

## FAÁLLOMÁNY-SZERKEZETI KUTATÁSOK A ROTH EMLÉKERDŐBEN

Molnár Dénes<sup>1</sup>, Barton Iván<sup>2</sup>, Czimber Kornél<sup>2</sup>, Bazsó Tamás<sup>2</sup> és Frank Norbert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mecsekerdő Zrt.

<sup>2</sup>Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar

### Kivonat

A szálalóerdők kialakítása során elengedhetetlen az erdő szerkezetében bekövetkező változások ismerete. Roth Gyula 1936-ban kezdett kísérletének területén, a Sopron 182 B szálaló üzemmódú erdőrészletben végeztünk részletes törzstérképezést. Legfőbb célunk egy olyan adatbázis létrehozása volt, amely a későbbiek folyamán alapot szolgáltatathat idősoros elemzésekhez. Mindehhez egy olyan felvételi eljárást dolgoztunk ki, amely megfelelő pontosságú törzstérkép készítésére alkalmas. A kapott adatbázist felhasználva 3D modellt készítettünk a felvett faegyedekről, majd vizsgáltuk az erdőállomány struktúráját. A kísérlet eltelt évtizedei során a fafaj-összetétel a bükk dominanciája felé tolódott el, a fényigényesebb fafajok koronái csak a felsőbb szintekben találhatóak meg. Ezzel szemben az átmérő- és magasságeloszlás igen változatos, az erdőrészlet egyes részein már a szálalóerdők jellegzetességeit, míg máshol a differenciálódás kezdeti szakaszait mutatják.

*Kulcsszavak:* szálaló üzemmód, szálalás, erdőszerkezet, törzstérkép

### INVESTIGATIONS ON STAND STRUCTURE IN THE ROTH MEMORIAL FOREST

#### Abstract

During transformation of even-aged forests to selection forests it is important to follow the changes in stand structure. Detailed forest mapping was made in Sopron 182 B experimental selection forest, where the research was started by Roth Gyula in 1936. The main purpose of the survey was to create a database which can be used for timeline analysis in the future. We developed a survey method which is accurate enough to generate spatial forest stand databases. We made a 3D model of the forest and examined its structure. During the decades of the experiment beech became dominant, light-demanding tree species withdrew to upper canopy regions. Diameter and height distribution is heterogeneous, in some areas it shows the characteristic of selection or structurally differentiated forests.

*Keywords:* selection system, selection cutting, forest stand structure, forest visualization

## BEVEZETÉS

Hazánkban jelenleg több mint 75 ezer hektár erdőterületet kezelnek átalakító vagy szálaló üzemmódban (NÉBIH 2015). Az üzemmód határozza meg az alkalmazható erdőfelújítási eljárásokat és a fakitermelés módját. A fogalom ebben az értelmezésben a 2009-es erdőtvény elfogadása óta szerepel a gyakorlatban. Az átalakító üzemmódban gyakran alkalmazott szálalóvágás, illetve a szálaló üzemmódban végzett szálalás az elmúlt években terjedt el nagyobb mértékben, korábban vágásosan kezelt erdőkben. Mivel a célként kitűzött szálaló erdőalak kialakítása nagyon hosszú folyamat (Schütz 2001; Nyland 2003), ezek az átalakítás alatt lévő erdők rendszerint még csak egy-két korosztályosak, térben kevésbé strukturáltak. Az átalakítás közben elengedhetetlen az aktuális élőfakészlet, a kitermelhető famennyiség és az erdő térbeli szerkezetében bekövetkező változások ismerete.

Kikkünkben a Sopron 182 B szálaló üzemmódú erdőrészlet részletes szerkezeti felmérését mutatjuk be. A terület „Roth-féle szálalóerdő”-ként ismert, itt kezdte meg Roth Gyula 1936-ban szálalóvágásos kísérleteit.

### Roth Gyula kísérlete

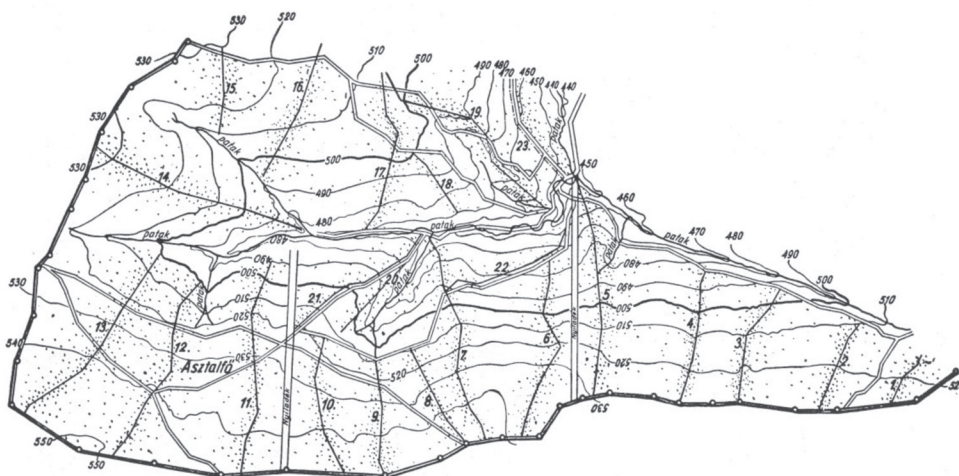
A folyamatos erdőborítás melletti gazdálkodás története Európában a XIX. század utolsó évtizedeire nyúlik vissza (Pommerening és Murphy 2004). Az egykorú erdők szálaló erdökké alakítása, Gayer (1886), Gurnaúd (1878) és Biolley (1920) munkái, Cuvet, Krajina és Bärenthoren erdei a szálaló erdőgazdálkodásnak tudományos szakmai hátteret biztosítottak. A hazai erdészeti kutatást megszervező Vadas Jenő is kutatóintézete feladatának tekintette a természetes felújítások tanulmányozását, így létesíthetett 1907-ben egy később 300 hektárosra növekvő kísérleti terület Likava mellett (Északi-Kárpátok), amelynek irányítását Roth Gyula kapta meg. Roth szerette volna saját szálaló módszerét is kipróbálni, erre azonban az I. világháború miatt már nem nyílt lehetőség, a kutatóintézet a Felvidéket elhagyni kényszerült. A világháborút követő évek a hazai erdőgazdálkodás új feladatainak feltárásával, a kutatóintézet újjáépítésével és az 1936-os erdészeti világkongresszus megszervezésével teljesen lekötötték Roth Gyula erejét, így szálalásos terepi kutatásait csak 1936-ban tudta megkezdeni. Kísérleti területeket jelölt ki a Soproni-hegységben, a Bükkben, a Vértesben, a Bakonyban, a Zselicben, valamint a Budapest körüli zöldövezetben (Magyar 1961). A felsorolt kísérletek többnyire hamar véget értek, egyedül a Sopronhoz közeli Hidegvíz-völgy szálaló erdeje maradt fenn, amely Roth Gyula tiszteletére 2015-ben emlékerdő, szakmai bemutatóterület lett (Molnár és Frank 2015).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Vizsgált terület

1936-ban Roth Gyula egy 77,4 hektáros területet jelölt ki kísérleteihez Soprontól nyugatra, a Hidegvíz-völgyben, a magyar–osztrák államhatár közvetlen szomszédságában. A döntően bükk, lucfenyő, gyertyán, vörösfenyő és kocsánytalan tölgy alkotta erdőket szerkezetükben már a 20-as évek elején alkalmasnak találta a kísérletezéshez, azonban feltáróút hiányában le kellett mondania arról, hogy a szálalóerdőt a világkongresszus programjába bevegye. Roth Gyula módszere szerint a szálalóerdővé alakítás terepvonalatokhoz illesztett vonalak (ún. támadóvonalak) mentén végzett csoportos szemléletű bontásokkal történik. A támadóvonalak egy-egy felújítási egység (szálalóegység) tengelyvonalát képezik, a bontások azonban nem szorítkoznak a vonalak közvetlen szomszédságára, idővel a szálalóegységek széléig kiterjednek, ahol a felújítás alá kerülő foltok összeérnek (Roth 1935).

Roth Gyula 1936-os jelölései a kísérleti erdőt 23 vonallal (20 tengelyvonal és 3 szegély) 0,5–7,0 hektár nagyságú szálalóegységekre osztották. A fakitermelések 1937-ben kezdődtek meg, majd Sébor János irányításával 1941-ben rétegvonalas térkép is készült a területről (1. ábra).



1. ábra: Sébor János 1941-es térképe a kísérleti területről (Roth 1953)  
Figure 1: Map of the research area made by Sébor János in 1941 (Roth 1953)

Ahhoz, hogy az átalakítás folyamata kontrollált módon menjen végbe, az élőfakészlet és a felújulás folyamatos monitoringozására volt szükség, amelyet Roth Gyula és a kísérlet irányításában dolgozó utódai (Palotay István, Majer Antal, Koloszar József, Frank Norbert) a mindenkorai lehetőségekhez mérten megtették. A kísérlet sikeres lefolyását azonban számos körülmény nehezítette (Koloszar 2011):

- a II. világháború miatt a kezelések évekig szüneteltek, majd a terület a határövezet része lett
- 1961-ig nem épült aszfaltburkolatú feltáróút, amely a kitermelt faanyag mozgatását segítette volna
- 1975/76 telén hatalmas széldöntés történt a jelenlegi Sopron 181 B erdőrészletben, a terület faállományát két részletben ki kellett termelni
- 1981 és 1983 között a Sopron 178 A erdőrészlet állományát kitermelték, mesterségesen felújították (feltételezhetően Majer Antal beleegyezése nélkül)
- 1983 és 1993 között szigorú természetvédelmi korlátozások miatt a kísérlet szempontjából szükséges mennyiségű faanyag kitermelése nem volt engedélyezett

Mindezek következtében a kísérlet eredetileg 77,4 hektáros területe 2003-ra 19,4 hektárra apadt (Sopron 182 B erdőrészlet). Roth Gyula tiszteletére 2015-től az eredeti terület jelentős része emlékerdő, és ismét a szálaló erdőgazdálkodás kutatását szolgálja.

Az emlékerdő Sopron 182 B erdőrészlete különös értéket képvisel, hiszen ez az egyetlen terület, amelyen a tervezett kezelések az elmúlt nyolc évtizedben – az anyagi és jogszabályi lehetőségekhez mérten – zavartalanul végbemehettek. A kialakulóban lévő vegyeskorú szerkezetnek és a változatos átmérőeloszlásnak köszönhetően ezt az erdőrészletet találtuk alkalmasnak a részletes faállomány-felvétel elkészítésére, az átalakítási folyamat aktuális stádiumának jellemzésére. Az erdőrészlet az Országos Erdőállomány Adattár adatai alapján kerül ismertetésre.

- részlet területe: 19,40 ha
- elsődleges rendeltetés: természetvédelmi
- további rendeltetések: Natura 2000, kísérleti

- tengerszint feletti magasság: 450–550 m
- fekvés: változó
- domborzat: változó
- lejtés: változó
- termőhelytípus-változat: B-TVFLN-PGBE-MÉ-V
- üzemmód: száaló
- részletszintű előírások: Roth Emlékerdő – NYME kísérleti terület. Fakitermelések előtt a mindenkori Erdőművelés Tanszékert értesíteni kell. Az erdőkezelés a kísérleti és természetvédelmi célok figyelembevételével történhet.

## A felvétel módszere, a teljes adatbázis előállítása

A közel 80 év még egy erdő történetében is hosszú időnek számít. A kísérlet kezdete óta rengeteg tapasztalat gyűlt össze az erdőgazdálkodásban, az állományok feltérképezéséhez használatos eszközök téra jelentősen bővült, pontosságuk, használhatóságuk javult. Az általunk végzett felméréssel olyan adatállományt kívántunk létrehozni, amely megfelel a modern kor követelményeinek, de a technika várható további fejlődése ellenére a jövőben is jól összehasonlítható és reprodukálható adatokat szolgáltat. Mindehhez szükség volt a felvett törzsek pozícióinak tárolására, hogy az adatbázis geoinformatikai rendszerben is kiértékelhető legyen.

Az állomány felmérése Field-Map rendszerrel történt, amely egy digitális iránytűből, lézeres távolságmérőből és egy terepi számítógépből álló, monopod állványra szerelt műszer-együttes. Egy-egy felállási pontból (referenciapontból) számos fa bemérhető, a kutatás igényeihez alakítható űrlap pedig egyedenként tölthető ki. A felvételi paramétereket az 1. sz. táblázat mutatja be.

1. táblázat: A terepen felvett adatok összefoglalása

Table 1: Overview of the input data

Vizsgált paraméter	Felvétel jellemzői	Használt eszköz
fafaj	–	–
törzspozíció	–	Field-Map
mellmagassági átmérő	két irányból, mm-es pontosság	átaló
famagasság	0,1 m-es pontosság	Vertex IV
koronaalap magassága	0,1 m-es pontosság	Vertex IV
elhalt koronaalap magassága	0,1 m-es pontosság	Vertex IV
koronavetület	általában 4 jellegzetes vetületponton mérve	Field-Map
törzsminőség	jó, közepes, rossz (TAEG útmutatásai szerint)	–
fattyúhajtásosodás	nincs, gyenge, erős	–
betegségi tünet	nincs, koronában, törzsön	–
betegségi tünet foka	gyenge, közepes, erős	–
fakitermelésre jelölt-e	igen, nem	–
megjegyzések	pl.: villás törzs, döntési sérülés	–

A magassági értékek méréséhez – a jobb pontosság érdekében – ultrahangos kézi famagasságmérőt használtunk (Vertex IV), elkerülve, hogy a faegyedeket rögzített felállási pontokból mérjük. A minőségi jellem-

zőket szemrevételezéssel becsültük, előre meghatározott szempontrendszerek szerint. Jelen tanulmány célja a faállomány térbeli struktúrájának értékelése, így a feldolgozásnál a faegyedek műszeresen mért jellemzőit elemeztük.

Mivel az erdő vertikális szerkezete igen tagolt, a sűrűbb, illetve színtezettebb részeken – a megfelelő pontosság érdekében – kizárólag lombtalan állapotban mértünk. 2013 szeptembere és 2014 márciusa között 132 referenciapontról összesen 3425 faegyed került felvételezésre, 16,8 hektáros, egybefüggő területen. A megméréndő faegyedek méretének alsó határát – Roth Gyula elveit követve (Roth 1935) – 15 cm-es mellmagassági átmérőnél határoztuk meg. A felmérésből kihagytuk az erdőrészlet északkeleti peremét (egykorú bükkös), valamint a délkeleti oldalt (meredek árokpart), amelyeket a kísérlet korábbi szakaszaiban felújítási célú beavatkozás nem érintett.

Az állomány teljes felméréséhez alapponthálózatot hoztunk létre három GNSS pontból, valósídejű kinematikus helymeghatározással (RTK). Az alappontok segítségével tájékozott Field-Map referenciapontokból álló sokszögvonallal – a precíz mérések és rendszeres kalibrálás ellenére is – számottevő hibákkal volt terhelt mind magassági, mind vízszintes értékeiben. A sokszögvonallal-hálózat kezdőpontja körül átlagosan 6° elcsavarodást tapasztaltunk, amely így a terület kezdőponthoz viszonyított túlsó oldalán már 80 méteres elcsúszást mutatott. A magassági értékek egyes szakaszokon 70 méteres eltérést mutattak. A kalibráció elállítódása okozta az elcsavarodást a vízszintes szögekben, amely az ilyen típusú műszereknél konstrukcióból eredő hiba (Solmie 2003). A hibás értékek kijavítására a GNSS pontokból kiindulva referenciamérést végeztünk Sokkia Powerset 3000 mérőállomással, a teljes alapponthálózaton beillesztett sokszögvonalak vezetésével. A mérőállomás adatainak segítségével tudtuk számolni a Field-Map által hibásan felmért alappontok hibavektorát. Az elcsavarodás miatt az alappontokról mért részletpontokat egy  $\beta$  szöggel el kellett forgatni, hogy az eredeti pozíciókat kapjuk vissza. A részletpontok pozíciójának javítása Helmert transzformációval történt (Watson 2006). Az eltolás vektora a Field-Map és a referenciamérés különbségéből származott ( $\Delta X$ ;  $\Delta Y$ ). Az alapponthoz tartozó forgatási szöveget ( $\beta$ ) a Field-Map és a referencia sokszögoldalok egymással bezárt szögéből nyertük. A transzformáción átesett állomány előzetes pontossági vizsgálatát ortofotón és ALS nDSM-en (normalizált digitális felszínmodell) végeztük. A terepi ellenőrzés során az alapponthálózat két pontján álltunk fel mérőállomással. A törzspozíciók ellenőrzését külpontos méréssel végeztük, ahogyan az eredeti felvétel is történt. A transzformált Field-Map pozíciókhoz képest 0,37 m átlagos eltérést tapasztaltunk 0,18 m szórás értékkel.

A magassági értékek korrekciójához a 2012-ben készült ALS (Airborne Laser Scanning) felvételtől nyert DEM-et (digitális terepmodell) használtuk. A területen 2012. március 26-án készült ilyen felmérés a ChangeHabits2 projekt keretében. A modell magassági értékei a 132 alapponton  $-0,09$  m eltérést mutattak 0,18 m szórással; egy magas záródású erdő alatt ez kiváló eredmény (Reutebuch és mtsai 2003). A modellről átvett terepmagasságok kerültek be a javított pozíciókat tartalmazó adatbázisba.

A törzspozíciók és a hozzájuk tartozó koronavetület-pontok transzformált adatait geoinformatikai rendszerbe illesztettük, hogy az állományon térbeli elemzéseket tudjunk végezni. A faegyedenként átlagosan felmért 3–6 vetületpontra olyan görbét illesztettünk, amely a legjobban megközelítette a referenciamérések során tükrös koronavetület-mérő műszerrel 10 ponton felvett alakot. A koronavetület-leíráshoz a harmadfokú Bézier-görbét találtuk megfelelőnek (Bézier 1974), amellyel a referenciaméretek és az átlagosan 4 pontra generált méretek között 0,94 értékű összefüggést találtunk (Pearson). Az ellenőrzött koronákon a referenciamérés átlagosan 79,9% átfedést mutatott 11,3% szórással a generált vetülethez képest.

A törzspozíciók korrekcióját követően elvégeztük az adatbázis további rekordjainak ellenőrzését, majd szükség esetén javítását, hiánypótlását.

Ezt követte a háromdimenziós koronamodell létrehozása, amelynek faegyedekhez rendelhető törzs- és koronaterületei a térinformatikai feldolgozás alapját adták. A fák koronaformáját a vetület, a teljes magasság, a koronaalap magassága, valamint a fafajhoz rendelt korona-paraméter határozták meg (Barton 2015). A térbeli adatok feldolgozására a DigiTerra Map v3 és DigiTerra Explorer v7 szoftvereket használtuk. Az állományt

jellemző alapstatisztikákon felül egyenként meghatároztuk a Földner-féle átmérő-különбözöség értékét (Földner 1995). A képlet egy kiválasztott faegyed és – jelen esetben – a hozzá legközelebbi három fa átmérő-jének különбözöségét mutatja meg.

$$T_i = \frac{\left(1 - \frac{d_i}{d_1}\right) + \left(1 - \frac{d_i}{d_2}\right) + \left(1 - \frac{d_i}{d_3}\right)}{3}$$

ahol:

$T_i$  : átmérő-különбözöségi index (értéke: 0,0–1,0)

$d_i$  : a központi fa mellmagassági átmérője (cm)

$d_1; d_2; d_3$  : a központi fához legközelebb eső három törzs mellmagassági átmérője (cm)

Vizsgáltuk továbbá a kísérleti terület különböző részeihez tartozó átmérő-eloszlásokat, valamint, hogy a különböző magassági kategóriákban mely fafajok egyedei vannak jelen. Ahhoz, hogy az erdő szegélyén lévő fák ne torzítsák az eredményt, a vizsgálati terület 7,5 m-es szegélyzónájában lévő faegyedeket nem szerepeltettük a számításokban.

## EREDMÉNYEK

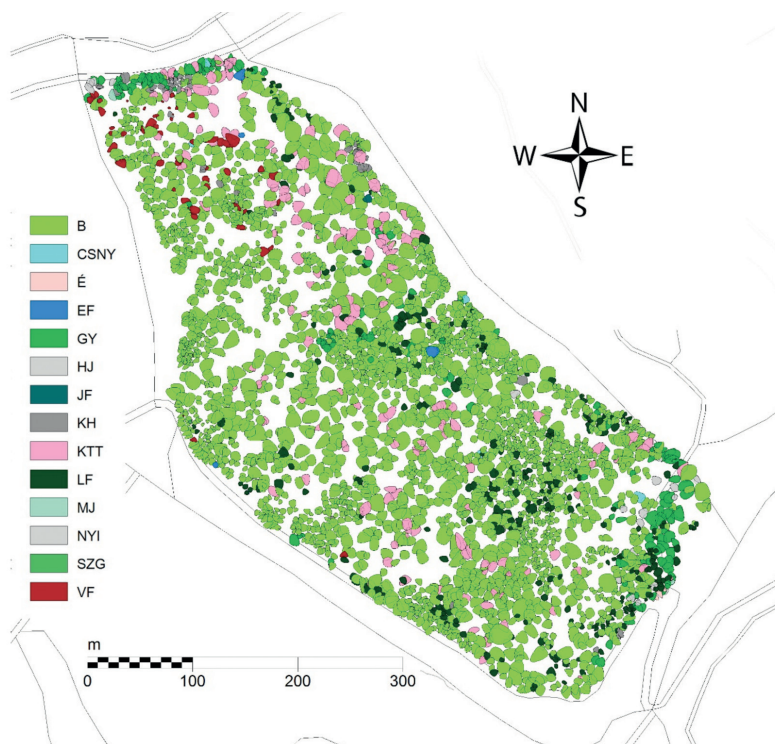
A térinformatikai adatok feldolgozásával és a fafajok szerinti parametrizálással megszületett az erdő-állomány 15 cm feletti mellmagassági átmérővel rendelkező egyedeinek 2D (2. ábra) és 3D (3. ábra) vizualizációja. A modellek a terepen szerzett tapasztalatokat kiegészítve további térbeli jellegzetességekre hívták fel a figyelmet. Külön segítséget nyújtott az elemzésben, hogy a modell egyedei a hozzájuk rendelt attribútumoknak (felvételi paramétereknek) megfelelően színezhetőek voltak. Az elkészített koronavetület-térkép a jövőben egyes faegyedek terepi felkeresését is segíti majd.

Az vizsgált állományban uralkodó a bükk, a törzsek 80,0%-át teszi ki (2. táblázat). Ezt követi rendre a lucfenyő, a kocsánytalan tölgy, majd a gyertyán, amely fafaj egyedeinek jelentős hányada (86 db) a leválasztott szegélyzónában található. A vörösfenyőek szálanként elszórva, a kislevelű hársak általában kisebb csoportokban vannak jelen. A fennmaradó 0,7%-ot a hegyi juhar, a madárcseresznye, a mezei juhar, a közönséges nyír, valamint az erdei- és jegenyefenyő egyedei teszik ki. Az állomány 1936 óta felújult egyedeinek java része mag eredetű, azonban az idős faegyedek között sok a sarj.

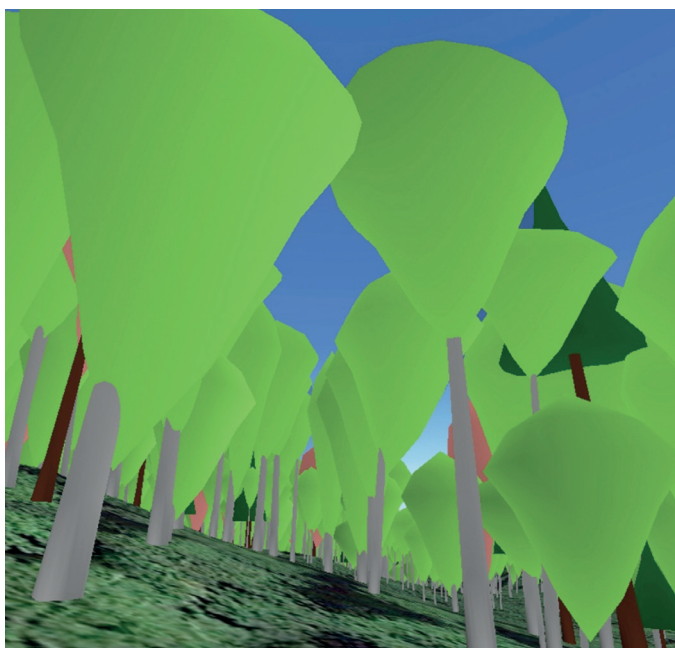
2. táblázat: A 7,5 méter széles puffer-zónával csökkentett területen található törzsek száma  
Table 2: Tree number in the area reduced by 7.5 meter buffer strip

Fafaj	B	LF	KTT	GY	VF	KH	Egyéb
Törzsszám (db)	2278	242	144	84	51	29	21
Arány	80,0%	8,5%	5,1%	2,9%	1,8%	1,0%	0,7%

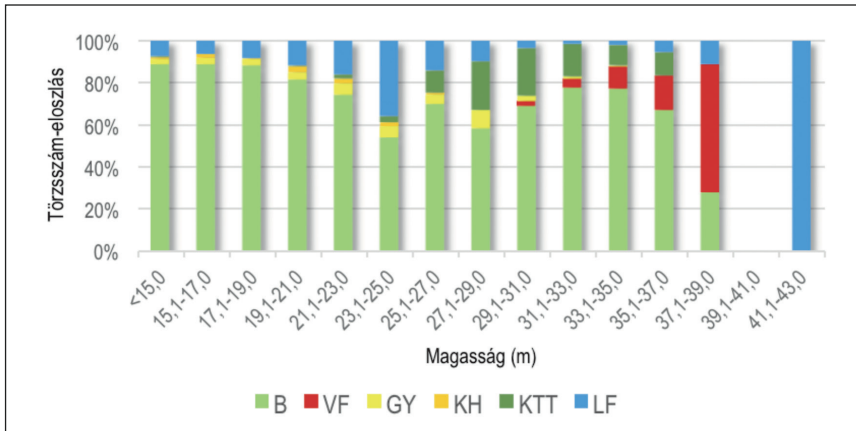
A különböző magassági szintek fafaj-összetétele feltűnő eltéréseket mutat (4. ábra). A bükk a legmagasabb kategóriákat kivéve mindenütt uralkodó. A lucfenyő a 20–28 méteres tartományban jelentős, ezek az egyedek nagy valószínűséggel a Tamás József által 1956-ban leírt 1953-as bontás eredményeként indultak növekedésnek (Mollayné és mtsai 2011). Fiatal kocsánytalan tölgy és vörösfenyő egyedek nem jellemzőek a területen, a vörösfenyő előfordulási pontjain fátyolszintet alkot. A legmagasabb fák között – a szomszédos Sopron 182 C erdőrészelethez hasonlóan – találunk néhány hatalmas lucfenyőt is. A felszabadított koronák közül elsősorban a bükkök terebélyesednek, azonban az ágtszta törzs átlagos aránya a teljes törzshosszhoz képest a vörösfenyő (68%) kivételével minden fafaj esetében 40% alatti.



2. ábra: Az állomány koronavetület-térképe fafajonként színezve  
Figure 2: Tree crown-map of the forest growth colored by tree species



3. ábra: Részlet az állomány 3D modelljéből (B: világoszöld; LF: sötétzöld; KTT: téglavörös)  
Figure 3: Part of the forest growth 3D visualisation (*Fagus sylvatica*: light green; *Picea abies*: dark green; *Quercus petraea*: terracotta)



4. ábra: Fajok szerinti törzszám-eloszlás a különböző magassági kategóriákban  
 Figure 4: Proportion of stems by tree species in the different height categories

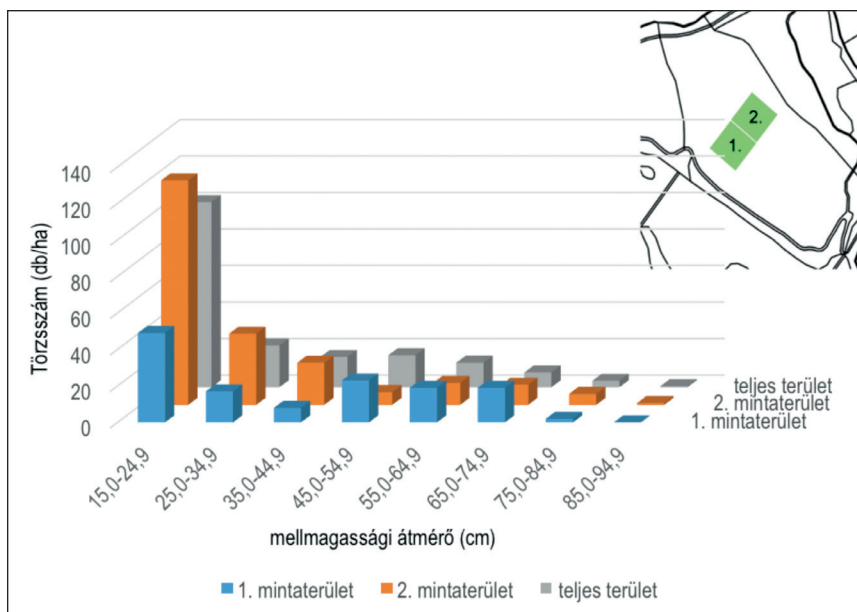
A Földner-féle „átmérő-különbözőség” index értékeit törzstérképen szemléltetjük (5. ábra). A homogénebb, zöld színnel jelölt facsoportokat általában fiatalabb egyedek alkotják, amelyek egy időben indultak növekedésnek. Ilyenek elsősorban a támadóvonalak környezetében végzett korábbi bontások helyén, illetve az erdőszegélyben találhatóak. Változatosabb az átmérők eloszlása a több fajból álló csoportokban, illetve azokon a területeken, amelyeket a bontások már több hullámban is érintettek.



5. ábra: A Földner-féle átmérő-különbözőség indexe zöld színnel a homogén, pirossal a heterogén átmérő-eloszlású facsoportokat jelzi  
 Figure 5: Diameter differentiation by Földner shows the diameter heterogeneity in a four piece group of trees. (heterogeneous is red, homogenous is green)



A vágásos erdők átmérő-viszonyaira a normális eloszlás, míg a szálalóerdőkére az exponenciálisan csökkenő eloszlás jellemző (Prodan 1961). Mivel az átalakítás alatt lévő erdőállomány átmérő-eloszlása nem homogén, egyes területek a szálaló szerkezet, mások pedig a differenciálódás folyamatának jellegzetességeit mutatják. A 6. ábra az erdőrészlet két 1 hektáros területén, valamint a terület egészén mutatja be az átmérők eloszlását. Míg az 1-es mintaterületre a széthúzódtó átmérszerkezet, a differenciálódás szakasza jellemző, a 2-es számú mintaterület átmérő-eloszlása megközelíti az elméleti szálaló modell eloszlását. A teljes területre vonatkozó eloszlás hasonlít ugyan a 2-es számú mintaterületéhez, ez azonban önmagában nem jelenti azt, hogy a szálaló jellegű erdőszerkezet minden tetszőleges kisebb területegységen értelmezve is fellelhető.



6. ábra: Az átmérők eloszlása két 1 hektáros területen, és a teljes területen  
Figure 6: Diameter distribution of two 1 hectare sample plots and the whole area

## ÖSSZEFOGLALÁS

A kísérleti terület jelentős változásokon ment keresztül a kutatás 1936-os megkezdése óta. Az elmúlt 80 évben egyedül a Sopron 182 B erdőrészletben történtek meg rendszeresen azok a bontások, amelyek a szálaló szerkezet kialakítását szolgálták. Az erdőrészlet faállományában bekövetkező változásokról az üzemtervi adatokon kívül számos egyéb forrás is rendelkezésre áll, azonban ezek eredményei a különböző felvételezési módok miatt csak nehezen vethetők össze. A faállomány felméréséhez használatos eszközök a kutatás kezdete óta rengeteget fejlődtek, s ez a fejlődés várhatóan a jövőben sem áll le. Ezért olyan felvételi eljárást dolgoztunk ki, amely a jelen technika elavulását követően is jól összevethető adatokat/adatbázist szolgáltat az időbeni változások elemzéséhez.

A tanulmány elkészítése során két- és háromdimenziós vizualizációs modellt hoztunk létre a faállományról, valamint elemeztük annak szerkezeti jellemzőit. A felújítási folyamatban a fajajösszetétel a bükk dominanciája felé tolódott el, a fiatalabb egyedek között fényigényes fajaj példányait csak elvétve találni. A koronahossz általánosan magas részaránya, és a nagyszámú sarj eredetű egyed jelenléte nem kedvez a törzsmínőségnek. A Roth Gyula által kijelölt támadóvonalak környezetében az állomány heterogén képet alkot. Az erdőrész-



let szegélyét és északkeleti peremét leszámítva az állomány fmagasságnyi átmérőjű területegységen belül ( $d = 30$  m) szinte mindenütt többkorú, több helyen is folyamatos átmérő-eloszlású.

A felvételezett, de jelen tanulmányban be nem mutatott adatok reményeink szerint újabb vizsgálatok elindító lesznek. A fakitermelésre jelölt fák felvétele a következő télen esedékes fahasználat térbeli modellezését szolgálja, a törzsmínőség és a fattyúhajtások kategorizálása – egy újbóli felvételezés eredményeivel való összehasonlítás esetén – a minőségi változásokat tárja fel. A jövőben terveink között szerepel az állomány térbeli szerkezete és a megjelenő újulat közötti összefüggések vizsgálata. Bízunk benne, hogy az emlékerdő területén a kísérlet hosszú és eredményes jövő elé néz, és a jövőbeni idősoros elemzéseket adatbázisunk is segíteni fogja.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők ezúton szeretnék kifejezni köszönetüket Fábián Ferencnek a terepi munkában való részvételéért.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról.
- Barton I. 2015: Egyes fák pozíciójának, lombkorona méreteinek geodéziai felmérése a Sopron 182 B erdőrésztben, és geoinformatikai elemzése. Diplomamunka, NYME EMK, Sopron
- Bezier, P.E. 1974: Mathematical and Practical Possibilities of UNISURF. In: Barnhill, R.E. and Riesenfeld, R.F. (eds): Computer Aided Geometrie Design. Academic Press, New York 127-152. DOI: [10.1016/b978-0-12-079050-0.50012-6](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-079050-0.50012-6)
- Biolley, H.E. 1920: L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle. Paris, Neuchatel DOI: [10.5962/bhl.title.20785](https://doi.org/10.5962/bhl.title.20785)
- Földner, K. 1995: Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwäldern. PhD thesis Forstliche Fakultät, Georg-August-Universität, Göttingen
- Gayer, K. 1886: Der gemischte wald; seine begründung und pflege, insbesondere durch horst- gruppenwirtschaft. Verlag von Paul Parey, Berlin DOI: [10.5962/bhl.title.44539](https://doi.org/10.5962/bhl.title.44539)
- Gurnaod, A. 1878: Cahier l'aménagement pour l'application de la méthode par contenance exposée sur la forêt des Eperous, Paris
- Koloszár J. 2013: A Roth-féle szálaló erdő története – 1936 és 2011 közötti időszak. NymE-ERFARÉ Nonprofit Kft., Sopron
- Magyar P. 1961: Roth Gyula 1873-1961. Az Erdő 10 (3): 81-87.
- Mollayné M.G.; Molnár Á. és Tamás J. 2011: A Soproni-hegység erdőállományainak története. TAEG Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt, Sopron
- Molnár D. és Frank N. 2015: Emlékerdő lesz a Roth-féle szálalóerdő. Erdészeti Lapok, 150 (2): 38-39.
- NÉBIH 2015: Erdővagyon és erdőgazdálkodás Magyarországon. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Budapest
- Nyland, R.D. 2003: Even- to uneven-aged: The challenges of conversion. Forest Ecology and Management, 172 (2-3): 291-300. DOI: [10.1016/s0378-1127\(01\)00797-6](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(01)00797-6)
- Pommerening, A. and Murphy, S.T. 2004: A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. Forestry, 77 (1): 27-44. DOI: [10.1093/forestry/77.1.27](https://doi.org/10.1093/forestry/77.1.27)
- Prodan, M. 1961: Forstliche Biometrie. Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH., München
- Reutebuch, S.E.; McGaughey, R.J.; Andersen, H.-E. and Carson, W.W. 2003: Accuracy of a high-resolution lidar terrain model under a conifer forest canopy. Canadian Journal of Remote Sensing, 29 (5): 527-535. DOI: [10.5589/m03-022](https://doi.org/10.5589/m03-022)
- Roth Gy. 1935: Erdőműveléstan II. Röttig-Romwalter Nyomda bérlői, Sopron
- Roth Gy. 1953: A Sopron-hidegvízvölgyi főiskolai tanulmányi szálalóerdő. In: Fehér D. és Pallay N. (szerk.): Erdőmérnöki Főiskola Évkönyve; Sopron 1951-52. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 161-192.
- Schütz, J.-P. 2001: Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. Forest Ecology and Management, 151 (1-3): 87-94. DOI: [10.1016/s0378-1127\(00\)00699-x](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(00)00699-x)
- Solmie, D.K. 2003: Comparing Field Measurement Strategies for Operational Planning and Layout. Oregon State University, Corvallis
- Watson, G.A. 2006: Computing Helmert transformations. Journal of Computational and Applied Mathematics, 197 (2): 387-394. DOI: [10.1016/j.cam.2005.06.047](https://doi.org/10.1016/j.cam.2005.06.047)

Érkezett: 2016. április 1.

Közlésre elfogadva: 2016. szeptember 27.