

A REMETEKERT ERDŐREZERVÁTUM (ER-37) FAÁLLOMÁNSZERKEZET, FEKVŐ HOLTFA ÉS TERMŐHELY VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

**Horváth Bálint*, Nagy-Khell Melinda, Farkas Máté, Németh Tamás Márton, Bereczki Katalin,
Bolla Bence, Jeczó Virág, Kiss Lászlóné, Toldi Valter, Fonyó Tamás és Illés Gábor**

Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.

Kivonat

A hazai erdőrezervátumok monitorozása 2005-ben kezdődött, napjainkig közel 40 magterület felmérése történt meg a hosszú távú vizsgálatsorozatok részeként. A Remetekert Erdőrezervátum alapfelmérésére 2022-ben került sor, többek között termőhelyi és faállomány szerkezeti vizsgálatok elvégzésével, amelyet a domborzatmodell megszerkesztésével és a fekvő holtfa mennyiségének felmérésével egészítettünk ki. A vizsgált középkorú, zárt szálerdő első sorban agyagbemosódásos barna erdőtalajon áll, amelynek tápanyagtartalma megfelelő termőhelyi feltételeket biztosít az állományalkotó dombvidéki bükkös és gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőknek. A terület domináns fafaja a kocsánytalan tölgy volt, emellett magasabb törzsszámban a bükk és a gyertyán fordult elő, átlagos élőfakészletük $556 \text{ m}^3/\text{ha}$, állománysűrűségük $762 \text{ törzs}/\text{ha}$ volt. Az első lombkoronaszintet alkotó fák átlagosan kb. 20 méter magasak, a második lombkoronaszint magassága átlagosan 14 méter körüli. A fekvő holtfa eloszlása egyenlőtlen volt, mennyisége átlagosan $24,8 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Kulcsszavak: monitorozás, bükk, kocsánytalan tölgy, gyertyán, dendrometria, földi lézerekkelés

STUDY ON THE STAND STRUCTURE, LYING DEAD TREES AND SITE CHARACTERISTICS IN THE REMETEKERT FOREST RESERVE

Abstract

Long-term monitoring system in the Hungarian forest reserves has started in 2005 and almost 40 forests were surveyed up until the present days. The Remetekert forest reserve was investigated in 2022 for the first time; the study focused i.a. on site characteristics (e. g. soil composition) and stand structure, supplemented with the relief model and measurement of lying dead trees. Lessivated brown forest soil dominated in the forest which was suitable for the stand forming forest types: beech woodlands and sessile oak-hornbeam woodlands. Sessile oak was dominant tree species within the site however, beech and hornbeam also were abundant. Average living stock volume was $555.61 \text{ m}^3/\text{ha}$, stand density was $762 \text{ stem}/\text{ha}$. Upper and lower canopy layer were typical, characterised by 20 meters and 14 meters average height. The distribution of lying dead trees was unequal, their average quantity was $24.75 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Keywords: monitoring, beech, sessile oak, hornbeam, dendrometry, terrestrial laser scanning

Levelező szerző/Correspondence:

Horváth Bálint, 9600 Sárvár, Várkerület 30/A, e-mail: horvath.balint@uni-sopron.hu

BEVEZETÉS

Az erdei ökoszisztémák meghatározó szerepet játszanak a szárazföldi életközösségek egyensúlyának fenntartásában, ezért minél pontosabb megismerésük ökológiai és ökonómiai szempontból is fontos feladat. A magyarországi erdők túlnyomó része gazdasági rendeltetésű. Emellett a hazai erdők védelmi, egészségügyi-szociális, turisztikai és oktatás-kutatási célokat is szolgálhatnak (2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról). Többek között kutatási feladatokhoz biztosítanak háttérrel az erdőrezervátumok magterületei, amelyek olyan területek, ahol az erdők már hosszabb ideje legfeljebb csak minimális emberi beavatkozásnak voltak kitéve, ideális esetben a kutatómunkák kivételével minden közvetlen emberi tevékenységtől mentesek. Céljuk, hogy az erdőben zajló természetes folyamatok hosszú távon, szabadon érvényesüljenek; így lehetőséget nyújtanak az ökoszisztéma működésének, a természetes folyamatoknak és az élővilág változásainak tanulmányozására anélkül, hogy emberi tevékenység jelentősen befolyásolná az eredményeket (Bartha és mtsai 2002, Somogyi 2002, Temesi és mtsai 2002). Ezen túl értékes információt gyűjthetünk a fenn tartható erdőgazdálkodás és a biodiverzitás védelme érdekében (Mátyás 1993, Parviainen et al. 2000). Ideális esetben az erdőrezervátumok magterülete egyben háborítatlan őserdő lenne (ún. „őserdei-rezervátumok”), ezekből azonban Európában igen kevés maradt – köszönhetően a kontinens történelmi és tájhasználati múltjának –, főleg a kontinens hegyvidéki és boreális területein fordulnak elő (Sabatini et al. 2018, 2021).

A hazai erdőrezervátum-hálózat kijelölésének első lépései 1986-ban kezdődtek (Czajlik 1989, 1994; Mátyás 1993), napjainkban összesen 63 erdőrezervátum magterület található az országban (Horváth & Borhidi 2002). Kutatásuk elsősorban hosszú távú vizsgálatokat (továbbiakban: HTV) szolgálnak, amelyek során az erdő ökoszisztémák természetes dinamikájának nyomon követése a cél (Horváth 2012). A HTV egységes módszertana a 2000-es években lett kidolgozva, az alapfelmérések 2005-ben kezdődtek – néhány magterület kivételével –, amelyek felmérése már korábban megtörtént, de a vizsgálatokat még nem az egységes módszertan alapján végezték el. A magyarországi erdőrezervátumok vizsgálata hasonló célokat szolgál, mint a nemzetközi szinten zajló kutatások (Parviainen et al. 2000, Horváth & Borhidi 2002).

Ugyanakkor a HTV mellett az erdőrezervátumok gyakran biztosítanak teret célorientált kutatásoknak is, amelyek többek között lepkékkel (Uhl et al. 2020, Wölfling et al. 2020), bogarakkal (Karpiński et al. 2021), holtfával (Christensen et al. 2005), gombákkal és mohákkal (Ódor et al. 2006), illetve vegetációval (Standovár et al. 2007) kapcsolatosak.

Jelen munkában a Remetekert erdőrezervátum (ER-37) alapfelmérésének részeredményeit ismertetjük. Kutatásunk célja az HTV-hoz kapcsolódó egyes felmérések elvégzése volt; emellett az egységes HTV módszertan mintavételes megközelítésén (amellyel a faállomány 10-20%-át méri fel) túl, teljes és pontos digitális fatérkép készítése.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati terület és mintavételi pontok

A Remetekert Erdőrezervátum 157,6 ha, amelyből 31,8 ha magterület (1. ábra) és 125,8 ha védőzóna (Ökológiai Kutatóközpont 2024). A terület a Zalai-dombvidék, Zalaapáti-hát kistájban található, melynek klímazonális erdőtüpusai a szubmediterrán bükkösök, az alacsonyabb tengerszint feletti magasságokban pedig gyertyános-tölgyesek. A dombtetőkön előforduló cseres-tölgyes erdők már másodlagos társulások (Király et al. 2008).

A vizsgálatokat a magterületen végeztük el, amely gyertyános-tölgyes klímában fekszik, bükkös-gyertyános-kocsánytalan tölgyes faállomány típus jellemzi, de a klímamodellek alapján a jövőben várhatóan cseres, illetve kocsánytalan tölgyes klímaosztályba csúszik át (Ökológiai Kutatóközpont 2024). A magterületet 3 erdőrészet alkotja: Nagypapornak 25/E, 24/C és 24/D, amelyekben a domboldalakon és a dombháton jelenleg gyertyános-kocsánytalan tölgyes, míg a völgyben dombvidéki bükkös faállomány típus jellemző. A magterületen felhagyott gazdasági rendeltetésű erdőállomány található, amely fiatal-középkorú, zárt és homogén szerkezetű (Erdőtérkép 2024, Ökológiai Kutatóközpont 2024).



1. ábra: A Remetekert Erdőrezervátum magterülete és a vizsgálat során használt mintavételi pontok (MVP)
Figure 1: Remetekert Forest Reserve's core area and the sampling points

A mintavételi pontok (MVP) kijelölése szisztematikus módon történt, 50×50 méteres hálózatban, a faállomány-dinamikai és erdőökológiai megfigyelő hálózatnak megfelelően (Horváth 2012). A háló tervezését ArcMap 10.8.1 program segítségével végeztük, melynek során a magterület hosszanti oldalával párhuzamosan generáltuk az 50×50 m-es hálópontokat. A kezdőpontot a magterület DNY-i sarkához illesztettük oly módon, hogy a rácsponthoz tartozó cella középpontja legalább



15-20 m-re legyen a terület szélétől (1. ábra). Az MVP-eket fizikailag is kitzűztük a mintaterületen, Spectra Precision 120 GNSS vevő használatával, amely külső antennával rendelkező és valós idejű, RTK (Real Time Kinematic) mérésre képes eszköz.

Vizsgálati módszer

A vizsgálatokhoz földi lézerszkener technológiával (Terrestrial Laser Scanning – TLS) gyűjtöttünk adatokat (Trimble TX6 műszer), melynek során az egész magterületet egybefüggően lefedő (geometriai értelemben is pontos) pontfelhő keletkezett. A pontfelhő illesztését a terepen bemért illesztőpontok (cél tárgyként 15-25 cm átmérőjű fehér gömböket használtunk) segítségével végeztük el, melyek a térképen, a terepen, a pontfelhőn és a légifotókon is jól azonosítható helyeken kerültek kihelyezésre. A lézerszkennerral 140 pontból (álláspont) volt megvalósítható az egész magterületet lefedő pontfelhő létrehozása, az álláspontok elhelyezésének fontosabb kritériumai a következők voltak: (1) biztosítsák a terület minél teljesebb lefedettségét, (2) a lehető legtöbb fa törzsére adjon rálátást, (3) az illesztési pontokra minél jobb maradjon a rálátás, (4) két álláspont között a lehető legnagyobb távolság tartása. Minden állásponton közepesen nagy felbontású módban használtuk a szkennert, amely kimondottan magas pontsűrűség elérését tette lehetővé (30 méteres távolságban 1,1 centiméterenként keletkezett egy mért pont). A szkenneléssel készült felvételek jobb összeillesztése érdekében a cél tárgyról a legnagyobb felbontásban is készítettünk felvételt (30 méteres távolságban átlagosan 0,6 centiméterenként keletkezett egy mért pont). Az alkalmazott felbontásokkal a teljes eredeti pontmennyiség nagyságrendileg $34,3 \times 10^9$, amelyből a feldolgozáshoz 7-10%-ot használtunk fel (ez elsősorban a közelebb eső pontok ritkítását jelentette, amelyre a könnyebb feldolgozhatóság miatt volt szükség). A letapogatással nyert pontfelhő adathalmazát .tzf fájl kiterjesztésben mentette a szkennert amiből .las köztes formátumon át .LiData formátumot készítettünk és ezt dolgoztuk fel. A pontfelhő feldolgozása LiDar360 szoftverrel történt, aminek mind földi, mind légi úton nyert adatállományok feldolgozásához létezik erdészeti modulja. Munkánkhoz a TLS Forest és a Terrain csomagokban implementált algoritmusokat használtuk (GreenValley 2024).

Domborzatmodell elkészítésének módszere

A domborzatmodell megszerkesztéséhez a szkenneléssel nyert pontfelhőben azonosítottuk a talajra eső pontokat, miután a kiugró értékeket és a zajt kiszűrtük. Megadtunk egy sávot a lokálisan legkisebb magasságokkal rendelkező pontokra nézve (ez általában 30 cm), amiben megkerestük a potenciálisan a talajon lévő pontokat. A sávon és a keresési sugáron belüli pontokat a talajfelszín osztályába sorolta a program. Ezekből a pontokból $0,5 \times 0,5$ m-es hasáb átlagpontok készültek, amiket felületté interpoláltunk. A pontfelhőből kinyert raszterek formátuma .tif, méretük 35-40 MB közötti volt, típustól függően.

Dendrometriai vizsgálatok módszere

A lézerszkenneléssel gyűjtött pontfelhőre és a terepi megfigyelésekre alapozva végeztük el a magterület faállomány szerkezetének (FAÁSZ) vizsgálatát a mintavételi pontokban. Horváth (2012) munkáját követve kombinált mintavételt végeztünk, 8,92 m vízszintes távolságban minden faegyed

(MVP kör), illetve egy 2-es szorzótényezőjű szögszámláló próbával a távolabbi nagyobb fák vizsgálatával. Jelen publikációban csak az MVP körökön belül detektált adatokat közöljük. Faállománynak tekintettük az 5 cm, vagy annál nagyobb mellmagassági átmérőjű (130 cm magasságban mérve) fás szárú növényeket.

A domborzatmodell alapján elkészítettük a faállományt jellemző normalizált felületmodellt. A normalizált modellen az alkalmazott szoftverbe (LiDAR360) beépített algoritmus segítségével azonosítottuk a faegyedeket és levezettük azok jellemző dendrometriai paramétereit. Az automatikus azonosításhoz megadunk egy minimális és egy maximális átmérőt és magasságot, valamint egy minimális törzsmagasságot. A program megkereste a jellegzetes íves alakzatokat, amik a potenciális törzsek lehetnek. Az ívekre ellipszoid, vagy kör alakzatot illesztett és készített egy ún. „seed point” adatbázist a lehetséges faegyedekről, illetve felkutatta a lehetséges pontokat, amik a fához tartoznak a törzs pontjainak kiegészítésével egy keresési sugár és egy maximális pontközi távolság megadásával. Az eredményeket ellenőriztük és szükség esetén manuálisan javítottuk (pl. az álló holtfák kiszűrésével). Azonosítottuk az egyes fák koordinátáit, famagasságát (m), a mellmagassági átmérőjét (m), körlapösszegét (m^2/ha) és a fatérfogatát ($m^3/egyed$). A felsorolt dendrometriai paramétereket a szoftver számította, az adott fához sorolt pontok geometriájából. Az algoritmus által megtalált faegyedek adatait ellenőrzés alá vetettük, hogy a hibás adatokat ki lehessen szűrni és javítani a pontfelhő részletesebb vizsgálatával. Az átlagos élőfa készletet (m^3/ha) az algoritmus által számított átlagos fatérfogat alapján számítottuk, 1 hektárra arányosítva.

Fekvő holtfa vizsgálatok módszere

A fekvő holtfa mennyiségének kimutatására a talajra eső lézeres pontokat osztályoztuk a felszíntől mért magassági kilengések vizsgálatával. A hosszan elnyúló kilengési értékek rajzolták ki a fatörzsek helyzetét, amit aztán a magasságkülönbségek pontról pontra történő leképezésével törzsátmérővé alakítottunk.

Termőhelyvizsgálat módszere

A termőhely feltárás direkt mintavétellel és digitális térképezési módszerekkel történt. A feltárás tervezéséhez felhasználtuk az elérhető talajadatbázisok adatait, a területről készült szintvonalas térképi adatállományt, valamint a terület földtani térképét, amelyekből felszinforma és talajtípus kategorizálást végeztünk. Ennek során kijelöltük a homogén tulajdonságokkal rendelkező területrészeket. Minden kategóriából kiválasztottunk 2-3 mintavételi pontot, ahol részletes feltárást végeztünk, motoros talajfúró (Eijkkamp Percussion drilling set – hammer Cobra TT, RD32) használatával, 1 méteres, 10 cm átmérőjű talajtömbök vizsgálatával. A mintákat az ERTI Ökológiai Laboratóriumában dolgoztuk fel. A minták elemzését Bidló et al. (2002) és Kovács et al. (2007) munkája alapján végeztük el. A terepi mintavételek során a következő paramétereket vizsgáltuk: (1) az egyes szintek vastagsága (cm); (2) a talajok színe; (3) fizikai talajféleség; (4) szerkezet; (5) kiválás. A laboratóriumi vizsgálatok során a következő paramétereket vizsgáltuk: (6) kémhatás (H_2O és KCl); (7) humusztartalom (%); (8) szén-savas mésztartalom ($CaCO_3\%$); hidrolitos aciditás (y_1); (9) kicserélődési aciditás (y_2); (10) Kuron-féle higroszkóposság ($hy\%$); (11) 5 órás kapilláris vízemelés (5 h kap.); (12) Arany-féle kötöttségi szám (K_A).

A mintavétellel nem érintett területek vonatkozásában a talajparamétereket térbeli kiterjesztéssel becsültük. Az eredményeket térképi formában egységesítettük.

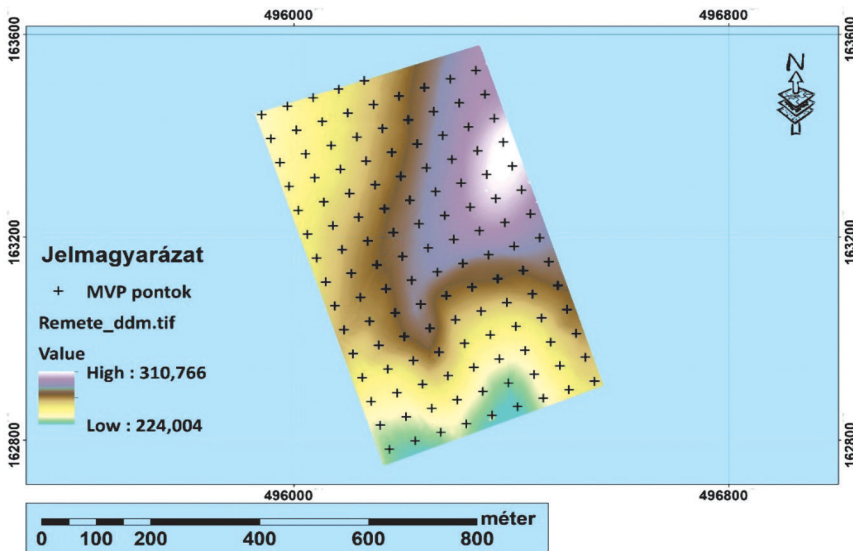
EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A tervezett 131 mintavételi pontból a terepi adottságok következtében összesen 123 MVP kitűzésre és vizsgálatára került sor (1. ábra). Ennek oka, hogy néhány pont erdészeti útra esett, vagy a magterület határának közelsége miatt egyes mintakörök részben a vizsgálati területen kívüli területet fedtek volna le.

Domborzatmodell

A lézeres felmérésből elkészítettük a terület domborzatmodelljét (2. ábra). A modell terepi felbontása 25 cm, ami alkalmas arra, hogy akár a közelítő nyomokat, kidőlt fák gyökértányérját, illetve az utakat is lássuk a felületen.

A TLS módszertanával előállított domborzati térképeket gyakran kombinálják légi felvételekkel (Light Detection and Ranging – LiDAR, Airborne Laser Scanning – ALS) annak érdekében, hogy minél hatékonyabban és pontosabban tudják elvégezni a vizsgálatokat (e. g. Aicardi et al. 2016, Luo et al. 2024). Az általunk használt statikus lézer szkennelés nagy területen történő alkalmazása időigényes. Ugyanakkor a jövőben, a légi távérzékelés fejlődésével várhatóan kevesebb földi mérésre lesz szükség és a felmérések időtartama lerövidül, illetve a vizsgálatok pontossága növekszik.



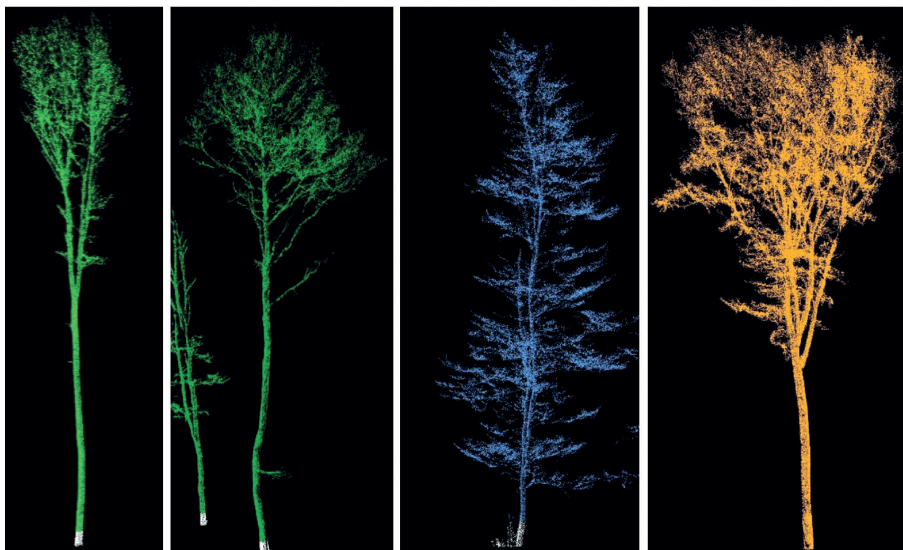
2. ábra: A Remetekert Erdőrezervátum magterületének domborzati modellje
Figure 2: Relief model of Remetekert Forest Reserve's core area

Faállomány szerkezet (FAÁSZ) vizsgálatok

A lézeres szkenneléssel a teljes magterületen összesen 24245 faegyedet rögzítettünk, amely alapján a terület átlagos állománysűrűsége 762 törzs/ha. Az MVP-k által kijelölt mintaterületekbe ebből több, mint 2400 db fa került be. A fák átlagos mellmagassági átmérője (az összes faegyed alapján) 23 cm (SD: 12), míg átlagos magasságuk 17,93 m (SD: 8,27) volt.

A fafajok azonosításához tanulóterületek kiválasztásával manuálisan azonosítottunk faegyedeket faj szinten, amelyet az osztályozó algoritmus felhasznált a teljes faállomány vizsgálatához (3. ábra).

Az algoritmus által elvégzett faj azonosítást követően megtörtént a faegyedek algoritmikus átmérő, magasság mérése és a fatérfogat számítása a mintavételi pontokban, melyek összefoglaló statisztikáját az 1. táblázat tartalmazza. A magterületen legmagasabb törzsszámban a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* agg.) fordult elő, ezt követte a bükk (*Fagus sylvatica* L.) és a gyertyán (*Carpinus betulus* L.). A felső lombkoronaszintet alkotó főfafajok átlagos magassága közel 20 m, az alsó lombkoronaszint magassága átlagosan 14 méter körüli volt.



3. ábra: Példa az egyedi fa tanuló pontfelhők faj azonosításra használt modellhez.

Balról jobbra: bükk, kocsánytalan tölgy, gyertyán és csertölgy

Figure 3: We marked reference ranges for the model to identify different tree species in the whole sampling area. The identification based on the TLS point clouds. From left to right: beech, sessile oak, hornbeam and turkey oak

1. táblázat: A mintavételi pontokon detektált legjellemzőbb fafajok dendrometriai paramétereit a Remetekert Erdőrezervátumban

Table 1: Dendrometric parameters of the most abundant tree species (detected within the sampling points) in the Remetekert Forest Reserve's core area

Fafaj	Átlagos famagasság (m)	Faegyedek száma (db)	Szórás
Kocsánytalan tölgy	19,65	1136	8,09
Bükk	19,73	651	8,82
Gyertyán	14,03	615	6,08
Összes	18,23	2402	8,22
Fafaj	Átlagos mellmagassági átmérő (m)	Faegyedek száma (db)	Szórás
Kocsánytalan tölgy	0,24	1136	0,12
Bükk	0,24	651	0,12
Gyertyán	0,17	615	0,08
Összes	0,22	2402	0,11
Fafaj	Átlagos körlapösszeg (m ² /ha)	Faegyedek száma (db)	Szórás
Kocsánytalan tölgy	0,06	1136	0,05
Bükk	0,06	651	0,06
Gyertyán	0,03	615	0,02
Összes	0,05	2402	0,05
Fafaj	Átlagos fatérfogat (m ³)	Faegyedek száma (db)	Szórás
Kocsánytalan tölgy	0,85	1136	0,89
Bükk	0,82	651	0,98
Gyertyán	0,34	615	0,38
Összes	0,71	2402	0,85

Az átlagos fatérfogat alapján számított élőfa készlet a kocsánytalan tölgy esetében 314,0 m³/ha, a bükk 173,6 m³/ha, a gyertyán 68 m³/ha (a három leggyakoribb fafaj összesen 555,6 m³/ha).

További vizsgálatokat végeztünk a kidőlt holt fák azonosításával és térfogatuk számításával. A fekvő holtfa térképezés alapján, a magterületen átlagosan 24,75 m³/ha holtfa volt található. Ez a mennyiség közép-európai viszonylatban mért középértéknél (53 m³) alacsonyabb (Vandekerhove et al. 2009), ugyanakkor méréseink csak a fekvő holtfa mennyiségére vonatkoznak ellentétben a közép-európai adatokkal. A detektált holtfa eloszlása a területen egészét tekintve egyenlőtlen volt. A 4. ábra egy magas fekvő holtfa denzitású részletet szemléltet.

A földi lézerszkenner technológiát napjainkban már széles körben és hatékonyan alkalmazzák a faállomány szerkezeti vizsgálatokhoz (e. g. LaRue et al. 2020, Torralba et al. 2022). Ugyanakkor szükségesnek látjuk a jövőben megvizsgálni, hogy a TLS-sel végzett felmérések és a „hagyományos kézi” felmérések eredményei és pontossága között van-e különbség, illetve milyen mértékben feleltethetőek meg egymásnak a különböző módszerek.



4. ábra: A Remetekert erdőrezervátum magterületének fekvő holtfa térképe (részlet)
Figure 4: Sectional map of lying dead trees in the Remetekert Forest Reserve's core area

Termőhelyi vizsgálatok

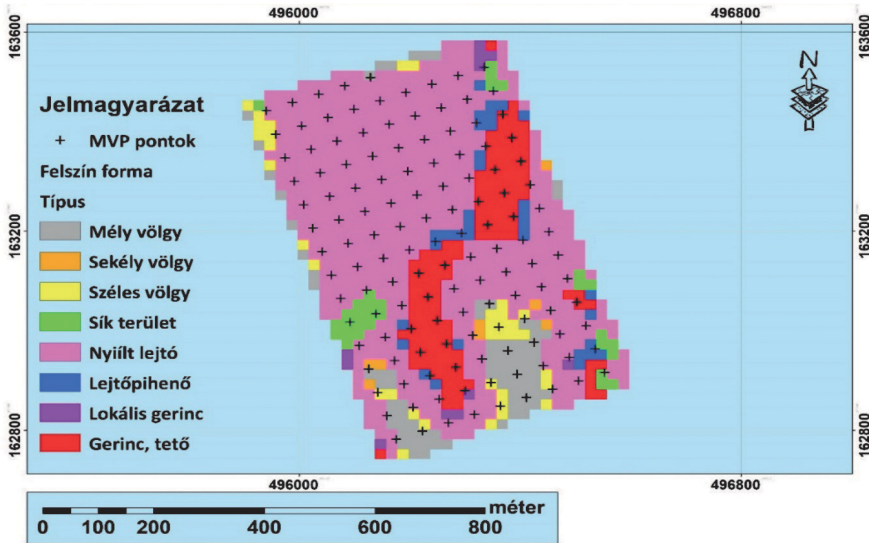
A talajtani térképek szerint a rezervátum magterületének uralkodó talajtípusa az agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Emellett a nagyobb völgyek alsó szegmenseiben lejtőhordalék erdőtalajokat prognosztizálnak a modellek, de ezek területaránya elenyésző.

Az 5. ábra szemlélteti a felszínforma kategóriákat, amelyek mintavételi helyek kiválasztásához is alapot nyújtottak. Az ábrán a különféle színek az egyes felszínforma típusoknak, illetve azok átmeneteinek felelnek meg. Részletes feltárást összesen 15 mintavételi pontban végeztünk, ezek a következők voltak: 10, 18, 28, 33, 42, 56, 68, 80, 82, 99, 117, 118, 119, 120, 126.

A 15 mintavételi helyből 13 esetben találtunk agyagbemosódásos barna erdőtalajt, a maradék két esetben Ramann-féle barnaföldeket azonosítottunk (80-as és 99-es MVP). A barnaföldek a magasabb térszinteken, a dombok gerincein fordultak elő. Az agyagbemosódásos talajok esetében a jellemző termőréteg vastagság a mély, vagy igen mély kategóriákba esett (80-100 cm), a barnaföldek esetében a termőréteg vastagsága jellemzően középmély volt (45-50 cm). A területen található talajok fizikai félesége meghatározóan vályog kategóriába volt sorolható.

A terület talajai kilügzöztak, jellemzően savanyú kémhatású feltalajokkal. A C-szintben azonban jelentős mésztartalmakat mértünk, ami a lösz esetében normálisnak tekinthető. A magterület talajai nem erodáltak és a felső talajszintekben megfelelő humusztartalmúak. Az átlagos szerves széntartalom a talajok felső 10 cm-ben a száraz tömegre vonatkoztatva 3,4%. A mért tápanyagszintek alapján a faállományok számára a talajok tápanyag szolgáltató képessége megfelelő. Nem találtunk talajhibára utaló nyomot.

A talajminták terepi és laboratóriumi vizsgálatának részletes eredményeit az 1. és 2. mellékletek tartalmazza.



5. ábra: A Remetekert erdőrezervátum magterületének felszínforma kategóriái
 Figure 5: Surface forms within the Remetekert Forest Reserve's core area

ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai erdőrezervátum program hosszú távú vizsgálatorozatának részeként, a Remetekert Erdőrezervátum magterületének alapfelmérésére 2022-ben került sor. A vizsgálat többek között a terület termőhelyi adottságaira és faállomány szerkezetére koncentrált. A magterület domborzati modelljének és faállomány szerkezetének vizsgálatához földi lézershkenner technológiát használtak a szerzők. A szkenneléssel gyűjtött pontfelhő alapján a 25 centiméteres terepi felbontású domborzatmodell létrehozása volt lehetséges, amely a terület további paramétereinek vizsgálatára is lehetőséget biztosít (pl.: erdei utak és közelítő nyomok pontos azonosítása). A szkennelés pontfelhőjéből azonosítottuk az 5 cm-es mellmagassági átmérőnél nagyobb állományalkotó és gyakori fafajok egyedeit. Az azonosításhoz a LiDAR360 szoftvert használtuk, amelyben tanuló területek kijelölését követően a beépített osztályozó algoritmus egyed szinten meghatározta a fafajokat és számította azok dendrometriai paramétereit. Az erdőállományt elsősorban kocsánytalan tölgy, bükk és gyertyán alkotta, a magterület élőfa készlete $555,61 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt. Emellett azonosítottuk a fekvő holtfákat is, amelyek egységes térfogatát ($24,75 \text{ m}^3/\text{ha}$) és térbeli eloszlását detektáltuk.

A termőhelyi vizsgálatokhoz feltárást végeztünk, amely megtervezéséhez az elérhető talajadatbázisra és szintvonalas térképi adatállományra támaszkodtunk. A talajmintavételek laboratóriumi elemzése és a mintavételek becslésen alapuló térbeli kiterjesztése alapján a magterületet leginkább jellemző talajtípus az agyagbemosódásos barna erdőtalaj volt, amely termőrétteg vastagsága mély, vagy igen mély kategóriába esett. A mért tápanyag szintek alapján a talaj a területen előforduló faállományok számára megfelelő.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki Dr. Horváth Ferencnek, aki tanácsaival segítette jelen publikáció elkészülését. A kutatást az Agrárminisztérium EGF/146/2022 projektje támogatta.

MELLÉKLETEK

1. Melléklet: A terepi talajminta vizsgálatok részletes eredményei.

MVP10			MVP18		
0-10 cm	Szín	Fekete-szürke	0-10 cm	Szín	Fekete-szürke
	Fizikai féleség	Homokos-vályog és vályog között		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Morzszás		Szerkezet	Laza morzszás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
10-50 cm	Szín	Barna	10-52 cm	Szín	Vöröses barna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Diós		Szerkezet	Nagy morzszás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
50-76 cm	Szín	Vöröses-barna	52-95 cm	Szín	Világos barna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Diós		Szerkezet	Nagy diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
76-100 cm	Szín	Sárgás-barna	95- cm	Löss alapkőzet	
	Fizikai féleség	Vályog			
	Szerkezet	Nagy diós			
	Kiválás	Nincs			

MVP28			MVP33		
0-17 cm	Szín	Feketés barna	0-10 cm	Szín	Szürkés barna
	Fizikai féleség	Agyagos vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Apró morzszás		Szerkezet	Apró morzszás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
17-34 cm	Szín	Világos szürkésbarna	10-28 cm	Szín	Világos barna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Nagymorzszás		Szerkezet	Nagymorzszás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
34-60 cm	Szín	Sötétbarna	28-75 cm	Szín	Sötétbarna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Diós		Szerkezet	Diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
60-100 cm	Szín	Világosbarna	75-100 cm	Szín	Világosbarna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Hasábos		Szerkezet	Nagy diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs

Az 1. melléklet folytatása / Continuation of Annex 1

MVP42			MVP56		
0-6 cm	Szín	Feketés szürke	0-20 cm	Szín	Feketés szürke
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Apró morzsás		Szerkezet	Morzsás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
6-18 cm	Szín	Szürkés barna	20-60 cm	Szín	Barna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Porosan morzsás		Szerkezet	Diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
18-60 cm	Szín	Sötétbarna	60-97 cm	Szín	Világos barna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Homokos vályog
	Szerkezet	Apró diós		Szerkezet	Nagy diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
60-95 cm	Szín	Világosbarna	97- cm	Szín	Fakó, sárgás
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Szerkezet nélküli lösz
	Szerkezet	Nagy diós		Szerkezet	Laza
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Mész kiválások
MVP68			MVP80		
0-13 cm	Szín	Feketés barna	0-25 cm	Szín	Szürkésbarna
	Fizikai féleség	Vályog és agyagos vályog közötti átmenet		Fizikai féleség	Agyagos vályog
	Szerkezet	Morzsás		Szerkezet	Morzsás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
13-33 cm	Szín	Barna	25-45 cm	Szín	Barna
	Fizikai féleség	Homokos vályog		Fizikai féleség	Agyagos vályog
	Szerkezet	Apró rögös		Szerkezet	Nagy morzsás, apró diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
33-100 cm	Szín	Sötétbarna	45- cm	Szín	Sárgás
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Homokos vályog
	Szerkezet	Diós		Szerkezet	Fehéren márványos szerkezet nélküli lösz
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs

Az 1. melléklet folytatása / Continuation of Annex 1

MVP82			MVP99		
0-2 cm	Szín	Feketés szürke	0-8 cm	Szín	Feketés szürke
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Agyagos vályog
	Szerkezet	Morzsás		Szerkezet	Morzsás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
2-18 cm	Szín	Sárgás barna	8-51 cm	Szín	Világosbarna
	Fizikai féleség	Homokos vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Porosan morzsás		Szerkezet	Apró diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Enyhén vaspettyes
18-50 cm	Szín	Vöröses barna	51-91 cm	Szín	Sárga
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Homokos vályog
	Szerkezet	Apró diós		Szerkezet	
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
50-100 cm	Szín	Világosbarna	91- cm	Szín	Fehér
	Fizikai féleség	Homokos vályog		Fizikai féleség	Szerkezet nélküli homokos lősz
	Szerkezet	Diós		Szerkezet	Laza
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
MVP117			MVP119-120		
0-7 cm	Szín	Feketés barna	0-6 cm	Szín	Feketés sötétbarna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Apró morzsás		Szerkezet	Apró morzsás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
7-20 cm	Szín	Világosbarna	6-24 cm	Szín	Világos sárgásbarna
	Fizikai féleség	Homokos vályog		Fizikai féleség	Homokos vályog
	Szerkezet	Apró rögös		Szerkezet	Porosan apró morzsás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
20-50 cm	Szín	Barna	24-55 cm	Szín	Barna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Diós		Szerkezet	Diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
50-100 cm	Szín	Sötétbarna	55-105 cm	Szín	Világosbarna
	Fizikai féleség	Agyagos vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Nagy diós, hasábos		Szerkezet	Nagy diós, hasábos
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs

Az 1. melléklet folytatása / Continuation of Annex 1

MVP118			MVP126		
0-10 cm	Szín	Feketés barna	0-7 cm	Szín	Feketés szürke
	Fizikai féleség	Agyagos vályog		Fizikai féleség	Agyagos vályog
	Szerkezet	Apró morzsás		Szerkezet	Apró morzsás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
10-27 cm	Szín	Sárgás barna	7-15 cm	Szín	Világosbarna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Szemcsés		Szerkezet	Morzsás
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
27-52 cm	Szín	Vöröses barna	15-52 cm	Szín	Vöröses sötétbarna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Nagy diós		Szerkezet	Diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
52-90- cm	Szín	Sötétbarna	52-86- cm	Szín	Világosbarna
	Fizikai féleség	Vályog		Fizikai féleség	Vályog
	Szerkezet	Hasábos		Szerkezet	Diós
	Kiválás	Nincs		Kiválás	Nincs
90- cm	Szín	Sárgás, világos barna	86- cm	Szín	Fehéres szürke
	Fizikai féleség	Tömött lösz		Fizikai féleség	Agyagos lösz
	Szerkezet	Szerkezet nélküli		Szerkezet	Szerkezet nélküli
	Kiválás	Finoman mézspettyes		Kiválás	Nincs

2. melléklet: A laboratóriumi talajminta vizsgálatok részletes eredményei

Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y ₁	y ₂	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP10	0-10	5,91	5,8	3,67	–	13,45	0,9	1,69	190	33
	10–50	4,88	4,47	1,29	–	13,65	0,85	1,38	230	42
	50–76	4,96	4,01	0,5	–	9,6	1,75	2,03	240	39
	76–100	5,04	3,83	0,29	–	9,5	2,1	2,2	280	42
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y ₁	y ₂	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP18	0–10	4,29	3,86	4,84	–	34,35	3,75	2,19	140	49
	10–52	4,3	3,27	1,34	–	37,5	26,95	2,03	180	39
	52–95	4,41	3,53	0,6	–	14,45	6,45	2,33	230	37
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y ₁	y ₂	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP28	0–17	4,56	4,24	4,95	–	32,25	1,5	2,57	140	50
	17–34	4,75	3,96	3,17	–	18,7	2,45	2,17	170	42
	34–60	5,33	4,65	0,93	–	8,75	0,5	2,29	200	37
	60–100	6,02	4,88	0,41	–	6,05	–	2,28	280	37

A 2. melléklet folytatása / Continuation of Annex 2

Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP33	0–10	4,68	4,49	4,62	–	27,4	0,95	1,8	180	41
	28. okt.	3,78	3,35	1,83	–	40,15	27,85	1,62	220	38
	28–75	4,56	3,57	0,6	–	19,4	9,5	2,7	180	39
	75–100	4,65	3,72	0,5	–	12,95	3,7	2,66	240	38
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP42	0–6	5,05	4,83	3,5	–	19,8	0,45	1,9	160	42
	6–18	3,96	3,38	1,8	–	41,35	25,05	1,85	190	37
	18–60	4,61	3,62	0,57	–	19	7,3	2,59	190	38
	60–95	6,41	6,32	0,56	–	7,15	–	2,54	280	42
	95–	7,55	7,13	0,42	12,47	–	–	1,8	240	34
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP56	0–20	4,72	4,11	3,8	–	40,55	10,9	2,12	200	42
	20–60	4,86	3,7	0,64	–	17,6	6,6	2,8	200	38
	60–97	5,35	4,23	0,44	–	8,1	1,15	1,94	260	36
	97–	7,5	7,06	0,43	17,46	–	–	1,72	250	37
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP68	0–13	4,82	4,77	5,12	–	30,5	0,9	2,22	150	50
	13–33	4,3	3,71	1,43	–	22,3	9,55	1,57	230	37
	33–100	4,62	3,66	0,59	–	14,05	4,5	2,96	180	45
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP80	0–25	4,25	3,75	2,7	–	33,9	7,35	3,38	130	42
	25–45	6,4	6,33	1,42	–	5,8	0	3,63	140	45
	45–100	7,5	7,4	0,56	32,02	–	–	1,15	360	34
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP82	0–2	5,93	5,23	5,43	–	17,9	1,1	2,9	200	60
	2–18	4,21	3,44	1,49	–	38,35	27,35	1,35	220	34
	18–50	4,49	3,57	0,86	–	22,9	13,15	2,23	220	38
	50–100	4,8	3,82	0,51	–	11,25	3,15	1,69	310	33
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP99	0–8	4,73	4,37	5,07	–	33,5	0,9	2,49	150	47
	8–51	4,91	4,03	0,98	–	20,4	4	2,68	290	37
	51–91	7,47	7,2	0,14	12,06	–	–	1,24	470	37
	91–	7,78	7,68	0,97	71,93	–	–	1,21	230	50

A 2. melléklet folytatása / Continuation of Annex 2

Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP117	0–7	6,28	6,1	4,74	–	12,85	0,8	2,03	160	42
	7–20	4,56	4,1	1,45	–	23,4	5,7	1,49	150	35
	20–50	4,58	3,71	0,74	–	22,3	12	2,63	110	38
	50–100	6,63	5,66	0,43	–	34,65	0,55	3,39	75	43
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP118	0–10	4,2	3,76	4,09	–	42,25	9,65	1,77	150	49
	10–27	3,83	3,42	1,3	–	38,65	26,4	1,32	220	37
	27–52	4,41	3,66	1,08	–	19,15	8,25	2,33	210	37
	52–90	5,46	4,7	0,49	–	9,2	0,65	2,01	260	37
	90–	7,9	7,18	0,2	12,47	–	–	1,47	270	32
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP119–120	0–6	5,37	5,66	5,31	–	36,4	0,8	2,32	150	58
	6–24	4,1	3,58	1,53	–	35,45	23,4	1,34	200	34
	24–55	4,84	3,99	0,54	–	13,8	2,85	2,48	200	36
	55–105	5,35	4,42	0,37	–	7,95	–	1,9	300	37
Szelvény	Réteg	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz (%)	CaCO ₃	y1	y2	hy ₁	5 h kap.	K _A
MVP126	0–7	4,7	4,43	5,12	–	36,5	1,2	2,51	160	50
	7–15	3,97	3,39	1,56	–	43,25	34	1,54	190	37
	15–52	4,32	3,45	0,78	–	29,55	21	2,25	180	39
	52–86	6,12	6,05	0,7	–	8,9	0,25	2,14	250	48
	86–	7,61	7,58	0,58	6,2	–	–	3,94	75	42

Megjegyzés: a CaCO₃ y1 és y2 talajparaméterek mérése az adott minta pH értékétől függ. Ha a pH>7, akkor CaCO₃-at mértünk. Ha a pH<7, akkor y1-et mértünk. Amennyiben a talaj savasabb karakterű volt (y1>8), akkor történt az y2 vizsgálata is.

Felhasznált irodalom

- Aicardi I., Dabove P., Lingua A.M. & Piras M. 2016: Integration between TLS and UAV photogrammetry techniques for forestry applications. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 10(1): 41–47. <https://doi.org/10.3832/ifor1780-009>
- Bartha D., Bidló A., Borhidi A., Bölöni J., Czajlik P., Esztó P., Forró E., Hahn I., Horváth F., Kovács G., Maglóczky Zs., Mázsa K., Oroszi S., Siller I., Somogyi Z., Standovár T., Temesi G. & Traser Gy. 2002: Az erdőrezervátum fogalma. In: Horváth F. & Borhidi A. (eds.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei, 15-16.
- Christensen M., Hahn K., Mountford E.P., Ódor P., Standovár T., Rozenbergar D. et al. 2005: Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210: 267–282. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.032>
- Czajlik P. 1989: Vándortáborról az „öserdő” rezervátumig. In: Soproni Egyetem: Az Erdészeti és Faipari Egyetem lapja, 89/1 (természetvédelmi különszám), pp. 36–39.
- Czajlik P. 1994: Megtörtént a magyarországi erdőrezervátum-hálózat végleges kijelölése. *Környezet és Fejlődés* 5(2): 36-38.
- Erdőtérkép 2024: Magyarországi Erdészeti Webtérkép. Elérés: <https://erdoterkep.nebih.gov.hu/>. Elérve: 2024. 03. 19.
- GreenValley International 2024: LiDAR360 User Guide. LiDAR point cloud processing and analyzing software. https://greenvalleyintl.com/gvi/web/us/file/EN-LiDAR360_UserGuide.pdf

- Horváth F. 2012: Módszertani fejlesztések az erdőrezervátumok hosszú távú faállomány-szerkezeti kutatásához. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron, 125 pp. Egyéb URL
- Horváth F. & Borhidi A. (eds.) 2002: A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 289 pp.
- Karpiński L., Maák I. & Wegierek P. 2021: The role of nature reserves in preserving saproxylic biodiversity: using longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) as bioindicators. *The European Zoological Journal* 88: 487–504. <https://doi.org/10.1080/24750263.2021.1900427>
- Király G., Molnár Zs., Bölöni J., Csiky J. & Vojtkó A. (eds.) 2008: Magyarország földrajzi kistájainak növényzete. MTA ÖBKI, Vácrátót, 248 pp.
- LaRue E.A., Wagner F.W., Fei S., Atkins J.W., Fahey R.T., Gough C.M. et al. 2020: Compatibility of Aerial and Terrestrial LiDAR for Quantifying Forest Structural Diversity. *Remote Sensing* 12(9): 1407 <https://doi.org/10.3390/rs12091407>
- Luo X-L., Jiang N., Li H-B., Xiao H-X., Chen X-Z. & Zhou J-W. 2024: A High-Precision Modeling and Error Analysis Method for Mountainous and Canyon Areas Based on TLS and UAV Photogrammetry. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 17: 7710–7724. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2024.3382092>
- Mátyás Cs. 1993: Erdőrezervátum: új koncepció tör utat. *Erdészeti Lapok* 128 (1):13. Teljes szöveg
- Ódor P., Bölöni J. & Standovár T. 2009: Felvételezési protokoll az aljnövényzet mintavételére az erdőrezervátum hosszú távú vizsgálatsorozat (HTV) keretében. Kézirat, ER Achivum Vácrátót, 2 p.
- Ódor P., Heilman-Clausen J., Christensen M., Aude E., van Dort K. W., Piltaver A. et al. 2006: Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation* 131: 58–71. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.004>
- Ökológiai Kutatóközpont 2024: Remetekert Erdőrezervátum. Elérés: <https://erdorezervatum.hu/Remetekert>. Elérve: 2024. 03. 19.
- Parviainen J., Kassiomis K., Bücking W., Hochbichler E., Päivinen R. & Little D. 2000: Forest reserves research network in Europe. Mission, Goals, Outputs, Linkages, Recommendations and Partners. Final Report, COST Action E4. The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Station, 28 p.
- Sabatini F.M., Burrascano S., Keeton W.S., Levers C., Linder M., Pötzschner F. et al. 2018: Where are Europe's last primary forests? Diversity and Distributions 24 (10): 1426–1439. <https://doi.org/10.1111/ddi.12778>
- Sabatini F.M., Hendrik B. et al. 2021: European primary forest database v2.0. *SCIENTIFIC DATA* 8(1) Paper: 220, 14 p. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00988-7>
- Somogyi Z. 2002: 5. Az erdőrezervátumokban folytatandó kutatások általános célkitűzései In: Horváth F. & Borhidi A. (eds.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei, 83-87.
- Standovár T., Ódor P., Aszalós R. & Gálhidy L. 2007: Sensitivity of ground layer vegetation diversity descriptors in indicating forest naturalness. *Community Ecology* 7: 199–209. <https://doi.org/10.1556/ComEc.7.2006.2.7>
- Temesi G., Mázsa K. & Horváth F. 2002: 3. Az Erdőrezervátum-program jogi, szervezeti és infrastrukturális keretei. In: Horváth F. & Borhidi A. (eds.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei, 27-59.
- Torralba J., Carbonella-Rivera J.P., Ruiz L.Á. & Crespo-Peremarch P. 2022: Analyzing TLS Scan Distribution and Point Density for the Estimation of Forest Stand Structural Parameters. *Forests* 13(12): 2115. <https://doi.org/10.3390/f13122115>
- Uhl B., Wölfling M. & Fiedler K. 2020: Understanding small-scale insect diversity patterns inside two nature reserves: the role of local and landscape factors. *Biodiversity Conservation* 29: 2399–2418. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01981-z>
- Vandekerkhove K., De Keersmaeker L., Menke N., Meyer P. & Verschelde P. 2009: When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. *Forest Ecology and Management* 258(4): 425–235. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.055>
- Wölfling M., Uhl B. & Fiedler K. 2020: Ecological Drift and Directional Community Change in an Isolated Mediterranean Forest Reserve—Larger Moth Species Under Higher Threat. *Journal of Insect Science* 7: 1–10. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa097>
2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról

Érkezett: 2024. szeptember 27.

Közlésre elfogadva: 2025. január 28.