz került.

1892 novemberében letette az erdészeti államvizsgát, majd ugyanezen év decemberében másodosztályú erdőgyakornok lett.

1893-94 decemberében a Földművelésügyi Minisztérium Erdőrendezési Ügyosztályára nevezték ki az erdészeti építési ügyek referensének.

1894 júliusától elsőosztályú erdőgyakornok.

1896 áprilisában erdészjelölt.

1897 augusztusában erdész lett.

1901 júniusától főerdész.

1904 kinevezték a selmecbányai magyar királyi Bányászati és Erdészeti Főiskola rendkívüli tanárává.

1906 májusától fél évet töltött közép-európai tanulmányúton.

1906-23 az Erdészeti földméréstani tanszék vezetője. 1911-ben főiskolai nyilvános rendes tanári, 1916-ban főerdőtanácsosi kinevezést kapott.

1918-19-ben a Főiskola Sopronba költözött.

1920-1922 között a Főiskola rektora.

1923 május 14-én a Vas megyei Vönöckön agyvérzés okozta korai halálát.

Fontos szakirodalmi munkásságot fejtett ki. Az első magyar nyelvű fotogrammetriai munka szerzője volt.

Művei:

Körszelvényes útkanyar kitűzése szögtükörrel. Erdészeti Lapok, 34. évf., 1895. 828-834. old.

Erdészeti földméréstani feladatok. Könyomat. Selmecebánya, 1907. 182 oldal.

Erdészeti szállítási eszközök és berendezések, II. rész. Autográfia. Selmecebánya, 1908. 255 oldal.

Erdészeti földméréstan. Könyomat. Selmecebánya, 1908-1909. 200 oldal.

Szalma-, széna, stb. kazlak köbtartalom-számítása. Budapest, Pátria ny. 1909. 30 oldal.

A Prytz-féle rúdplaniméter. Erdészeti Lapok, 49. évf. 1910. 562-567. old.

Földméréstan I. rész. Autográfia. Selmecebánya, 1909-1910. 395 oldal.

Logarithmikus beosztású távolságmérő lécz. Erdészeti Lapok, 50. évf., 1911. 389-397. old.

Földméréstan I. rész. Autográfia. Összeállította Raab Gyula. Selmecebánya, 1911. 407 oldal.

Földméréstan II. rész. Autográfia. Összeállította Raab Gyula. Selmecebánya, 1912. 355 oldal.

A csúsztató utak. Erdészeti Lapok, 51. évf., 1912. 679-699., 738-757. old.

Erdészeti szállító eszközök és berendezések, 2. rész. Könyomat. Összeállította Pallát József. Selmecebánya, 1913.

A planiméterek használatáról. Erdészeti lapok, 54. évf., 1915. 1-24. old.; Kataszteri Közlöny, 24. évf., 1915. 1-22. old.

Vadpatak-szabályozás. Autográfia. Selmecebánya, 1916. 235 oldal.

Egytetemes vagy univerzális kisebbítési lépték. Kataszteri közlöny, 25. évf., 1916. 122-128. old.

Fotogrammetria. Pozsony, Pázmány Irod. Nyomda. R.T. 1917. 78 oldal; Kataszteri Közlöny, 26. évf., 1917. 57-73., 105-119., 129-143., 161-175. old.

Szögek kiigazítása a háromszögekből. Kataszteri Közlöny, 26. évf., 1917.

Ausgleichung von Abschlussfehlern, die Bestimmung der zulaessigen maximalen Abschlussfehler in Dreiecken und geschlossenen Polygonen. Öst. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1920.

Erdészeti Földméréstan, I. rész. Autográfia. Kiadják: Pászthy Ferenc és Tilesch Leó. 1918.

Erdei szállító berendezések, I. rész: Mesterséges pályák (ábrafüzettel). Sopron, Rábaközi nyomda és lapkiadó Váll., 1920. 235 oldal.

Erdei szállító berendezések, II. rész: Vízi szállító berendezések (ábrafüzettel). Sopron, Tóth Alajos ny., 1920. 159 oldal.

Erdészeti földméréstan, II. rész (Gyakorlati mérés, ábrafüzettel). Kézirat gyanánt. Sopron, Tóth Alajos ny. 1921. 330 oldal.

Erdészeti földméréstan, I. rész (Műszertan, ábrafüzettel). Kézirat gyanánt. Sopron, Horváth Kálmán és társa, 1922. 240 oldal.

Forrás:

BÁCSATYAI L. (szerk.) (2003): Jankó Sándor (1866-1923) élete és munkássága. Erdésznagyjaink arcképcsarnoka. 18. Sopron, 31 oldal.

Jankó Sándor Díj oklevél



A képet készítette: Szegedi Balázs

és plakett (Kutas László alkotása)



A képet készítette: Szegedi Balázs