



NEMZETI SZISZTEMATIKUS **ERDŐLELTÁR**

2010–2019

NEMZETI SZISZTEMATIKUS **ERDŐLELTÁR**

2010–2019

Szerkesztő: Nagy Kinga

Nemzeti Földügyi Központ, Erdészeti Főosztály
Budapest, 2021



Szerkesztő
Nagy Kinga

Lektor
Kovácsévics Pál

Szerző
Fodróczy Eszter
Kovácsévics Pál
Nagy Kinga
Nagy Dóra
Solti György
Stuller Zoltán

Közreműködő
Ábel Lajos
Arányi-Haman Zoltán
Bán Imre
Berényi Üveges Katalin
Borbély András
Böröczki Péter
Dimák Gábor
Dyga Tadeusz
Esztó Kinga
Fehér Luca
Felső-Nemes Narcisszus
Filák László
Dr. Führer Ernő
Füle Dániel

Gálóczi Balázs
Hallósy-Sereg Zita
Havas Tibor
Hillebrand Rudolf
Illés Katalin
Iván Ágnes
Kis Tamás
Kolozs László
Kopeczky Nándor
Koroknai Levente
Kovács László
Kovácsévics Pál
Körömi Bálint
Kriskó Bence
Ladányi Roland
Lovasi Gábor
Magai Ferenc
Magyar Szilárd
Magyar Zsolt
Mikus László
Molnár Erika Csilla
Nagy Dóra
Nagy Kinga
Nagy Kristóf
Pásti Attila
Pataki Bálint
Pirisa Dávid
Pirisa Tímea
Pósán Gergely

Siffer Sándor
Simon Tamás
Solti György
Sovány Mihály
Söptei Gergely
Stuller Zoltán
Szabó Márton
Szabó Mihály
Szakálas Judit
Szalai Áron
Terjéki Tímea
Dr. Tobisch Tamás
Tóth Zita
Versegghi-Nagy Brigitta
Vissi Géza
Zaka Gábor

Fotó
Kolozs László
Kovácsévics Pál
Szabó Szabolcs
Söptei Gergely
Stuller Zoltán

**Grafikai tervezés
és nyomdai kivitelezés:**
Berkana Kft.
www.berkana.hu

A kiadvány az Agrárminisztérium támogatásával készült.



Kiadó: Nemzeti Földügyi Központ

Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár 2010–2019

ISBN 978-615-6287-00-7

TARTALOM

Bevezetés.....	5
1. A szisztematikus erdőleltározás története.....	7
1.1. Nemzetközi előzmények.....	7
1.2. A hazai erdőleltározás története.....	8
2. Az erdőleltározás módszertana.....	15
2.1. Általános módszertani alapelvek.....	15
2.2. A mintavételi háló, a mintapontok rendszere, a mintapont felépítése.....	15
2.3. Előkészítés, a mintapontok osztályozása.....	17
2.4. Eszközök, technikai háttér.....	19
2.5. A felvett adatok köre.....	20
2.6. A módszer megbízhatósága, reprezentativitása.....	25
2.6.1. Az erdőterület mintavételi hibája.....	26
2.6.2. A megbízhatóság változása kisebb egységek esetén.....	27
2.6.3. Trakton belüli mintapontok függetlenségvizsgálata.....	28
2.6.4. A koncentrikus körös mintavételezés megbízhatósága.....	29
2.7. Minőségbiztosítás.....	30
3. Az adatfeldolgozás, -kiértékelés módszertana.....	31
3.1. Területszámítás.....	31
3.2. Magasságok számítása.....	31
3.3. Térfogatszámítás.....	32
3.4. Kisfaadatok feldolgozása.....	33
3.5. Biomassza számítása.....	34
3.6. A toátmérő és a mellmagassági átmérő összefüggése.....	35
3.7. A kiértékelés további lépései.....	37
4. A hazai erdőleltár eredményei és az adatszolgáltatás lehetőségeinek bemutatása.....	39
4.1. Eredmények, az adatszolgáltatás lehetőségei.....	39
4.2. Nemzetközi kapcsolatok.....	40
4.3. Magyar erdészeti adatok a SoEF, FRA és ÜHG adatszolgáltatásokban.....	41
4.4. A két ciklus eredményeinek összevetése.....	42
4.5. Rendszeres és egyedi adatszolgáltatások.....	46
4.6. Speciális eredmények az erdőleltárból.....	52
5. Kitekintés.....	61
5.1. Visszatérés, ismételt mérések az NFI-mintaterületeken.....	61
5.2. Távérzékelés az erdőleltározásban.....	63
Rövidítésjegyzék.....	65
Irodalomjegyzék.....	66

BEVEZETÉS

Az erdő a természet legmagasabb rendű szárazföldi ökoszisztémája. A fák mellett számos különféle növénynek, állatnak és gombának biztosít élőhelyet. Közös érdekünk, hogy tartamosan és fenntartható módon lássa el sokrétű funkcióit, legyen az életünk része. Ennek érdekében az erdőkre nehezedő társadalmi és gazdasági nyomást olyan mederben kell tartani, amely fennmaradását és alapvető természeti folyamatainak zavartalanságát biztosítja.

Közös felelősségünk tehát az erdő–ember kapcsolat társadalmi konszenzuson alapuló szabályozása. Mivel az ember közvetve és közvetlenül hatással van környezetére, s ezzel párhuzamosan maga a környezet is változik, a szabályozást folyamatosan alakítani, finomhangolni kell a fenti célok megvalósulása érdekében. Ez nem lehet légből kapott, az erdőben végbemenő aktuális folyamatok és azok adatainak elemzésén kell, hogy alapuljon.

E célt szolgálja az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény, amely „az erdők, valamint a fával, faállománnyal borított területek mennyiségi és minőségi paramétereinek, ökológiai és egészségi állapotának folyamatos figyelemmel kísérését”, az Erdészeti Mérő és Megfigyelő Rendszer működtetését rendeli el. Az EMMRE egyik legfontosabb alrendszere a nagy területű statisztikai erdőleltár.

A szakmapolitikai döntések megalapozásához, következményeinek feltárásához és ezekkel összefüggésben az erdészeti ágazat egyes szereplőinek mindennapos tevékenységéhez megbízható információkra van szükség. Az erdőleltár akár már rövid távon is képes kielégíteni a megfogalmazott igényeket az éves felvételi protokoll megfelelő korrekciójával, kiegészítésével.

Az első korszerű statisztikai erdőleltár hazánkban 1993-ban indult Faállományok Növekedésének Megfigyelése (FNM) néven. Az FNM módszertanával három ciklusban, háromszor öt éven keresztül mérték fel a magyar erdőket. A felmérés sajátossága, hogy kizárólag az Országos Erdőállomány Adattárban lévő erdőkre vonatkozott, az abban nem szereplő erdőkre nem. Az FNM célja az Adattár mellett egy olyan referencia-adatbázis létrehozása volt, amelybe a kor technikai színvonalának megfelelő, korszerű eszközökkel végzett, nagy pontosságú mérési eredmények kerültek. E cél maradéktalanul teljesült. Számos nemzeti és nemzetközi projektben hasznosultak az FNM-adatbázis adatai.

Az összevethető, aktuális erdészeti adatok iránti igény az elmúlt évtizedekben európai szinten is megjelent. Ennek egyfajta manifesztációja a 2003-ban megalakult ENFIN (European National Forest Inventory Network, Nemzeti Erdőleltárak Európai Hálózata), melynek hazánk is tagja. Az ENFIN fő célkitűzése a nemzeti erdőleltárak harmonizációja, azaz az európai erdei ökoszisztémák állapotának egységes metodikai alapokon nyugvó felmérése és a változások modellezése. A harmonizációs projektek eredményeit a hazai erdőleltározás is figyelembe vette, a leltár metodikája 2010-től már a nemzetközi sztenderdhez igazodik.

A metodikaváltás az erdőleltár elnevezésében is megjelenik.

Ettől az évtől a Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár (National Forest Inventory, NFI) elnevezést használjuk. Az NFI komplex, nagy területű statisztikai erdőleltárként a faállományok növekedésének megfigyelésén túlmutatóan számba veszi az összes magyar erdő

- termőhelyi és területi jellemzőit,
- fás- és lágyszárú vegetációjának – mennyiségi és minőségi – dinamikáját,
- értékelő, felderítő és ellenőrző tevékenység keretében a károsítással terheltségét, valamint
- a természetesség értékeléséhez szükséges indikátorait.

Többforrású, illetve többrendeltetésű leltárként a helyszíni adatgyűjtés mellett felhasználja és beépíti más rendszerek (pl. Adattár, földkönyv, Országos Erdőkár Nyilvántartás) adatait, esetenként visszacsatolást nyújt a terepi adatgyűjtés eredményeiről, valamint adatot szolgáltat ezen rendszerekhez.

A 2010-től kezdődő 10 éves periódus az erdészeti szakma történetében igazi „unikum”: soha ilyen pontosságú és a nemzetközi sztenderdhez ilyen mértékben igazodó nagy területű erdőleltár nem volt még hazánkban. Az NFI az összes magyar erdőt monitorozza, tehát nemcsak az adattári erdőkről gyűjt és szolgáltat adatot, hanem az abban nem szereplő, pl. zártkerti vagy szabad rendelkezésű erdőkről is. Ez különösen a teljesség tekintetében és a nemzetközi adatszolgáltatás szempontjából jelent többletet az adattári adatokhoz képest.

Az NFI első ciklusa 2010–2014 között zajlott. A második ciklusra 2015–2019 között került sor. A szisztematikus mintavételi háló kialakításánál fogva már az I. ciklus hasznosítható eredményekkel szolgált a magyar erdőkről.

A II. ciklus a 2019-es felvételekkel zárult. Az így kompletté váló ötéves adathalmaz már lehetővé teszi a két ciklus adatainak összevetését, publikálását, valamint a teljes, 10 éves periódus adatainak feldolgozását és bemutatását.

Jelen kiadvány az NFI elmúlt tíz évét leginkább a metodika és a felhasználás oldaláról mutatja be. Teljes körű adatközlésre terjedelmi korlátok miatt nem vállalkozik, ehelyett – a legfontosabb alapadatok bemutatásán kívül – egyrészt az adatok széles körű felhasználhatóságát, másrészt a monitoringadatok sokrétűségét demonstrálja.

Az NFI következő ciklusa – visszatérés az egyszer már felvett mintaterületekre – nagy potenciált rejt magában, különösen, ami az állományszerkezeti jellemzőket, a növedéket, valamint a sokat vitatott mortalitást és a (legális/illegális) fakitermelés mértékét illeti. Emellett a jövő fontos és meghatározó szakmapolitikai döntése, hogy az NFI-adatokat a nemzeti és nemzetközi adatszolgáltatásban milyen mértékben használjuk fel.

Az eredmények az Erdőleltár honlapon (<http://erdoleltar.nfk.gov.hu> és <http://nfi.nfk.gov.hu>) nagy részletezettséggel magyar és angol nyelven egyaránt, szabadon felhasználható módon bemutatásra kerülnek.

1. A SZISZTEMATIKUS ERDŐLELTÁROZÁS TÖRTÉNETE

Az erdőkhöz kötődő szisztematikus adatgyűjtés a világ számos országában jelentős múlttal rendelkezik. Gyökerei a középkor végéig nyúlnak vissza, és az erdőtervezés kezdeteivel hozhatók összefüggésbe, amit az egyre intenzívebbé váló fahasználat és az ennek következtében kialakuló faanyaghiány hívott életre.

Az első felmérések módszertana jellemzően a helyi gazdasági igényekhez igazodott. Az elsődleges cél az erdőterület méretének, a növedéknek, az élőfakészlet térfogatának, valamint a kitermelt faanyag mennyiségének a meghatározása volt. Ezenfelül fontos információt nyertek a fafajösszetételről, a korról, magasságról és a szükséges erdőművelési beavatkozásokról is. Később, az erdőtörvények kidolgozásakor merült fel az igény az országos szintű erdőleltárakra és az abból származó statisztikai információkra. A XX. század során az adatgyűjtés metodikája már az aktuális nemzetközi igényekhez és az egyre fokozódó globális problémák teremtette kihívásokhoz igazodott.

1.1. Nemzetközi előzmények

Európában az első szisztematikus erdőleltárt Norvégiában, Svédországban és Finnországban vezették be az 1920-as évek elején. A 60-as évektől számos nyugat-európai országban indult meg az erdészeti statisztikai adatgyűjtés. A XX. század második felétől egyre többen ismerték fel, hogy az erdőknek a kitermelhető faanyagon túl rendkívül sokrétű ökoszisztéma-szolgáltatásokat köszönhetünk, és hogy a sérülékeny erdei ökoszisztémák védelme közös érdekünk. Ahogy a klímaváltozás, a biodiverzitás csökkenése és a levegőszennyezés okozta savas esők hatása egyre nyilvánvalóbbá vált, ezzel párhuzamosan pedig fokozódott a megújuló erőforrások, valamint a fenntartható erdőgazdálkodás iránti igény, úgy vált szükségessé a megnövekedett adatigény miatt az erdőleltározás protokolljának folyamatos fejlesztése. Több ország integrálta a felvételezés metodikájába a faállomány egészségi állapotának felmérését is, így összességében egyre holisztikusabb megközelítés alakult ki a szisztematikus adatgyűjtés terén.

A különböző országokból származó adatok összehasonlíthatóságának igénye és ennek jelentősége a 2000-es évekre értékelődött fel, részben olyan nemzetközi egyezményeknek köszönhetően, amelyekhez kapcsolódóan az országok adatszolgáltatási kötelezettségvállalást tettek. Erre példa az 1992-es riói ENSZ Környezet és Fejlődés Konferencián született nyilatkozat is, mely kihangsúlyozza az erdők szerepét mind a biodiverzitás megőrzése, mind az éghajlatváltozás mérséklése, mind pedig az elsivatagosodás elleni küzdelem terén.

Ennek eredményeképpen 2003-ban 17 európai ország összefogásával megalakult

az ENFIN, amely mára 29 tagországot számláló hálózattá bővülve végzi az adatgyűjtés és -feldolgozás módszertanának harmonizációját és folyamatos fejlesztését, valamint támogatja az országok közötti információáramlást (1. ábra).



1. ábra: Az ENFIN európai tagországai

1.2. A hazai erdőleltározás története

A magyarországi erdőleltározás történelmét is a faanyag-gazdálkodás megtervezésére irányuló igény indította el. A társadalmi szerveződés fejlődésével szükségessé vált az erdők használatának szabályozása és az észszerű korlátok meghatározása, aminek előfeltétele az erdő területének és a fatermés mennyiségének pontos ismerete.

Kialakult az üzemterv jellegű gazdálkodáson alapuló erdőrendezés, melynek fontos részét képezte az erdők állapotára vonatkozó térképi és leíró adatok gyűjtése. Ezek a korai leltárak hazánkban is elsősorban a faanyagra fókuszáltak.

A szakmai közvélemény számára a legismertebb az 1769-ben MÁRIA TERÉZIA által kiadott erdőrendtartás *A fáknak és erdőknek neveléséről és megtartásáról való rendelés* címmel, amelyet 1770-ben a szabad királyi városok erdei felmérésének, térképezésének és állandó vágásokra való felosztásának elrendelése követett (1. kép). A fő cél a határok



1. kép: Mária Terézia 1769-es erdőrendtartása

körvonalazása és az éves vágások kijelölése volt, de a munka a fatömegek becslésével, taxációjával is kiegészült. A fatömeg felvételére egynegyedtől két holdig kiterjedő próbaterületeket jelöltek ki, ahol a tarvágást elvégezve pontosan felmérték a nyert ölezzett fatömeget. Az erdők kiterjedését úgy állapították meg, hogy az egyes részek határainak felvétele után meghatározták az összes területet, amelyből levonták a nem erdő-sült területeket. Az így kapott szám jelentette az erdő-terület nagyságát. E két rendelkezés magában foglalta az erdőrendezés – s ezzel az erdőleltározás – magvát.

I. FERENC 1801-ben *Utasítás a közalapítványi uradalmakban lévő erdők felmérésére és megbecslésére* címmel rendeletet adott ki, amely kitért a szakszemélyzet alkalmazására is. A fatömeget 1 holdas mintavágások alapján állapították meg. A mintákat a három talajminőségi osztályba (jó, közepes, gyenge) sorolva kellett felvenni, és a kapott adatokat differenciált táblázatokba foglalták. A vágásfordulók, valamint az egyes területek nagyságának és fatömegének ismeretében meg lehetett határozni az éves vágásterület

nagyságát és a különböző időpontokban várható fatömeget. 1807-ben négy erdőfelügyelői állást szerveztek, ami újabb előrelépést jelentett. 1810-ben kiterjesztették a felmérési kötelezettséget az egyházi erdőkre is. 1808-ban Selmezbányán erdészeti tanintézetet alapítottak. Az intézet első tanáranak, WILCKENS HENRIK DÁVIDnak a tantervében már szerepelt erdőgazdasági üzemtervek készítése. Az iskola második professzora RUDOLF VON FEIST-MANTEL volt, aki négykötetes *Erdészettan* könyvében részletesen tárgyalja az erdőrendezés tanakörét. A tanintézet 1846-ban az Akadémia tanszékévé vált, és onnantól a Bányászati és Erdészeti Akadémia (Berg- und Forstakademia) nevet viselte. 1857. június 24-én FERENC JÓZSEF egész Magyarországra kiterjesztette az 1852. évi erdőtörvény hatályát, az osztrák pénzügyminisztérium pedig utasítást adott ki a birodalmi erdők felmérésére és megbecslésére. Ez az erdőleltár már a társadalom meghatározott fahasználati igényeire is reagált. A pénzügyminisztériumi utasítás – egyebek mellett – ismertette az erdők felmérésével és a térképezéssel kapcsolatos rendelkezéseket, az állománybecslés lehetséges módszereit, a fatermési és növekedési táblákhoz szükséges adatok gyűjtésének és azok felhasználásának módját, valamint a táblákban szereplő gyérítési fatömeg megállapításának mikéntjét.

Az 1867-es kiegyezés után a pénzügyminisztérium szervezetén belül önálló erdészeti főosztályt létesítettek. Élére DIVALD ADOLFot nevezték ki miniszteri tanácsosnak, aki a kincstári erdészet irányítása során előkészítette az erdőrendezést, térképek, leírások és

fahasználati tervek készítését indítványozva. 1870-ben „az államvagyon kezelése és értékének növelése körül szerzett érdemei elismerésül” magyar nemességet kapott.

Az első modern erdőtörvényünket, amelynek elméleti alapjait Divald Adolf dolgozta ki, 1879-ben fogadta el a magyar országgyűlés. Ez az erdőtörvény az első, amely kifejezetten rendelkezik az erdőrendezésről és üzemterv készítéséről. Az erdőrendezés tudományának fejlődése és törvénybe iktatása pedig a faanyag-orientált üzemtervezés kibontakozását hozta, így további utasítások sorát adták ki ebben a tárgykörben.

A XX. században a hozamszabályozás módszerének előtérbe kerülésével az országos szintű adatfeldolgozás nagyobb hangsúlyt kapott. 1906-ban a Földművelésügyi Minisztérium kiadta az *Utasítás a kincstári erdőkre vonatkozó gazdasági tervek, üzemnyilvántartási könyvek és üzemátvizsgálási munkálatok alaki berendezésének egyszerűsítése tárgyában* című előírását. 1920-ban rendeletben bocsátották ki az új *Erdőgazdasági üzemtervezési utasítást*, amely az új hozamszabályozási elmélet szerint a tartamosságot a meglévő korosztályviszonyok alapján biztosította, valamint eltörölte a vágássorozatok kialakítását.

Az erdőkről és a természetvédelemről szóló 1935. évi IV. tc. IV. fejezete az *Erdőgazdasági üzemtervek* címet viselte, és a teljes erdőterületre üzemterv szerinti gazdálkodási kötelezettséget írt elő. A második világháború után a megmaradt erdőterületeken a központosított gazdálkodás bevezetése volt a cél. A 600/1945. számú Kormányrendelet először a 100 katasztrális holdnál nagyobb, magántulajdonban, majd később a közösségi tulajdonban lévő erdők állami tulajdonba vételét rendelte el. A feladat végrehajtásában szerepet kaptak az állami erdőigazgatóságok erdőrendezőiségei. Ők végezték a birtokpolitikai kérdések tisztázását, az állami tulajdonba vett erdők területi adatainak beszerzését és az átvett erdőterületek térképvázlatainak elkészítését. Megalakultak a Magyar Állami Erdőgazdasági Üzemek, ahol a feladatokat négy szakosztály között osztották fel:

1. Mérési és térképezési szakosztály,
2. Erdőbecslési szakosztály,
3. Üzemtervkészítési szakosztály,
4. Üzemnyilvántartási szakosztály.

1946-ban a MÁLLERD vezetése az erdőgazdálkodás helyes vitele érdekében elrendelte az egyes erdőgondnokságokhoz tartozó állami tulajdonú és állami kezelésben lévő erdőkre az erdőleltár készítését, amely az adatgyűjtő lapokon a területi adatokon kívül a faállományviszonyokat (fafaj, kor, fatömeg, koreloszlás) is megközelítő pontossággal tárgyalta. Az adatfelvételt az erdőgondnokságok végezték, és az erdőrendezőiségek összesítették. Ez biztosította azt az alapot, amely előbb ideiglenes üzemtervekhez, a későbbiekben pedig rendszeres, általános érvényű üzemtervekhez vezetett.

Az 1952-ben megalakult Állami Erdőrendezési Intézet 1953-ban kiadott *Erdőgazdasági Üzemrendezési Utasítása* indította el az üzemtervek alkalmazását. A munkát tíz állami erdőrendezőiség végezte. A tudomány és a technika fejlődésével bevezették a gépi adatfeldolgozást, így az 1970-ben kiadott *Üzemtervezési útmutató* már a számítástechnika alkalmazá-

sával készülő üzemtervekről szólt. Az állami erdőrendezőségek alapadatainak felhasználásával készült el 1972-ben a MÉM Erdőrendezési Főosztályának kiadásában a háromkötetes *Erdőleltár 1970* – ez az 1953 és 1970 között leltározott erdőket tárgyalja.

Mindeközben bontakozik ki az a nagy területű erdőleltár, amelynek felvételi módszertana már eltér az erdőrésztlet szintű erdőtervezéstől. A nagy területű erdőleltározás, statisztikai elemzés és prognóziskészítés már nem közvetlenül a napi erdőgazdálkodást szolgálja.

A rendszeres nagy területű erdőleltár iránti igény Európában a XX. században jelent meg. A felvételi módszerben rejlő lehetőségeket hamar felismerték a kor szakemberei, és egyre szélesebb körben alkalmazták a kontinensen. A nagy területű erdőleltározás lehet rendszeres vagy egyszeri; a felvétele lehet teljes körű, mintavételes vagy kombinált. Mind az európai, mind a hazai viszonyok között jellemző a több évre elhúzódó felvételi időszak. Ekkor az adatok összesítése után a taxációs időszak közepére számítható átlag.

Míg a jellemzően fenyvessel borított országokban az erdőleltár már hőskorát élte, addig hazánkban 1961 előtt csak alkalmanként került sor egy-egy országos erdőleltározásra, rendszeresen ismétlődő nagy területű erdőleltárról nem beszélhetünk. Ennek hazai bevezetésére az első javaslatok 1962–63-ban készültek el, az első munkára viszont csak 1967–69-ben nyílt lehetőség a közel 320 000 ha kiterjedésű Szombathelyi Erdőgazdaság területén, ahol 80 000 hektáron kísérleti célú erdőleltározás történt. A terület közel 90%-áról friss, 1:10 000-es méretarányú topográfiai térkép állt rendelkezésre. A mintavételi módszer a vonalas próba és a körös próba kombinálása volt, a vonalszakaszok pedig szisztematikus és véletlenszerű mintavétellel kerültek kiválasztásra. A számításokhoz a DR. SOPP LÁSZLÓ-féle fatömeg-táblák függvényesítése volt szükséges, amely alapján ez a leltározási kísérlet 95%-os valószínűségi szinten $\pm 10\%$ -os pontossággal a korábban kimutatottnál jóval nagyobb, 1,5-szeres élőfakészletet eredményezett. Mindemellett a körmendi erdőszet kísérleti üzemtervezéssel kapott élőfakészlete és az azonos területre vonatkozó erdőleltározás 80 próbakörével kapott élőfakészlet csaknem teljesen megegyezett. Ez igazolta a kísérleti üzemterveknél alkalmazott élőfakészlet-meghatározási módszer helyességét.

A nagy területű erdőleltár – a kísérlet tapasztalatai szerint – a következő feladatok gyors és megbízható megoldására kínált lehetőséget:

- a teljes körű adatfelvétel pontosságának ellenőrzése;
- fatermési táblák ellenőrzése, pontosítása;
- az átmérőeloszlás megállapítása és vizsgálata;
- növedékvizsgálatok elvégzése;
- országos tervezés alapadatainak előállítása.

Annak ellenére azonban, hogy a kísérlet sikeres volt, még jó néhány esztendőnek el kellett teltie ahhoz, hogy országosan is bevezetésre kerüljön egy hasonló eljárás. A késedelem arra vezethető vissza, hogy a magasabb szintű és az erdőszetpolitikai tervezés iránti igény csak később jelent meg, az erdőgazdaságok pedig megelégedtek az erdőtervi adatokkal.



2. kép: EVH mintavételi terület

Az FNM mintavételi hálóját az EVH-hálózat besűrítésével állt elő. Az így kialakított 2,8×2,8 km-es sűrűségű háló mintapontjai teljeskörűen 5 év alatt kerültek felvételre. Országos és térségi szintű növeked adatok a második felvétel megkezdésével a hatodik év után, a rendszer nyújtotta legnagyobb biztonsággal pedig 10 év elteltével álltak rendelkezésre. A növekedés változását a harmadik felvételi ciklus megkezdése után – a legnagyobb biztonsággal 15 év elteltével – lehetett elemezni.

Az első terepi felvételek 1992–93 telén, a vegetációs időn kívül, az országos mintapontok egyötödén zajlottak, így 1998 tavaszára a teljes ország megmintázásra került. A szakmai kidolgozás DR. FADGYAS KÁLMÁN nevéhez fűződik. A gyakorlatban számos nemzetközi mintát sikerült a hazai viszonyokhoz adaptálni, így a későbbiekben az európai szintű adat-szolgáltatásokhoz a fogalom- és paraméterharmonizációk is eredményesek voltak, illetve néhány vonatkozásában még napjainkig is tartanak.

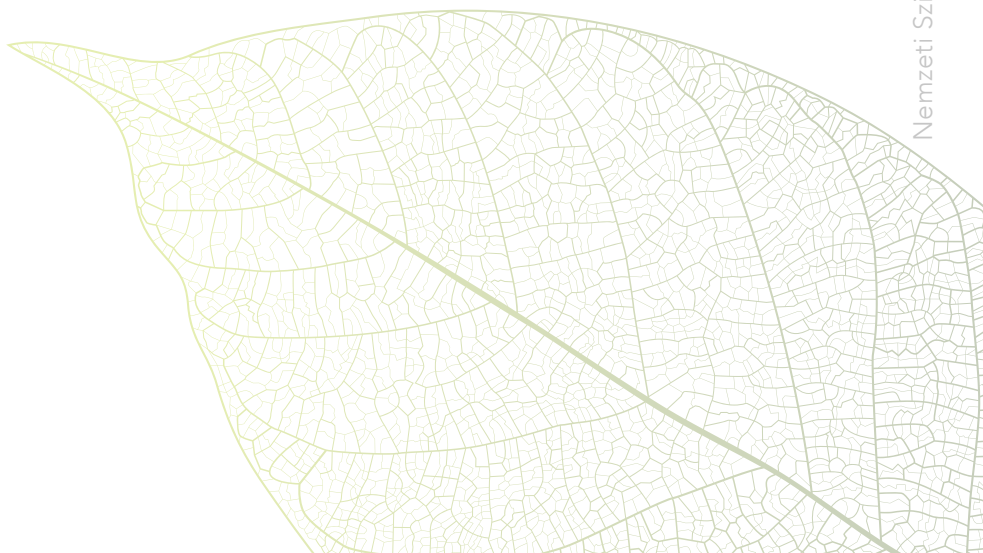
Az FNM-mel indult meg az a felvételi evolúció, amely módszertani és technikai fejlődésen, valamint intézményi változásokon átívelően elvezetett a jelenlegi hazai erdőleltár, az NFI kialakulásához. Az NFI már egy nemzetközi sztenderdhez és egy európai szinten harmonizált metodikához igazodó, statisztikai alapokon nyugvó nagy területű erdőleltár, korszerű hardver- és szoftvereszközökkel megtámogatva. A mintavétel egyik legfőbb sajátossága, eltérése az FNM-hez képest, hogy minden – nem csak adattári – erdőterületre kiterjed. Így teljes képet ad a hazai erdőkről és a bennük folyó erdőgazdálkodásról.

A szisztematikus, próbateres mintavételű erdőleltár az 1980-as évek végén új megközelítéssel került előtérbe, és a Faállományok Növekedésének Megfigyelésével folytatódott. A program célja a magyar erdők növekedésének konkrét mérések alapján történő megállapítása, továbbá a növekedés időbeni változásának vizsgálata volt. Az első országos szisztematikus hálózat kitűzése 1988-ban, az egészségi állapot-monitoring (EVH) kapcsán valósult meg, ahol egy 4×4 km-es hálózat rácspontjain történt a felvételezés (2. kép).

Ez kifejezetten az európai erdők egészségi állapotának felmérését célozta az ICP Forests iránymutatásai alapján, a feladatban hazánk a kezdetektől (1985-től) részt vett.

1992-től 2009-ig jellemzően erdőtervező szakemberekből álló regionális csoportok végezték az FNM-felvételezéseket, kezdetben a MÉM ERSZ, 1996-tól az ÁESZ, majd 2008-tól az MGSZH adta intézményi keretek között. Szervezeti átalakítások következtében 2010-től az MGSZH, majd 2012-től a Nébih EI szakembereiből felállított munkacsoportok folytatták a terepi adatgyűjtést egészen 2019-ig, amikor is – újabb szervezeti átalakulás következtében – a munka változatlan gárdával, de új intézményi háttérrel, immár a Nemzeti Földügyi Központ Erdészeti Főosztálya szervezésében folytatódik. A felvételi munkát végzők számának csökkenését is ellensúlyozandó – 2017-ben a mérőeszközöket korszerűbbre cserélve – növekedhetett a terepi adatgyűjtés hatékonysága.

A nagy területű erdőleltározás fontos előrelépés a hazai erdőrendezés terén, hiszen nemcsak gyors és pontos adatszolgáltatást biztosít, hanem az erdőtervezés regionális és országos szintű ellenőrzését is segíti. Az NFI mára nemzetközi szinten is nélkülözhetetlen adatokat biztosít, és megbízhatósága révén alkalmas gazdasági, ökológiai és szakmapolitikai döntések megalapozására.



2. AZ ERDŐLELTÁROZÁS MÓDSZERTANA

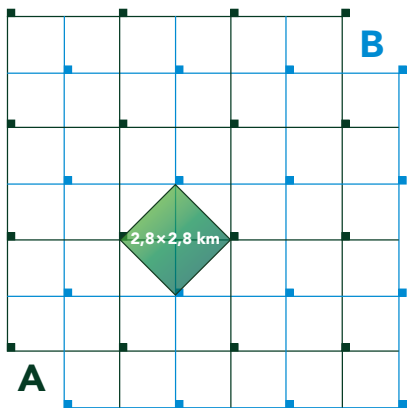
2.1. Általános módszertani alapelvek

A nemzeti szisztematikus erdőleltár az ország teljes területén zajló erdészeti monitoring, amely az erdei ökoszisztéma számos elemét részletekbe menően írja le, elsősorban természetesen a vegetációhoz kapcsolódóan. Módszertanában sikeresen ötvözi az állandóságot és a rugalmasságot, ami biztosítja, hogy az adatok nagyobb tér- és időléptékben is összehasonlíthatók maradjanak, ugyanakkor a mindenkori adatszolgáltatási igényekben jelentkező változások is beépíthetők legyenek a metodikába. Dinamikus módszertanának köszönhetően lehetőséget biztosít arra, hogy az egyes monitoringvizsgálatok – a faállományok egészségi állapotának felmérése, a vadállomány okozta károk regisztrálása, az erdőkárok, valamint a karantén károsítók nyomon követése, a természetesség felmérése – bizonyos elemeit egyesítse, ezáltal egy rendkívül sokoldalú rendszert hozva létre. Módszertanában igazodik a nemzetközileg elfogadott gyakorlathoz, így lehetővé teszi az európai szintű harmonizált, összevethető adatszolgáltatást. További előnye, hogy a felmérés túlmutat az erdőtervezett területek határain, így az ország erdeiről átfogó képet kapunk művelési ágtól és tulajdonviszonyoktól függetlenül.

A metodika alappillére az egyedszintű felvételezés, amely egy jól behatárolható és átlátható mintaterületen zajlik, az így kapott adatok pedig statisztikai módszerekkel kiterjeszthetők az ország teljes területére. A módszertanból adódóan az erdőleltár ideális esetben országos, de erdészeti táj vagy akár erdőtervezési körzetszintű adatszolgáltatásra is alkalmas, ennél kisebb léptékben azonban nem célja az erdőterületek reprezentatív leírása. Az NFI az elmúlt 10 évben az Adattárral párhuzamosan, azt kiegészítve és attól – a metodikai különbségekből adódóan – alapvetően eltérő célokat szolgálva létezett. Az erdőleltár bizonyos változók (l. később) tekintetében támaszkodik az Adattárra, ugyanakkor országos szinten több mint 200 ezer hektár nem erdőtervezett területről is szolgáltat információt.

2.2. A mintavételi háló, a mintapontok rendszere, a mintapont felépítése

A Magyarországon zajló szisztematikus erdőleltározás mintavételi hálójának alapja egy 1988-ban lefektetett 4×4 km-es rácsháló, amely eredetileg az Erdővédelmi Hálózat (EVH) mintapontjait volt hivatott kijelölni. 1993-ban a rácspontok eltolásával egy alap (A jelű) és egy eltolt (B jelű) rácsháló állt elő, ezáltal megnyílt a lehetőség a kétszeres mintavételi intenzitásra.

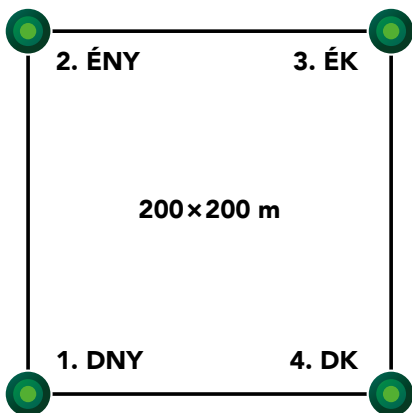


2. ábra: Az NFI-ben használt A és B rácsháló

megelőző elemzések eredményeire (bővebben I. 2.6. fejezet), a választás a felvételi adatok megbízhatóságát, reprezentativitását, ezáltal felhasználhatóságát jelentős mértékben növelő hálósűrítésre esett. Az így létrejött 2×5 éves ciklus eredményei egymástól függetlenül, de a 10 év adatai összevontan is feldolgozhatók, értékelhetők.

Az A és B rácshálók a hálónalak felezőpontjaiban metszik egymást, így összességében egy 45°-kal elforgatott, 2,828×2,828 km-es hálót hozva létre (2. ábra).

Hazánkban 2010-re datálható a jelenlegi – a már nemzetközi sztenderdnek is eleget tevő – szisztematikus erdőleltár bevezetése, amelynek felvételei 2014-ig az A háló mintapontjain zajlottak (első 5 éves ciklus). A ciklus lezárása után stratégiai döntéshelyzet alakult ki: az egyik irány a felvételek 5 éves ciklusokban történő ismétlése, a másik a B háló mintapontjainak felhasználásával a mintavételi intenzitás megkétszerezése volt. Tekintettel a döntést

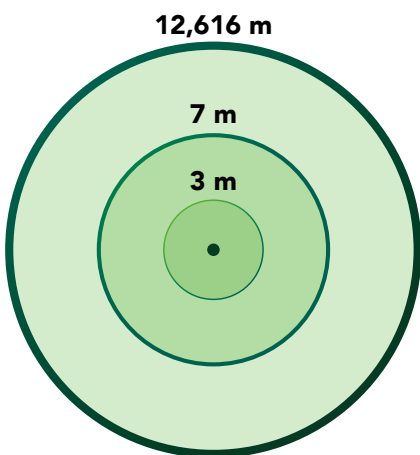


3. ábra: A trakt felépítése 4 darab mintaponttal

annak függvényében, hogy azok milyen minősítést kaptak az előzetes, illetve a terepi vizsgálat során. Így ha a trakt DNY-i pontja, vagyis a hálópont nem esik erdőterületre, akkor is felvételezésre kerül a trakt többi, erdőterületre eső mintaterülete.

Az alkalmazott mintavételi hálók metszés-pontjaiban 4 darab, egymástól 200 méter távolságban lévő potenciális mintavételi terület (mintapont) foglal helyet, amelyek ún. traktot alkotnak (3. ábra).

A trakt DNY-i (1-es) sarokpontja felel meg a mintavételi háló rácspontjának, innen az óramutató járásával megegyezően vannak számozva, valamint a fő égtájak szerint elnevezve a további mintapontok. A trakt nem kezelendő egy mintavételi egységként. A mintapontok traktszerű elrendezése mindössze a munkavégzés hatékonyságát növeli. Mivel a trakton belül az egyes mintaterületek önállóak, így 0–4 között változhat a mintázandó pontok száma



4. ábra: A mintakör felépítése a koncentrikus szegmensekkel

A trakt négy sarokpontja az állandó (12,616 m) sugarú mintakörök középpontja, melyek területe egyenként 500 m², ez a teljes mintavételi terület (4. ábra).

A terepi munka hatékonyságának növelése érdekében a mintaterület további koncentrikus mintakörökre (ún. szegmensekre) van felosztva, melyekben más-más átmérőhatárral kerülnek megmintázásra a faegyedek (1. táblázat). Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy a vékonyabb egyedeket kisebb mintaterületen vizsgáljuk. Ezzel a módszerrel csökkenthető a felvételezésre fordított idő, anélkül, hogy a paraméterek statisztikai megbízhatósága jelentősen romlana.

	Sugár (m)	Terület (m ²)	Átmérőhatár (cm)
1. kör	3	28,3	≥ 7
2. kör	7	154	≥ 12
3. kör	12,616	500	≥ 20

1. táblázat: A koncentrikus mintakörök (szegmensek) sugara, területe és a hozzájuk kapcsolt átmérőhatárok

2.3. Előkészítés, a mintapontok osztályozása

A terepi felvételezés megkezdése előtt műholdfelvételek segítségével előkészítő munka zajlik, amely során az elméleti háló metszéspontjai leválogatásával meghatározásra kerül a potenciális mintapontok halmaza. Ez azokat az 500 m²-es mintaköröket jelenti, amelyek megfelelnek a szisztematikus erdőleltározás feltételeinek (erdőterületre esnek), illetve az előzetes osztályozás során egyértelműen ki nem zárhatók. Tekintettel arra, hogy az erdőleltározás más rendszerektől függetlenül zajlik, az elővizsgálat az ország egészére kiterjed, vagyis a mintapontok kiválasztásánál elvonatkoztatunk az erdőtervi térképtől, az onnan kapott információkat csak segédinformációként használjuk.

Mivel egy mintapont jelentős területet reprezentál, ezért kiemelt figyelemmel kell lenni arra, hogy egyetlen olyan helyszín se maradjon ki a terepi felvételezésből, amely paramétereit tekintve kielégíti a mintavételezésre vonatkozó feltételeket. Ez úgy biztosítható, hogy az előkészítési munka során a vizsgált pontokat két részre osztjuk, vagyis „on screen”

módszerek segítségével elválasztjuk a teljes bizonyossággal nem erdőleltári mintapontokat az összes többitől. Ez utóbbiak az ún. terepi pontok, melyek mindegyikét fel kell keresni, és a helyszínen kell eldönteni, hogy a módszertan alapján szükséges-e a felvételezés elvégzése. A terepi pontok között szerepelnek tehát a minden kétséget kizáróan erdőterületre eső mintapontok, valamint a bizonytalansággal terhelt, pl. a fával borított terület határán lévő (pufferzónába eső) pontok is, melyek besorolása csak a terepi felkeresés során egyértelműsíthető.

A munka megkezdésének előfeltétele az erdőterület definiálása, amely nemzetközi FAO / COST E43-kritériumokon alapszik. Eszerint *erdőterületnek* nevezzük a méretét tekintve 0,5 hektárt meghaladó, egyidejűleg minimum 20 méter szélességű faállománnyal borított területet, ahol a faállomány lombkorona-záródása a 10%-ot meghaladja. A definíció szerinti faállománynak az erdei fafajok egyedei által alkotott fák összességét tekintjük. Az időszakosan faállománnyal nem borított (pl. tarvágás utáni), a fenti területnagyságra vonatkozó kritériumoknak megfelelő terület szintén erdőnek minősül.

Amennyiben az erdőterület méretbeli kritériumainak teljesülése mellett a faállomány záródása 5–10% közötti, miközben a fák és cserjék együttes záródása eléri a 10%-ot, *egyéb fával borított területről* (OWL1 – Other Wooded Land) beszélünk. Amennyiben a faállomány záródása nem éri el az 5%-ot, de a fák és cserjék együttes záródása meghaladja a 10%-ot, a területet *cserjésként* (OWL2) definiáljuk.

A potenciális mintapontok terepi felkeresése során a pontközép azonosítása után az első teendő annak felülvizsgálata, hogy a mintavételezés valóban indokolt-e, vagyis a pont erdőterületre esik-e, és annak mekkora a területi kiterjedése. A területnagyságra vonatkozó el-

várás vizsgálatához első körben szükséges az erdőterület lehatárolása, vagyis alapján véve el kell dönteni, hogy mely faegyedek tartoznak a lehatárolt területhez. Erre vonatkozóan az elvárás az, hogy az egyedek tövei közötti távolság maximum 20 méter lehet, illetve az így meghúzott határvonal önmagához (a terület bezárásától eltekintve) nem térhet vissza. Vonalas alakú fával borított területek (erdősávok) esetében a 20 méteres szélességbeli korlátot a mintavételi középpont vonalában kell értelmezni. Amennyiben úgy ítéljük meg, hogy a terület megfelel a méretbeli kritériumoknak, a következő lépés a záródás becslése. A záródás meghatározásánál a faegyedek lombkorona-határvonalának függőleges vetülete az irányadó, lényeges továbbá, hogy



3. kép: Állandósított mintapont a pontközepet jelző rúddal és festett fával

a lombkorona áttörtségét figyelmen kívül kell hagyni, valamint függőleges átfedés esetén a vetület csak egyszer számítandó be.

Abban az esetben, ha az előzőekben részletezett terület- és záródásvizsgálat után a pontot erdőterület státuszúnak ítéljük, megtörténik a mintapont állandósítása (3. kép). A pont közepét vascövekkel jelöljük, amelynek jövőbeni felkeresését megkönnyítendő megfestésre kerül 3 mintafa, amelyek lehetőség szerint egy egyenlő oldalú háromszögben helyezkednek el a középpont körül. Festett fák a feltehetőleg 5-10 év múlva is fellelhető egyedek lesznek.

Ha mintafák megfestésére nincs lehetőség, akkor egyéb, ún. referenciapontokkal (pl. oszlop, nagyobb szikla megfestésével) is jelölhető a mintapont.

2.4. Eszközök, technikai háttér

A felmérés modern eszközparkkal (Getac F110 terepi tablet, TruPulse 360 R lézeres távolságmérő és kompasz) valósul meg (4. kép), amihez háttértámogatásként a Field-Map (továbbiakban: FM) szoftvercsalád csatlakozik. Az FM Project Manager lehetőséget biztosít egyedi, terepi adatrögzítésre alkalmas adatgyűjtő környezet kialakítására, amit projektnek nevezünk, és ami tulajdonképpen egy szoftveralkalmazás.



4. kép: Az eszközpark „bevetés” alatt

A projektet az *FM Data Collector*ban futtatva történik a leíró és térképi terepi adatok rögzítése (5. ábra), ahol lehetőség van továbbá a felvett adatok mérés közbeni és a mintapont felvételét követő utólagos ellenőrzésére is.

A szoftvercsalád harmadik tagja, az *FM Inventory Analyst* a terepen begyűjtött adatok statisztikai elemzését teszi lehetővé. Az FM alkalmazás legnagyobb előnye az integritás, vagyis az, hogy az adatok gyűjtése és elemzése ugyan környezetben zajlik, nincs szükség adatkonverzióra, így az abból adódó hibák sem jelentkeznek. A mintapontok felkeresése jelenleg kézi GPS-készülékkel történik (Garmin GPS-MAP 64S), amely a tapasztalatok alapján megfelelő pontosságot biztosít a pontközép elfogadható hibahatáron belüli felleléséhez.

A tájékozódás további támogatásaként rendelkezésre állnak erdőtervi térképek, az előkészí-

tés során a Google műholdfelvételeiből kimetszett képrészletek (ún. képkivágatok), valamint megközelítési leírások és az előző években elmentett GPS-tracklogok.

látozott lehetőség van, mivel a felmérés nem terjed ki minden változó részletes vizsgálatára. Néhány adat kizárólag a statisztikai kiértékelés miatt és háttér-információként kerül feltüntetésre, ilyen a tulajdonforma, a rendeltetés, illetve a természetesség, ezek módosítás nélkül átvételre kerülnek az Adattárból, és maradnak a projektben. Az erdőleltározás módszeréből következően vannak olyan pontok, amelyek nem erdőtervezettek, így az Adattárban nem szereplő területre esnek. Ezen pontokhoz értelemszerűen az előbbieken felsorolt információk nem kapcsolhatók.

A mintaterület földrajzi koordinátái alapján az elhelyezkedésre vonatkozó adatok a következőkre terjednek ki: igazgatóság, helység, megye, erdészeti nagytáj, erdészeti táj, erdészeti kistáj, erdészeti körzet, nemzeti park.

Az általános és termőhelyi paraméterek meghatározása után már állományszinten vizsgálódunk. Elsőként egy státusz szerinti besorolás történik, mely lehetőséget biztosít a faállomány elsősorban méret szerinti durva elkülönítésére. A mintaterület státuszát tekintve megkülönböztetünk (1) *Faállománnyal borított*, (2) *Vágásterület*, (3) *Záródáshiányos*, (4) *Nem mintapont*, (5) *Felvétel akadályozva*, (6) *Kisfás*, (7) *Fiatal állomány* besorolási pontokat.

Amennyiben a mintaterületen található legalább egy mintafa (azaz olyan, minimum 7 cm-es mellmagassági átmérőjű egyed, amely a szegmensekben alkalmazott átmérőhatárokat figyelembe véve megmértázásra kerül), a mintaterület státusza *Faállománnyal borított*. *Vágásterületnek* minősítjük a pontot, ha a mintaterületről a fák kivágásra kerültek, tehát se mintafák, se kisfákat nem találunk. A terület *Kisfás*, ha kizárólag 7 cm-es mellmagassági átmérőnél vékonyabb egyedek találhatók rajta, továbbá *Fiatal állománynak* minősítjük, ha ugyan van 7 cm-esnél vastagabb egyed, de az a mintaterület olyan szegmensében helyezkedik el, ahol nem felel meg a megadott átmérő-kritériumnak, ezáltal nem minősül mintafának. Ritkán fordul elő olyan szituáció, amikor a pont egy 0,5 ha-nál kisebb, elsősorban termőhelyi okok miatt kialakult záródáshiányos foltra esik, amelyen se mintafák, se kisfák nem találhatók, ekkor a pont *Záródáshiányos* minősítést kap. A *Felvétel akadályozva* státusz esetén a pont egyértelműen erdőterületre esik, viszont a felvétel bizonyos – regisztrálandó – okok miatt nem kivitelezhető. Amennyiben a pont státusza erdőterület, de mintaterület mégsem hozható létre (pl. pontközép erdőterületre esik, de 50 m²-nél nagyobb egyéb területtel is érintett a mintaterület, és ezen az állapoton eltolással sem lehet változtatni), akkor a *Nem mintapont* besorolás szükséges.

A mintaterület durva besorolása után már részletesebb jellemzés következik. Elsőként az aktuális erdőtársulás meghatározása valósul meg, amennyiben a mintaterület státusza *Faállománnyal borított* vagy *Fiatal állomány*. Az aktuális erdőtársulás kiválasztása 23 fő-, valamint 101 alkategóriát tartalmazó listából történik.

Emellett sor kerül a potenciális természetes erdőtársulás meghatározására is, ami nagy szakértelmet igénylő feladat, számos változó együttes mérlegelésével valósítható meg. Ehhez segítséget nyújt a Járó-táblában található termőhelyi jellemzők (klíma, hidrológia, genetikai talajtípus, termőréteg-vastagság, fizikai talajféleség, vízgazdálkodási fok) alapján

kapott célállomány-javaslat, valamint az adott erdészeti tájrészletben előforduló természetes erdőtársulások listája.

Az állomány tekintetében számos egyéb változó – záródás (5. kép), színtezettség, cserjék és lágyszárúak borítása és eloszlása, elhalt ág borítása és eloszlása – kerül felvételre.



5. kép: A záródás a lombkorona vetülete alapján kerül megítélésre

Külön kiemелendő, hogy az NFI együttműködve az Országos Erdőkár Nyilvántartással vizsgálja az erdőrészletek erdőkárral való érintettségét, s ezáltal ellenőrzi az erdőkár-bejelentések hitelességét. A felvételezőknek lehetőségük van továbbá az újonnan detektált károk erdővédelmi kárbejelentő lapon történő rögzítésére is (6. kép).

A karantén (zárlati) károsítók jelenlétének detektálása szintén kulcsfontosságú, hiszen a védekezés sikerességét nagyban elősegítheti a károsítók terjedésének korai szakaszában történő észlelés és intézkedés.

A felvétel következő szintje a mintafáké. A mintakörön belül a polárkoordinátájuk alapján rögzítésre kerül minden – a fent részletezett szegmensek mellmagassági átmérő kritériumainak megfelelő – élő fa és álló holtfa. Kivétel nélkül az összes mintafára vonatkozóan megadjuk a következő változókat: mellmagassági átmérő, fafaj, státusz (élő / holt / fekvő élő), eredet, szociális helyzet, a levélvesztés mértéke, törzsmínőség, a korona és a törzs épsége és az egyed kora.



6. kép: NFI-felvétel során detektált, Észak-Amerikából származó biotikus károsító, a tölgy csipkésposloska (*Corythucha arcuata*) és tipikus kárképe

Magasságmérés egy mintaponton minimum 5 mintafánál történik. A cél az, hogy a megadott szabályrendszer alapján olyan – faj és átmérő tekintetében a teljes állományt reprezentáló – fák magassága kerüljön meghatározásra, amelyek alapján biztosított a megfelelő pontosságú magassági görbe illesztése a mért adatokra. Ez a módszer növeli a felvétel hatékonyságát, hiszen ily módon nincs szükség az összes mintafa lemérésére. Fontos, hogy a korona- vagy törzstörött egyedeknél minden esetben meghatározásra kerül a famagasság, azért, hogy a fatérfogat számítása ez alapján a valós érték alapján történjen.

Az eredetet a hatályos *Erdőtervezési Útmutatóban* leírtak szerint határozzuk meg, vagyis lehetőség van mag, gyökérsarj, tuskósarj választására, hálózatos állomány esetén pedig extra paraméterként megjelenik a hálózat kiosztása (pl. 4×4 méteres).

A mintafák szociális helyzetének leírásához a Kraft-féle osztályozási rendszer 5 fokozatú skáláját alkalmazzuk, amely szerint a fa lehet (1) kimagasló, (2) uralkodó, (3) közbeszorult, (4) alászorult és (5) elnyomott.

A levélvesztés mértékének meghatározása tulajdonképpen az egyed egészségi állapotának jellemzését szolgálja, és kizárólag az 1–3. magassági osztályba tartozó mintafák esetén történik. Az egészségi állapot meghatározásánál teljesen kilombosodott állapotban a lombkorona felső kétharmadát vizsgáljuk, és összesítve ítéljük meg a lombkoronát érintő károkat,

a következő kategóriákat alkalmazva (zárójelben a levélvesztés százalékos mértéke): a lombkorona lehet egészséges (< 10%), gyenge (10–25%), közepes (25–60%), erős (> 60%) levélvesztésű.

A törzsmínőség a 16 cm-es mellmagassági átmérőt elérő mintafák esetén kerül értékelésre, ami alól természetesen kivételt képeznek a holtfák és a törzs- vagy koronatorított egyedek. A minőségbecslés két részből tevődik össze: meg kell határozni – a teljes fámagasság felét tekintve alapul – az iparifa arányát, valamint a faanyag minőségi osztályát. A félmagasság bevezetésére azért volt szükség az értékelésben, mert a törzs felső részét képező vékonyabb iparifarészek valószínű jelenléte miatt torzulna az eredmény a gyengébb minőség irányába.

A kor megadására szintén mintafánként van lehetőség, mely – abban az esetben, ha a mintafa faja megegyezik az Adattárban az erdőrészletre megadott fafajjal – történhet az adattári érték átvételével (pl. feltételezhetően egykorú állományok esetén), továbbá az előző (FNM-) felvétel során rögzített kor elfogadásával, illetve évgyűrűszámolással vagy szakértői becsléssel. Amennyiben fennáll a gyanú, hogy az állomány nem egykorú, esetleg bizonyos okok miatt az adattári érték nem tűnik elfogadhatónak, vagy nem áll rendelkezésre (pl. nem erdőtervezett mintaterületen), mindenképpen évgyűrűszámolással kell pontosítani az itt megadott változót.

A mintafák után az újulati szint is górcső alá kerül. A felvétel tárgya minden – a mintakör középpontjától számított 3 méteres sugarú körön belül található – 7 cm-es mellmagassági átmérőnél vékonyabb, ún. kiska. A kiskákat 3 magassági osztályba soroljuk: az 50 cm alattiak, az 50–200 cm közöttiek és a 200 cm felettiek. A felvétel során magassági csoportonként, azon belül fafajonként meg kell adni az egyedszámot, mm-es pontossággal a becsült átlagátmérőt, továbbá a vadragott csúcscrügyű kiskák számát.

Az NFI számos olyan, az erdei ökoszisztémák szempontjából kiemelt jelentőségű változó részletes felmérését is magában foglalja, amelyek kulcsfontosságúak a biodiverzitás, a természetesség vagy éppen az erdei mikroélelőhelyek (mikrohabitatok) vizsgálata szempontjából.

A cserjék teljes körű felmérése az 500 m²-es mintakörön belül egy 89 fajt tartalmazó lista alapján történik, melyből 7 faj invazív. Emellett a mintapont területére vonatkoztatott cserjeborítást és -eloszlást, valamint az invazív cserjék relatív arányát is meg kell adni.

A lágyszárúak esetében nem cél teljes fajlista készítése, ezáltal a diverzitás maradéktalan leírása, sokkal inkább a talaj kémhatását, vízgazdálkodását, nitrogéntartalmát jellemző, úgynevezett *típusjelző fajok* (7. kép), valamint az invazív taxonok felkutatása a felmérés fő feladata. A mintavételi területen nagyobb tömegességgel előforduló fajok megkülönböztetésére 2018-ban bevezetésre került a domináns / nem domináns státusz is.

A természetvédelmi szempontból kiemelt jelentőséggel bíró invazív fajok relatív borításaránya – a cserjékhez hasonlóan – itt is rögzítésre kerül.

A fafajdiverzitás maradéktalan leírása érdekében az ún. egyéb fák paraméter is bevezetésre került, amelynek keretében lehetőség van azon fajok rögzítésére, melyek sem mintafaként, sem kiskaként nem szerepeltek a felvételben, de a mintaterületen jelen vannak.



7. kép: Száraz termőhelyek jelző faja, az ágas homokliliom (*Anthericum ramosum*)

Az NFI keretein belül megvalósított holtfa-felvétel – amely kiterjed az álló és fekvő holtfák, valamint a tuskók felmérésére is – országos szinten egyedülálló részletességűnek mondható. A mintakörön belül felvételre kerül minden, minimum 1 méter hosszan minimum 10 cm vastagságot elérő fekvő holtfa, melyeket a mintafákhoz hasonlóan polárkoordinátával rögzítünk.

Minden egyes holtfa esetén meg kell adni a korhadtságot egy 5 fokozatú skálán, valamint a lombos/fenyő státuszt (típust). A tuskók felvétele a minimum 20 cm átmérőjű, 1,3 méternél alacsonyabb tuskókra korlátozódik (az 1,3 méteres magasságot elérő, megfelelő átmérőjű holtfák mintafaként kerülnek felvételre). Fontos megjegyzendő, hogy az NFI-felvételek során nem különböztetjük meg a vágott és törött felületű tuskókat, egyedül az előbbi két kritérium

alapján kell dönteni a mintába kerülésről. A rögzítendő változók a tuskó átmérője, magassága, korhadtsági foka, valamint a típusa.

A Soproni Egyetem szakembereivel együttműködve 2018-ban kezdetét vette egy kibővített, NFI-adatokon nyugvó erdőtermészetesség-értékelő módszer kidolgozása, számos, az erdők összetételére és szerkezetére vonatkozó adat felhasználásával. Ennek támogatására került bevezetésre a mintakör környezetét jellemző ún. beágyazottság paraméter – célja a viszonylag kis mintavételi terület adatainak kiterjesztése. Az így vizsgált 50 méter sugarú körben becsüljük a természetszerű és nem természetszerű erdő, valamint a természetszerű cserjés/gyep/víz és az egyéb kultúrterület arányát.

2.6. A módszer megbízhatósága, reprezentativitása

Az ország erdeinek felmérése akkor lenne a legpontosabb, ha minden egyes fát megmérnénk és összegeznénk. Ez nyilván lehetetlen, ezért különböző közelítő módszerekkel becsüljük az erdőterületet, a fakészletet és az egyéb jellemzőket. Az Országos Erdőállomány Adattár erdőrészlatszintű adatokat tartalmaz. Ezen adatok az egyes erdőrészek teljes területére vonatkozó átlagot képviselik. Ezzel szemben az NFI eredményeit mintavételezéssel, – az Adattárhoz képest – viszonylag kisszámú mintafán végzett nagy pontosságú mérések alapján kapjuk. Ezekből az adatokból származnak a jelen kiadványban is publikált különféle statisztikák.

Az NFI során nyert statisztikák – a mintavételezés jellegéből kifolyólag – hibával terheltek (mintavételi hiba). A mintavételi hiba, vagyis az adott statisztika megbízhatósága a konfidenciaintervallum kiszámításával számszerűsíthető. A konfidenciaintervallum jellemzője a konfidencia- (megbízhatósági) szint, amely azt mutatja, hogy az intervallum milyen valószínűséggel tartalmazza a becsülni kívánt jellemző tényleges értékét. Ennek megfelelően minél kisebb a konfidenciaszint, az intervallum annál szélesebb. A statisztikában legtöbbször 95%-os megbízhatósági szintű konfidenciaintervallumot használnak.

A mintavételi hiba két tényezőtől függ: a mintanagyságtól és a mintázandó jellemző változatosságától (variáciájától). Minél nagyobb mintát veszünk, illetve minél inkább egyöntetű az adott sajátság, a becslésünk annál megbízhatóbb, vagyis a konfidenciaintervallum annál kisebb.

Adott évben a felmérendő NFI-ponthalmaz kijelölése a reprezentativitás megőrzésének figyelembevételével történik. A 4×4 km-es hálót tekintve évente a pontok 1/5-e, az A és B hálót együttesen vizsgálva a pontok 1/10-e kerül be a vizsgálandó pontok halmazába, ami hozzávetőlegesen 1500 terepi felkeresést igénylő mintapontot jelent. Eszerint egy évre vonatkoztatva a rácsháló 8,9×8,9 km-es, a reprezentativitás pedig 2000 ha/mintapont, mely az 5 éves ciklust tekintve 400 ha/mintapont, az intenzívebb felvételnek köszönhetően pedig a 2×5 éves ciklus adatainak együttes vizsgálatával 200 ha/mintapont.

Mivel az NFI-ből nyerhető adatok közül az országos erdőterület az egyik leglényegesebb adat, a következőkben ennek kiszámításán keresztül szemléltetjük, hogy az alkalmazott hálósűrűség milyen megbízhatóságú becslést tesz lehetővé.

2.6.1. Az erdőterület mintavételi hibája

Az erdősültség standard hibája az alábbi képlettel számítható:

$$SE = m_e * \left(\frac{1 - m_e}{m_g} \right)^2 + \frac{(m_g - m_e) * \left(\frac{m_e}{m_g} \right)^2}{m_g - 1}$$

ahol

m_g = a vizsgált területre eső összes mintapont,

m_e = az abban erdőterületre eső pontok száma.

Az ehhez tartozó konfidenciaintervallum: $m_e \pm 1,96 \times SE$.

A 2010–2019 közötti felvételezési időszakot tekintve – az ország teljes területét vizsgálva – a 10 837 erdőterület minősítésű mintapontnak 2 167 400 ha erdőterület felel meg (200 ha/pont).

Figyelembe véve, hogy az ország teljes területén a hálókiosztás szerint 46 528 pont található, a fenti számításokat elvégezve az erdősültség standard hibája 0,00196. Az erdőterület standard hibáját ennek és az ország teljes területének szorzata adja, ami 18 235 ha, vagyis az ország erdőterülete 95%-os valószínűséggel 2 131 659 ha és 2 203 141 ha közé esik. A területbecslés relatív hibája $\pm 1,65\%$.

2014-ben, az első ciklus lezárásakor felmerült a kérdés, hogy érdemes-e megduplázni a mintavételi intenzitást. A két hálóra a fenti értékek összehasonlítását szolgálja az alábbi táblázat, melyben látható, hogy a tízéves felvételezés adatai alapján az erdőterület relatív hibája jelentősen kisebb, mint az ötéves ciklus esetén. Ez az eredmény is igazolja a hálózat sűrítésére vonatkozó döntést (2. táblázat).

	4×4 km-es háló	2,8×2,8 km-es háló
Összes pontszám (db)	23 029	46 528
Erdőterület-pontszám (db)	5 355	10 837
Erdősültség SE	0,00278	0,00196
Erdőterület SE	25 644	18 235
Erdőterület (ha)	2 142 000	2 167 400
Erdőterület relatív hibája (%)	2,35	1,65

2. táblázat: Különböző sűrűségű mintavételi hálók összehasonlítása

2.6.2. A megbízhatóság változása kisebb egységek esetén

Az NFI-ből nyert adatok csak egy bizonyos területnagyság felett kellően megbízhatók. A tájcsoportokat erdőterületük szerint csökkenő sorrendbe rendezve az látszik, hogy – a mintanagyság csökkenése miatt – a konfidenciaintervallum területhez viszonyított aránya az értékek csökkenésével egyre nagyobb (3. táblázat).

Erdészeti tájcsoport	Erdőterület (ha)	Konfidenciaintervallum		Relatív hiba (%)
Nagyalföld	706 600	687 473	725 727	2,7
Északi-középhegység	487 600	470 562	504 638	3,5
Dél-Dunántúl	391 000	375 310	406 690	4,0
Dunántúli-középhegység	291 400	277 480	305 320	4,8
Nyugat-Dunántúl	205 800	193 838	217 762	5,8
Kisalföld	85 000	77 079	92 921	9,3
Országos	2 167 400	2 131 659	2 203 141	1,6

3. táblázat: Erdészeti tájcsoportok erdőterülete (NFI 2010–2019)

Általánosságban is elmondható, hogy minél kisebb egységre kérünk adatokat, annál inkább csökken a megbízhatóság, de 10%-os relatív hibahatárig az adatok elfogadhatónak mondhatók. A fafajcsoportonkénti élőfakészletet vizsgálva bizonyos ritkább fafajcsoportok esetében már országos léptékben sem ritka a 20% körüli relatív hiba – természetesen ezeket az adatokat fenntartásokkal kell kezelni. Összességében fontos, hogy minden statisztika esetében meg kell vizsgálni a konfidenciaintervallum szélességét, és eszerint mérlegelni, hogy az adott statisztika elfogadható-e.

2.6.3. Trakton belüli mintapontok függetlenségvizsgálata

Az előzőekben már ismertetett – a felvételi munka hatékonyságának növelése érdekében született – traktos mintavételi módszer (l. 2.2. fejezet) alkalmazása miatt felmerül a kérdés, hogy mekkora hibát követünk el, ha random mintavételt feltételező számítási módszereket használunk. Ennek eldöntéséhez meg kell néznünk, hogy az egyes traktokhoz tartozó mintaterületek mennyire tekinthetők függetleneknek (térbeni autokorreláció).

A trakton belüli pontok függetlenségének megítéléséhez célszerű kétféle számítási módszert alkalmazni: a felvett adatokat egyszer úgy kezeljük, mintha teljesen függetlenek lennének a trakton belüli pontok (a későbbiekben pontonkénti számítás), majd a trakton belüli összefüggést is figyelembe véve egy kétlépcsős (a későbbiekben klaszteres) számítással készítjük el a kívánt statisztikákat (4. táblázat).

Régió	Fatérfogat	Klaszteres			Pontonkénti		
		Konfidenciaintervallum		Relatív hiba	Konfidenciaintervallum		Relatív hiba
		alsó	felső	%	alsó	felső	%
Közép-Magyarország	33 912 400	30 722 950	37 052 156	9,34	32 225 445	35 549 660	4,9
Közép-Dunántúl	64 826 933	60 243 270	69 359 830	7,03	62 275 599	67 327 501	3,9
Nyugat-Dunántúl	91 087 399	85 371 372	96 752 501	6,25	88 098 371	94 025 502	3,25
Dél-Dunántúl	93 965 676	88 466 841	99 420 901	5,83	90 871 068	97 016 673	3,27
Észak-Magyarország	105 069 147	99 006 449	111 031 602	5,73	101 771 697	108 266 354	3,09
Észak-Alföld	39 381 756	36 319 474	42 388 085	7,71	37 351 675	41 355 884	5,09
Dél-Alföld	33 747 725	31 145 633	36 335 603	7,69	31 952 734	35 528 502	5,3
Országos	461 991 036	449 261 919	474 354 747	2,72	454 251 727	469 730 273	1,68

4. táblázat: Relatív standard hiba régiónkénti megoszlása a tízéves NFI-felvételek alapján

Fontos hangsúlyozni, hogy a statisztika értékeiben a két módszer között nincs különbség, csupán az ahhoz tartozó konfidenciaintervallum szélességében: a klaszteres számítási módszerrel kapott konfidenciaintervallumok szélesebbek, vagyis a számítási eredményeink megbízhatósága e módszer szerint valamivel kisebb.

Az NFI-ben használt FM Inventory Analyst szoftver a pontonkénti számítási módszert támogatja. A kapott eredmények alapján elfogadható ennek használata, azzal a feltétellel, hogy a megbízhatósági vizsgálatok során figyelembe kell venni, hogy a trakton belüli korreláció miatt a tényleges hiba a számítotttnál nagyobb.

2.6.4. A koncentrikus körös mintavételezés megbízhatósága

A koncentrikus körös mintavételezés (l. 2.2. fejezet) célja szintén a munka hatékonyságának növelése. Az egyes körök felvételeit az 500 m²-es mintaterületre „kivetítjük”, vagyis a számítások során a mintafákat a területarányoknak megfelelő szorzóval (3,248, illetve 17,684) vesszük figyelembe.

A módszer a felvételezést jelentősen egyszerűsíti, ugyanakkor az ebből fakadó hiba elhanyagolható, és a megbízhatósági vizsgálatoknál sem játszik szerepet. Ennek igazolását teszik lehetővé a korábbi FNM-felvételek adatai, melyekkel modellezhető a koncentrikus felvételi módszer (5. táblázat). A 2003–2007-es felvételek között 1398 olyan mintapont volt, ahol a kör sugara meghaladta a 12,6 m-t (500 m²). Ezeket a pontokat elhagytuk a 7 cm-nél vékonyabb (FNM-ben 5, illetve 1 cm volt az alsó átmérőhatár), továbbá a 12,6 m-nél távolabbi fákat.

	Teljes (FNM-) felvétel		Koncentrikus (NFI-) felvétel		
	mintafa (db)	térfogat (m ³)	felvett mintafa (db)	számított (db)	térfogat (m ³)
Felvett	17 906	14 299	14 015	17 376	14 240

5. táblázat: Az FNM és az NFI felvételi módszerének összevetése

Így az eredeti felvételekben 17 906 mintafa maradt 14 299 m³ térfogattal. Elhagyva a 12 cm-nél vékonyabb 3 m-nél távolabbi fákat, továbbá a 20 cm-nél vékonyabb 7 m-nél távolabbi fákat, megkaptuk a koncentrikus felvétel mintafáit. Látható, hogy az eredeti mintafáknál 21,7%-kal kevesebbet kellett felvenni, és a koncentrikus módszerrel számított törzsszámban 3%, térfogatában mindössze 0,4% volt az eltérés. A különböző százalékos eltérés oka, hogy a vékonyabb fáknál a nagyobb kivetítés nagyobb hibát okoz, ugyanakkor ezek térfogata jóval kisebb a többinél.

2.7. Minőségbiztosítás

Az adatok minőségének biztosítása több szinten zajlik az előkészítéstől kezdve a terepi munkán át az utóellenőrzésig.

A hálópontok műholdas felvétel alapján történő előszűrése minőségbiztosítás szempontjából kiemelten fontos, hiszen minden egyes mintapont jelentős területet reprezentál az ország egészéből (l. 2.3. fejezet).

Terepi felvételezés közben – az FM szoftvercsalád által nyújtott lehetőségeket kihasználva – először a szoftverbe ágyazott ún. on-change scriptek lépnek működésbe, melyek célja, hogy bizonyos mezők tartalmát, illetve az egyes mezők között megkövetelt összefüggéseket már a terepi felvételezés során ellenőrizni, szükség esetén a felvett adatot módosítani lehessen. Amennyiben nem a megfelelő határok között szereplő érték kerül rögzítésre, a program figyelmeztető vagy hibaüzenetet küld mindaddig, amíg számára elfogadható nem lesz a vizsgált érték. Ez a program első és legfontosabb ellenőrzési szintje.

A második szint – a terepi adatgyűjtés hibájának minimalizálása érdekében – egy utólagos programozási bővítmény, ún. *extension* alkalmazása. Az összetett ellenőrzési program célja a terepi felvétel végén az adatok végső ellenőrzése. Ez abban különbözik a fentebb említett scriptektől, hogy bonyolultabb és több attribútumot egyszerre érintő ellenőrzések végezhetők el vele.

A terepi felvételek lezárultával a felvételezők manuális utóellenőrzést is végeznek. Ez egyrészt kiterjed az egy csapatban dolgozó csoportvezetők által rögzített adatok összehangolására – ez jellemzően az egy trakton belül valószínűsíthetően azonos paramétereket érinti (pl. klíma, genetikai talajtípus, potenciális erdőtársulás). Másrészt újra átnézésre és szükség esetén javításra kerülnek az ellenőrző scriptek által kimutatott potenciális hibák, illetve a felvételezők által az egyes pontokhoz rögzített megjegyzések. Hibaüzenet esetén mindenképp javításra van szükség, gyanús felvételnél a javítás opcionális. Az erdőleltározás metodikája és tapasztalatai alapján évről évre fejlesztett ellenőrző script kiemelt segítséget jelent a megfelelő adatminőség biztosításában.

Mivel a felvételezést éves szinten átlagosan 5-6 mérőpár végzi, mindenképpen szükséges figyelmet fordítani az adatminőség kapcsán az emberi tényezőre is, vagyis az egységes szemléletmód kialakítására és folyamatos fenntartására. Ennek érdekében a mérőpárok vezető tagjai alkalmanként – leginkább a szezon elején – tréningen vesznek részt. Ezenfelül fontos a mérőpáron belüli és az azok közötti folyamatos egyeztetés, illetve az új kollégák betanítására fordított kiemelt figyelem, hogy a felvételezés országos szinten egységes szemlélet szerint történjen.

3. AZ ADATFELDOLGOZÁS, -KIÉRTÉKELÉS MÓDSZERTANA

Az NFI adatfeldolgozásának módszertana lehetőséget biztosít a terepi felmérés idő- és költséghatékonyabbá tételére az adatok megbízhatóságának jelentős csökkenése nélkül.

3.1. Területszámítás

A mintafák koncentrikus körös mintavételezése miatt az adatfeldolgozásban esszenciális lépés a területszámítás, vagyis a terepi felmérés során az egyes koncentrikus körökben rögzített mintafák adatainak kiterjesztése a teljes mintavételi területre.

A 12,616 méter sugarú, 500 m²-es mintaterület három koncentrikus körre – három szegmensre – van felosztva. Az első, 3 méter sugarú szegmens területe 28,274 m², melyen belül felvételre kerül minden, min. 7 cm mellmagassági átmérőjű (d1,3) faegyed. A második, 7 méter sugarú szegmensben a min. 12 cm-es d1,3-mal rendelkező egyedek kerülnek rögzítésre, a kör területe pedig 153,938 m². A harmadik szegmens már maga a teljes mintaterület, ahol kizárólag a 20 cm-es átmérőt elérő egyedeket tekintjük mintafának. Végeredményben tehát a 12 cm-nél vékonyabb mintafák száma egy ~17,684-es, míg a 20 cm-nél vékonyabb fáké egy ~3,248-es, ún. *expanziós faktorra* szorzódik. Ezzel együtt természetesen a mintafák körlapjára, térfogatára is ugyanezek a szorzók érvényesek. Az ily módon a teljes mintakörre kiterjesztett értékek a *reprezentatív* jelzöt kapják.

A mintapont általános jellemzői, valamint a holtfaanyag- és a tuskóadatok eleve a teljes mintaterületre vonatkoznak, így esetükben az adatok kiterjesztésére nincs szükség.

Fontos megemlíteni, hogy az élő mintafák által elfoglalt terület a teljes mintaterület reprezentatív körlaparányok szerinti felosztásával képződik. Holtfákra területet nem, csak térfogatot számolunk. Megjegyzendő, hogy a fajaterület az azonos fajú mintafák területének összegéből származik. Ez egyben azt is jelenti, hogy a mintafa nélküli – nem „faállománnyal borított” minősítésű – mintapontok üres területként vannak kezelve.

3.2. Magasságok számítása

A magassági érték a fatérfogat számításának egyik összetevője. A mintafák felvételezése során az összes mintafa átmérője felvételre kerül, viszont magasságmérés csak azok ki-sebb hányadánál történik. Ennek oka egyrészt az erőforrások szűkössége, másrészt az, hogy a tapasztalatok alapján számottevő pontosságnövekedés nem várható a teljes körű

magasságméréstől. Emellett az erdőleltározás feldolgozásakor a magassági görbék alkalmazásával történő fakészlet-meghatározást célszerű előnyben részesíteni. Ezáltal egyrészt az idősoros összehasonlítások számára kedvezőbb környezet kerül kialakításra, másrészt kevésbé érvényesül az esetleges hibás vagy kiugró magassági értékek torzító hatása.

A magassági görbék fafajonként kerülnek megszerkesztésre, amihez kellő elemszám és a reprezentativitás figyelembevételével kiválasztott egyedek magasságának terepi mérése szükséges. Az erdőleltározás első tízéves ciklusa során a mintafával bíró mintaterületeken átlagosan 8 db mintafa magassága lett megmérve. Ez megfelelő számú mintavételnek tekinthető, főként, ha figyelembe vesszük, hogy ennek az átlagnak a képzésében a 8-nál kevesebb mintafával bíró mintaterületek is részt vesznek.

A magassági görbék előállítására és a hiányzó magasságok kiszámítása az FM Inventory Analyst beépített funkciójával, exponenciális görbe illesztésével történik. A program először az adott faj mintaterületenkénti magassági görbét próbálja előállítani. Amennyiben nem áll rendelkezésre a görbe szerkesztéséhez szükséges kellő elemszám (ezt előzetesen meg lehet adni, általában 4, esetleg 3 vagy 5), akkor a mintaterületen mért összes egyed magasságának figyelembevételével készül a görbe. Ha ez sem sikerül, akkor országos fajfajszintű magassági görbe kerül alkalmazásra.

A fentiek alapján alkalmazott magassági görbe segítségével az átmérő függvényében kiszámításra kerülnek az egyes mintafákhoz tartozó magassági értékek. Ez az érték kerül felhasználásra a mintafa térfogatának meghatározása során, még abban az esetben is, ha az adott egyed egyébként rendelkezik mért magassággal. Könnyen belátható viszont, hogy a korona-, illetve törzstörött egyedek esetén a magassági görbe alapján számított érték alkalmazása e mintafák fatérfogatának túlbecsléséhez vezetne. Éppen ezért ez a csoport kivételt képez: esetükben a mért magasság a fatérfogat-számítás alapja.

A fenti módon előállított magassági görbék alkalmasak arra is, hogy egy-egy régióban az átmérő ismeretében, de magassági érték hiányában a fatérfogat-számítást támogassák.

3.3. Térfogatszámítás

Mintafa térfogata

Az egyes fák térfogatának kiszámítása a VEPERDI GÁBOR által pontosított KIRÁLY LÁSZLÓ-féle – fafajonként/fafajcsoportonként meghatározott – függvények és paraméterek segítségével történik. Ezek a függvények összes térfogatra (az 5 cm-nél vékonyabb ágakkal együtt) és vastagfára (az 5 cm-nél vastagabb ágakra) is rendelkezésre állnak. Amennyiben csak a vékonyfára vagyunk kíváncsiak, ez természetesen a kettő különbségéből adódik. Megemlítendő a függvények néhány specialitása: kizárólag a vágáslap feletti térfogatra vonatkoznak, lomb nélkül, de fenyőknél (az összes térfogat) a tűlevéllel együtt.

Tuskó térfogata

Az NFI módszertana szerint tuskónak számít minden 1,3 m-nél alacsonyabb elhalt egyed; e fölött már mintafáról (álló holtfáról) beszélünk. A tuskótérfogatot a felül mért átmérővel és a mért magassággal képzett hengerből számítjuk. Kétségtelen, hogy ez alulbecsüli a tényleges térfogatot, de a terpeszség becslése sok bizonytalanságot rejt. Más megközelítés szerint a különböző fokú korhadtság miatt a térfogat inkább felülbecsült. Fontos megjegyezni, hogy a tuskók földfelszín alatti részének térfogatát nem vesszük figyelembe.

Az élő fák vágáslap alatti térfogatának becslése ettől eltérő módon történik, amelynek részletes leírása a biomassa-számításnál olvasható.

Fekvő holtfa térfogata

A terepen minden legalább 1 méter hosszú és minimum 10 cm vastag fekvő holtfa rögzítésre kerül a végpontokban történő átmérőméréssel. A holtfák sokszor a mintakör határán túl nyúlnak, az alkalmazott szoftver azonban támogatja a térfogatszámítást azáltal, hogy a kilógó részeket levágja, és a mintakörön belül található rész térképi koordinátaiból számítja a hosszt és a határon becsült átmérőt. Az átmérőkből és hosszából („magasságból”) a program csonka kúpként számítja a térfogatot.

A holtfaanyag akkor is felmérésre kerül, ha hossza eléri ugyan az 1 m-t, de csupán 1 m-nél kisebb része esik a mintaterületre. Ebben az esetben természetesen csak a mintaterület határán belülről eső rész térfogata kerül figyelembevételre. A Field-Map a töréspontok magassági koordinátáit is tárolja, így a fatérfogat mindig 3D-s vetületben áll elő. Ez különösen lejtős területen fontos, ahol a „2D-s fatömeg” alulbecsült lenne, továbbá ott, ahol a „fekvő” holtfák nem a talajon fekszenek, hanem pl. valamilyen tereptárgyon (szikla, mintafa, tuskó stb.).

3.4. Kisfaadatok feldolgozása



8. kép: Kisfa rágott csúcsrüggyel

Az erdőleltár során 3 méter sugarú körben felvételre kerülnek a 7 cm-nél vékonyabb faegyedek (kisfák) is. A felvétel 3 magassági csoportba sorolva történik, ezen belül rögzítésre kerül a faj, a fajokonkénti átlagos átmérő, illetve az adott kisfa csúcselhelyének rágottsága (8. kép). Az átlagos átmérő az átlagfa magasságának felében becsült átmérőt jelenti.

A fatérfogat-számítás a hengerköbtartalom alapján, az átlagátmérő és a magassági csoportokhoz tartozó átlagmagasság figyelembevételével történik. Az átlagmagasság az 1-es

magassági csoport (0–50 cm) esetén 0,25 m, a 2-es csoport (50–200 cm) esetén 1 m, míg a 3-as magassági csoport (2 m feletti) esetén 3 m. Megjegyzendő, hogy egy korábbi pilot-program során a 2-es magassági csoportot megbontva vették fel (50–130 és 130–200 cm-es határokkal), ezek vizsgálatán alapszik az 1 m-es átlagmagasság (l. 4.4. fejezet).

A 3-as magassági osztály esetében tapasztalati becslés szolgált a 3 m-es átlag alapjául. A feldolgozás során a Field-Map szoftver először a 3 m sugarú körben mért értékeket kiterjeszti 500 m²-re, majd ezt egy hektárra, illetve az egy mintapont által reprezentált területre (ötéves adatsor esetén ez utóbbi 400 ha, tízéves adatok esetében 200 ha). A területi egységre vonatkozó elemző statisztikák (pl. fajcsoportonkénti db/ha értékek kiszámítása) csak azon mintaterületekre vetítik az adott kisfajjellemzőt, amelyeken legalább 1 db kisfa található.

További statisztikák készülhetnek méretcsoport, faj, rágottság, illetve egyéb paraméterek, például állomány alatti / szabad állású csoportosítás alapján.

3.5. Biomassza számítása

Az NFI-felvételek során megmért mintafák mindegyikére az alábbi értékek összege adja a teljes föld feletti biomassza mennyiségét:

- álló fa vágáslap fölötti térfogatából számított fatömeg,
- álló fa föld felszíne és a vágáslap közötti tuskójának tömege,
- lombos fák levélzetének tömege.

Az álló fa térfogata magában foglalja a vastag- és vékonyfát is. A térfogat átszámítása fatömeggé a DR. SOMOGYI ZOLTÁN által fajonként megadott légszárazsűrűség-értékek alapján történik.

A tuskók föld feletti térfogatának számítása hengeres közelítő számítással zajlik. A henger magassága (vagyis az átlagos vágáslap magassága) a felvételek során mért kb. 17 000 tuskó átlaga alapján egységesen 15 cm. A henger átmérője a Soproni Egyetemen együtt kidolgozott tőátmérő és mellmagassági átmérő közötti, fajcsoportonként meghatározott függvénnyel kerül kiszámításra minden fára (részletesen lásd alább).

A fák – a *Fatömegszámítási táblázatok* (Sopp-tábla) alapján számított – térfogata fenyőkre tartalmazza a tűlevelek térfogatát is, ezért a levélzet tömegét csak a lombos fákra szükséges külön kiszámítani. A számítások az SC13 projektben használt német és osztrák példa alapján alkalmazott függvénnyel a fák átmérőjéből és magasságából történtek:

$$m = b_0 dbh^{b_1} height^{b_2}$$

ahol

m = a levél tömege;

$b_0 = 0,0377$; $b_1 = 2,43$ és $b_2 = -0,913$.

Megjegyzendő, hogy a fentiek alapján számított biomassza-mennyiség csak az álló fák alapján történt, aminek 2,2%-a holtfákból származik. Amennyiben a teljes biomasszára vagyunk kíváncsiak, akkor a tuskó, fekvő holtfa, kisa és felhalmozott holtfa mennyiségét is figyelembe kell venni.

Ezek térfogatának tömeggé való átszámítása első közelítésben történhet a fent említett sűrűségek alapján, viszont további megfontolásokat igényel ennek alkalmazása, mivel az eltérő korhadtsági fokok nagyon lecsökkenthetik a sűrűség értékét.

3.6. A tőátmérő és a mellmagassági átmérő összefüggése

Az NFI-felvételek során hét év alatt 5 867 db fán történt mellmagassági- és tőátmérőmérés (9. kép). Az első négy év adatai alapján a Soproni Egyetemmel kötött együttműködés keretében megtörtént a két változó közötti kapcsolat vizsgálata.

A mellmagassági- és tőátmérőértékek közötti függvénykapcsolat definiálásához először szükséges volt a megfelelő csoportosítási szempontok kialakítása, vagyis annak meghatározása, hogy milyen területi bontásban és milyen fajokra vonatkozóan célszerű és értelmes definiálni a függvényeket. Ez egyrészt matematikai-statisztikai, másrészt erdészeti, gyakorlati szempontok figyelembevételét is megkövetelte.



9. kép: Mellmagassági átmérő mérése

Matematikai-statisztikai oldalról meg kellett állapítani, hogy melyik az a hierarchiaszint, ahol a modellek illeszkedése statisztikai értelemben megfelelő, és a kialakított függvények is elfogadhatók. Erdészeti, szakmai oldalról pedig fontos volt, hogy a gyakorlathoz igazodók és minél szélesebb körben kezelhetők, hasznosíthatók legyenek a függvények. Ez magában foglalta a modellek számának – gyakorlatias értelemben – alacsony értékét tartását, illetve a lehetőségekhez mérten minden végső csoportra megfelelő modell kialakítását.

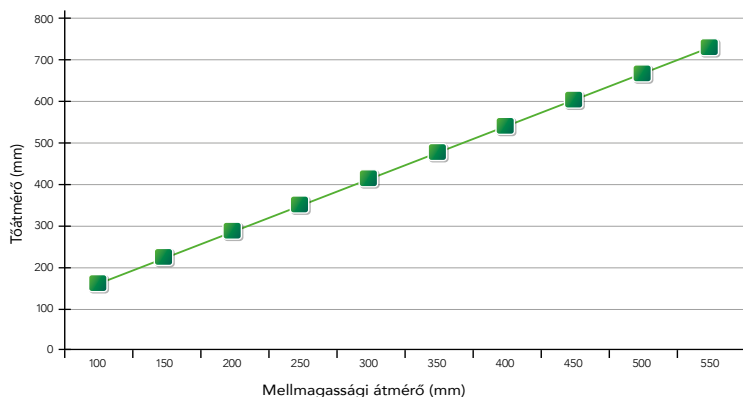
Szakirodalmi áttekintés alapján megállapításra került, hogy a törzs- és tőátmérő kapcsolatának függvény jellegű leírására a gyakorlatban a legalkalmasabb megközelítés a lineáris regressziós modell.

A rendelkezésre álló alapadatok (a fenti megfontolások eredményeképpen 3330 egyed) felhasználásával megvizsgálásra került, hogy területi (tájrézset, táj, tájcsoporth, hegy–domb–alföld, országos) és faji (fafaj, fajcsoporth, lomb–fenyő, országos) hierarchiában melyik az a szint, ami a gyakorlatban alkalmazható (megfelelően alacsony modellszám), és statisztikai értelemben is megbízható modelleket ad. Az elemzések megbízhatósága miatt azok a csoportok kerültek be a vizsgálatba, ahol a mintafák egyedszáma elérte a 10-et.

Az egyes hierarchiaszinteken előálló különböző lineáris modellek összehasonlítására a statisztikában a Student t-teszt általánosított változata nyújt megoldást, amely a két populáció ugyanazon jellemző paramétereinek egyezőségét vizsgálja, N-4 szabadságfokkal. Ennek segítségével került eldöntésre, hogy két, különböző hierarchiaszinten álló, azonos alapú modell tekinthető-e egyezőnek vagy sem. A modellek illeszkedésének jósága a statisztikában elfogadott determinációs együtthatóval került leírásra.

A végső csoportosítás kialakításánál figyelembe lettek véve a már említett gyakorlati (ne legyen túl sok csoport) és matematikai, statisztikai (minél pontosabb és megbízhatóbb illeszkedés) szempontok is. Ez sok esetben kompromisszumot kívánt a döntések meghozatala során. A jelenleg rendelkezésre álló alapadatok – mennyiségükből kifolyólag – alapvetően országos léptékű, fajcsoporthokra vonatkozó modellrendszer kialakítását teszik lehetővé. Ennél kisebb egységekre történő bontás esetében az adathiány miatt hiányos modellhalmaz állna elő, ami a gyakorlati alkalmazhatóságot nehezítené.

A 28 Sopp-féle fajcsoporth statisztikai alapon 5 különböző csoportba került besorolásra a modellek hasonlósága alapján. Fontos megjegyezni, hogy a kialakult csoportok erdészeti oldalról, szakmailag is alátámaszthatók. Ennek a megközelítésnek az előnye, hogy minden lehetséges eset lefedésre került, azaz bármely fajcsoporthra lehet statisztikailag megbízható, értékes modellt adni (olyanra is, amely nem vagy csak kevés adatot tartalmaz, hiszen szakmailag besorolható az 5 kialakított csoport valamelyikébe). Az így kialakított 5 csoport mindegyikére definiálásra került 1-1 modell, annak megfelelően, hogy a törzs vagy a tőátmrő értékek modellezésére van-e szükség (6. ábra).



6. ábra: Cser mellmagassági átmérője és tőátmrője közötti kapcsolat

3.7. A kiértékelés további lépései

Az előző fejezetekben olyan számítások találhatók, melyek során a felvételi adatokból erdészeti és matematikai szempontok alapján keletkeznek a statisztikákhoz szükséges értékek (pl. famagasság, térfogat, reprezentatív terület stb.), ezeket a számításokat az ellenőrzött felvételi adatokon elég egyszer elvégezni.

A kiértékelések során számos további segédváltozó felvétele/kiszámítása szükséges, melyek az eredménytáblák áttekinthetőségét szolgálják. Az alábbiakban ezekre látható néhány példa a teljesség igénye nélkül.

Fafajcsoportok

Az erdészetben használt több mint 150 fafajt sokszor célszerű csoportokba foglalni; ilyen lehet a már említett Sopp-féle csoportosítás, de ettől eltérők is ismertek. A legegyszerűbb csoportosítás a kemény, valamint lágy lombos és fenyő kategóriák szerinti.

A kistűk tekintetében gyakori a szabadállású / állomány alatti¹ kategorizálás, mely az újulati szintet bemutató eredménytáblákban rendszerint megjelenik.

Átmérőosztályok kialakítása

A mm pontossággal felvett átmérők (mintafa, holtfa stb.) 10 vagy 20 cm szélességű osztályokba sorolása.

Korosztályok létrehozása

Az éves pontosságú korok akár egyenletes, pl. 10 vagy 20 év széles osztályokba sorolhatók, vagy a fiatalabbak 10, az idősebbek 20 év széles osztályokba kerülnek.

Minden egyéb, folytonos értékekkel rendelkező adat hasonló módon osztályokba, kategóriákba sorolható. Ezek a példák szemléltetik, hogy ha a kívánt osztályozási rendszer szakmailag megfogalmazható, akkor a Field-Map szoftvercsalád, illetve a FireBird adatbázis-kezelő segítségével előállítható a hozzá szükséges változó, és feltölthető a megfelelő értékkel.

¹ A kistű szabadállású, ha a területen nincs mintafa, vagy a faállomány záródása < 30%; állomány alatti, ha a faállomány záródása ≥ 30%.

4. EREDMÉNYEK, AZ ADATSZOLGÁLTATÁS LEHETŐSÉGEI

4.1. A Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár mint adatforrás

A hazai szakközönség számára alapvetően az erdőtervezés részét képező, erdőrészlatszintű erdőleltár a megszokott. Ezen adatokat az Adattár tartalmazza, mely a magasabb szintek mellett kitűnően alkalmas erdőtervezési körzet-, gazdálkodó- vagy akár tag-, illetve részlet-szintű adatszolgáltatásra is, az egyes paraméterek átlagértékével jellemezve az adott tulajdonságot.

Az Adattárból nyert adatok hosszú időn keresztül kizárólagos forrásai voltak mind az alacsonyabb szintű, mind a magasabb szintű erdészeti statisztikáknak. A statisztikák köre/jellege tekintetében ugyanakkor nem lehet elvonatkoztatni az aktuális jogszabályi környezettől, illetve az ágazat szakpolitikai hangsúlyaitól. A változó szakpolitikai környezet alapvetően rányomja bélyegét a rendelkezésre álló adatok körére és minőségére egyaránt. Ez rövid távon jellemzően nem, de már középtávon komoly inkonzisztenciát okoz az ágazati statisztikák körében, a statisztikai adatok értelmezésében. Visszatekintve a rendszerváltás óta eltelt mintegy harminc évre, ennek jelei még szembetűnőbbek.

A jelenlegi folyamatokat a legnagyobb tárgyilagossággal is nyomon követve azt kell tapasztalnunk, hogy egy, az alapadatok tekintetében hosszú távon konzisztens és szakmailag objektív adatforrásra szüksége van az ágazatnak. Emellett mind európai, mind hazai szinten csak információtartalmában harmonizált adatoknak van létjogosultságuk. Egyrésről csak az összevetést lehetővé tevő – azonos tartalmú – adatokkal vagyunk képesek a hazai erdőgazdálkodást európai szinten pozicionálni, másrésről az európai erdőkről csak így nyerhetünk megbízható, átfogó képet.

Az NFI-nek nem csupán a konzisztencia és az objektivitás az előnye, hanem a nyitottság és a metodikai rugalmasság is. Ezáltal egy-egy – a szakpolitika oldaláról megfogalmazódó döntéshozói vagy az erdészeti kutatás oldaláról érkező – információigényt statisztikai alapon már rövid távon képes kielégíteni és arra vonatkozóan adatot szolgáltatni.

Az NFI-adatok teljes körű területi reprezentáltságának, sokrétűségének, szakmai és minőségbeli állandóságának köszönhetően egyre gyakrabban felmerül felhasználásuk a hazai szakpolitikai döntések előkészítésében, egyes nemzeti és nemzetközi adatszolgáltatásokban, jelentésekben.

4.2. Nemzetközi kapcsolatok

Az európai országokkal való kapcsolat megalapozása az ENFIN-hez való csatlakozással kezdődött, ami által a hazai erdőleltár bekerült a nemzetközi vérkeringésbe. Az erdőleltárak európai szerveződése kitűnő lehetőséget biztosított a szakmai kapcsolatok építésére, a harmonizációt, az európai szintű adatbázis építését és az adatok hasznosítását szolgáló projektekben való magyar részvételre.

Az ENFIN fő célkitűzése az európai erdőleltárak harmonizációjának előmozdítása, megvalósíthatóságuk demonstrációs projektek keretében való vizsgálata. A szervezet működése kiemelt jelentőségű tehát az európai erdei ökoszisztémák állapotának egységes metodikai alapokon nyugvó felmérésében. Az egységes monitorozás magában foglalja az erdőhöz köthető megújuló erőforrások felmérését, megalapozza a változások kimutathatóságát, illetve jövőbeni alakulásuk modellezését. Kiemelt cél egy nemzetközi adatcentrum létrehozása az összegyűjtött és aggregált adatokra alapozottan, az így nyert információk átadása a szakmapolitikai döntéshozók részére, továbbá az elért eredmények ismertetése, hasznosítása szélesebb szakmai és kutatói körökben.

Az európai erdőleltárak harmonizációjának első közös, az ENFIN közreműködésével megvalósult nemzetközi projektje a COST E43 volt. Célja a meglévő európai erdőleltárak fejlesztése és harmonizálása, valamint az új erdőleltárak támogatása annak érdekében, hogy naprakész, harmonizált és átlátható erdészeti információk álljanak a döntéshozók rendelkezésére. A projekt 2004-ben kezdődött, és 2008-ban zárult, összesen 27 ország vett részt benne.

A hazai, alakuló NFI számára nagy előnyt jelentett a definíciók és eljárások harmonizálásának közel teljes körű megvalósítása, mivel ezek számos esetben alapul szolgáltak a hazai metodika kialakításánál. Ez esetenként egyúttal a későbbi harmonizációt is szükségtenné tette.

Az ENFIN megalakulását, valamint a COST E43 projekt sikeres lezárását követően egy szorosabb együttműködés jött létre a DG JRC (Directorate-General Joint Research Centre) és az ENFIN-tagországok között, aminek keretében a JRC által kifejlesztett EFDAC (European Forest Data Center) adatbázis feltöltése, aktuális szinten tartása lett kitűzve hosszabb távú célként. Erre azért volt szükség, mert a tagországok hiányosan, illetve nem harmonizáltan szolgáltatott adatot az európai adatbázisba. Az együttműködéshez jogi kényszerből egy konzorciumot kellett létrehozni, ez lett az E-forest konzorcium, mellyel a JRC közvetlenül szerződött. Ezt követően ún. speciális szerződésekben (Specific Contract; SC) kerültek a részfeladatok megfogalmazásra, lebonyolításra. Az első ilyen szerződés, az SC1 tárgy például egy speciális platform kialakítása volt, amelyen a tagországok és a JRC is megfelelő jogosultsággal kezelni tudták a számukra elérhető adatokat, információkat. Ezt követően számos egyéb demonstrációs projekt került megvalósításra, melyek közül néhányban hazánk is részt vett.

Az egyes harmonizációk ún. *bridge-building* eljárással teljesültek, amely során többféle módszer került alkalmazásra, attól függően, hogy a nemzeti definíció milyen „viszonyban” volt a nemzetközi elvárással.

A fentiekén túlmenően további harmonizációs projektek valósultak meg nemzetközi szinten, az erdőleltározók közreműködésével. Ezek közül kiemelendő a Usewood, valamint a DIABOLO projekt.

A Usewood projekt szintén COST finanszírozású projekt volt (COST FP101), amely a faanyag mint erőforrás állapotának és változásának becslési és statisztikai módszerét vizsgálta, beleértve a távérzékeléshez kötődő fejlesztési lehetőségeket, valamint előrejelzést próbált adni a faalapú erőforrások jövőbeni elérhetőségére.

A DIABOLO projekt az EU Horizon 2020 programjának részeként szélesebb területet ölelt fel. Hazánk az adatigény- és adat-rendelkezésreállítás felmérésében, az élőfakészlet, a biomassza és a megkötött szén kiszámításának harmonizációjában, a terepi felvételeken és nagy felbontású távérzékelési adatokon alapuló erdőállomány-monitoringban, valamint a faanyag jövőbeni elérhetőségét vizsgáló modellezésben vett részt.

Mindkét projekt kizárólag az NFI-adatokra alapozott, így a közös eredmények előállítása érdekében adott esetben a szükséges harmonizációra is sor került.

4.3. Magyar erdészeti adatok a SoEF, FRA és ÜHG adatszolgáltatásokban

Az FRA az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezete (FAO) által kezdeményezett világszintű adatgyűjtés a Föld erdeivel kapcsolatosan. Az 1946-ban indult adatgyűjtés jelenleg 5 éves gyakoriságú. Az országok részvétele önkéntes. Az adott évre (pl. 2020-ra) vonatkozó statisztikákat 2 évvel korábban (pl. 2018-ban) gyűjtik.

Az FRA szorosan összefügg a Forest Europe szervezet által végzett adatgyűjtéssel (SoEF), azzal nem lehet ellentétben. A két adatgyűjtés közötti egyezéseket szigorúan ellenőrzik. Az Üvegházgáz Leltárral való harmóniát ugyancsak biztosítani kell.

A SoEF az FRA-val részben átfedő, de annál jóval részletesebb adattartalmú. A logikája az FRA-val megegyező: az adatokat általában 1990-től kezdődő idősorokban kell megadni az adatszolgáltatás tárgyévére vonatkozó projekcióval együtt.

Az FRA- és a SoEF-adatgyűjtések harmonizációja ellenére előfordul, hogy ugyanazt az adatot más módon kell megadni, például az egyik esetben területre vonatkoztatva, a másikban pedig összecszerűen; avagy az egyik esetben többéves átlagot, a másikban pedig évenkénti adatot. Az adategyezősége ezekben az esetekben is figyelni kell, mert a review során elvégzik a keresztellenőrzéshez szükséges számításokat.

Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye (UNFCCC) és annak jelenleg hatályos Kiotói Jegyzőkönyve (UNFCCC KP) értelmében Magyarország 1994 óta, IPCC-módszertan alapján, minden évben összeállítja az üvegházhatású gázok kibocsátási leltárát (ÜHG-leltár). A leltár célja azon antropogén eredetű gázemissziók és -megkötések becslése, amelyek nem tartoznak a Montreali Jegyzőkönyv hatálya alá.

A jelenlegi rendszer az Adattárból származó adatokra épít. Ezek tulajdonképpen fatermési táblák alapján erdőtervezők által felvett adatok, melyek évente frissülnek, és részletes (1 ha körüli) területi felbontás jellemzi őket, amihez térképileg azonosított nyomon követés is társul. Azonban az adatok megbízhatóságával kapcsolatban lehetnek kérdések, és jogszabályi változások is erősen befolyásolják azok tartalmát. Például a legutóbbi erdőtörvény-módosítás következtében jelentősen megnőtt a szabadrendelkezésű erdők területe, melyekről az Adattárban csak a záródásra, az átlagos korra és a faállománytípusra vonatkozó adatok kerülnek rögzítésre. A fakészletre ezek alapján kell kidolgozni egy modellt, annak érdekében, hogy az erdődefiníciónak megfelelő összes erdőről megfelelő adatot tudjunk szolgáltatni. Az előbbiek is alátámasztják, hogy az Adattár önmagában egyre kevésbé lesz alkalmas a teljes körű ÜHG-leltár elkészítéséhez, így kézenfekvő lenne az NFI bevonása a nemzetközi adatszolgáltatásokba.

A következőkben bemutatásra kerülnek az elmúlt 10 év során gyűjtött hazai erdőleltár-adatok, valamint ezek megvalósult és potenciális felhasználási lehetőségei mind hazai, mind pedig nemzetközi szinten.

4.4. A két ciklus eredményeinek összevetése

A hazai NFI immár két ötéves ciklust tudhat maga mögött, és – néhány változás mellett – az állandó paraméterek végigkísérték a 10 évet. Ezekből a meghatározó adatokból látható a párhuzamosság az I. és II. ciklus adatai között, mindamellett, hogy a felvételek ciklusonként időben (5 év) és térben eltérő (eltolt) hálón történtek (*l. 2.2. fejezet*). Az időbeni és térbeni eltérés ellenére a ciklusok adatai összevethetők, és az összevetés eredménye bizonyos keretek között elemezhető.

A két ciklusban a minősített mintapontok megoszlása hasonló, az erdőterületben mindössze 2%-os az eltérés (*6. táblázat*). Ez nem tekinthető hibának, részben a szisztematikus mintavétel velejárója, részben pedig az erdőterület növekedéséből is eredhet.

Már itt megjelenik az adatok elemzési lehetősége, amire jó példa a kistűs és fiatal állományok területének alakulása. A két ciklust összevetve az előbbi határozott csökkenése mellett az utóbbi területe egyértelmű növekedést mutat. Habár az 5 év nem tekinthető nagy időtávlatnak, és a két háló is eltérő, ennek oka a korábbi évtized támogatott erdőtelepítéseiben keresendő, melyek 5 év alatt részben fiatal állományokká fejlődtek.



Erdőterület státusza	Terület (ha)	
	I. ciklus	II. ciklus
Faállománnyal borított	1 830 800	1 896 000
Fiatal állomány	36 400	64 800
Kisfák	215 600	187 200
Vágásterület	11 200	7 600
A mintaterület felvétele akadályozva	40 000	31 200
Záródáshiányos (faegyed nélküli mintaterület)	5 600	3 200
Nem mintapont (nem jelölhető ki mintaterület)	2 400	2 800
Összesen	2 142 000	2 192 800

6. táblázat: Országos erdőterület a mintapontok státusza szerint: I–II. ciklus (Forrás: Nébih Erd. Ig., Erdőleltár 2010–2014 [I. ciklus]; NFK Erd. Főosztály, Erdőleltár 2015–2019 [II. ciklus])

A faállomány-terület fajokcsoportok szerinti megoszlása már jóval finomabb felbontású képet mutat. A két ciklus közti eltérések elemzésénél – a kisebb reprezentáltság miatt – óvatosan kell eljárni. További elemzést igényel például, hogy a II. ciklus összes fatérfogat-növekedésének aránya (~8,9%) miért haladja meg jelentősen az üres területtel korrigált faállományterület-növekedést (~5,8%) (7. táblázat).

Hasonló jellegű, de mértékében átlagosan nagyobb eltérések tapasztalhatók az adatok éves szintű összevetésénél, tehát amikor az összes mintapontszám 1/10-ét vetjük össze egy másik 1/10-del.

Lehetőség van az éves, illetve ötéves feldolgozás mellett ciklusokat átfedő ötéves mozgóátlagok számítására is, amely mint matematikai módszer alkalmas lenne az évenkénti kiugró értékek simítására. Ez a feldolgozás során úgy valósítható meg, hogy egy ötéves felvételi ciklus középső évére vonatkoztatjuk az adatokat. Az évenkénti eredmény sor mindenkor következő évének adatait az ötéves felvételi ciklus első évének elhagyásával és a második ciklus első évének hozzáadásával előállt ötéves adathalmazból származtatjuk. Azaz egy képzeletbeli 5 év szélességű időablakot mozgatunk a teljes, tízéves felvétel éves adathalmazain.

Így a mindenkor ötéves ciklus csak az utolsó év adataiban tér el az előzőtől, viszont a teljes ciklus adatainak bevonása miatt az eredmény sokkal pontosabb és egyenletesebb, mint ha csak egy év adataiból állítanánk elő a statisztikákat. Ezzel a módszerrel a terület ötödére eső ötéves növekmény tevődik rá az előző évi eredményekre (természetesen ebből a mortalitás és a fakitermelés ismeretében a növedék is kalkulálható), vagyis tekinthető a különbség a teljes terület éves növekményének is. Ugyanakkor figyelemmel kell lenni a hálópontok változására, vagyis arra a tényre, hogy a két ötéves ciklus hálópontjai térben eltérő helyen vannak. Így az A hálón (I. ciklus, 2010–2014) végzett teljes felvétel adataiból az első évet elhagyva és a B hálón (II. ciklus, 2015–2019) első évének adatait hozzátéve, majd ezt folytatva lehetne az évenkénti adatsort előállítani. Ez esetben az A és B háló keveredik.

Fafajcsoport	Faállomány-terület		Élőfakészlet	
	I. ciklus	II. ciklus	I. ciklus	II. ciklus
	hektár		1000 m ³	
KST	109,724	127 877	36 328,4	42 887,6
KTT	137 592	139 388	43 601,9	48 110,6
ET	33 174	36 843	7 104,8	8 022,0
CS	212 394	205 394	58 781,7	60 298,2
B	107 211	98 773	52 840,3	47 698,7
GY	111 806	109 604	24 132,6	25 618,2
A	414 788	421 066	54 975,1	60 987,3
J	57 822	72 703	9 433,5	12 479,0
SZ	11 978	12 598	1 718,8	2 545,8
K	70,439	81 408	14 989,8	17 299,2
EKL	70 879	74 413	9 385,1	11 357,3
NNY	112 970	98 078	24 720,7	24 341,4
HNY	69 527	96 910	20 169,7	28 814,6
FÜ	27 677	30 536	7 285,1	9 004,0
É	47 205	60 632	13 092,7	18 664,6
H	36 361	33,595	10 147,2	9 193,4
ELL	11 944	12,735	1 937,0	2 131,9
EF	123 816	107,789	36 838,6	33 595,0
FF	44 197	57 362	8 851,8	12 432,8
LF	14 319	11 926	5 012,2	4 786,1
VF	4 008	2 880	1 105,0	1 000,1
EGYF	968	1 889	145,8	625,7
Üres	351 200	296 800	0	0
Holt erdő	0	1 600	0	0
Összesen	2 142 000	2 192 800	442 598,0	481 893,6

7. táblázat: Országos faállomány-terület és élőfakészlet fafajcsoport szerint (Forrás: Nébih Erd. Ig., Erdőleltár 2010–2014 [I. ciklus]; NFK Erd. Főosztály, Erdőleltár 2015–2019 [II. ciklus])

Ennek az eljárásnak a helyessége a korábbi FNM harmadik ciklusának adatai alapján vizsgálható (8. táblázat). (Emlékeztetőül: itt öt év adatairól van szó, és csak a hálók kerültek megbontásra, így a növedék okozta változások nem befolyásolják lényegesen az ingadozásokat.)



	A háló	A2-5 és B1	A3-5 és B1-2	A4-5 és B1-3	A5 és B1-4	B háló
Terület (ha)	1 886 000	1 862 400	1 830 800	1 837 200	1 784 800	1 780 400
Fatérfogat (1000 m ³)	420 560	413 375	406 613	413 894	392 081	390 061
m ³ /ha	223,0	222,0	222,1	225,3	219,7	219,1

8. táblázat: Az A és B kevert hálók adatainak összehasonlítása (Forrás: Faállományok Növekedésének Megfigyelése 2003–2008)

A táblázatból kitűnik, hogy hiába azonos sűrűségű és szabályos az A és B háló külön-külön, a kettő – előbbieken vázolt – kombinációjából olyan mértékű ugrálások keletkeznek az ötéves átlagadatokban, ami ezt a fajta kiértékelést nem teszi lehetővé. Ennek oka tehát, hogy nem ismétlődő, hanem csak egymást követő mintázásról van szó. Valódi mozgóátlagot jelenleg a tízéves periódusokra lehetne számolni, ebből azonban még csak a kiinduló időszak áll rendelkezésre (2010–2019).

Fontos megjegyezni, hogy tízéves periódus esetén a kezdő és befejező évek között jelentős a különbség, tekintettel az erdőt érintő időközben történt változásokra. Szakmai megfontolások alapján az ötéves mozgóátlag a támogatott és elfogadott, ami lényegesen megbízhatóbb eredményt adna. Ehhez azonban a két mintaháló pontjainak egyidejű, azaz öt év alatti felvétele szükséges. Az ilyen valódi mozgóátlag – amelyben tehát a megmintázott erdőterület ismételt azonos – már megfelelő, kiegyenlített eredményt szolgáltat mind az erdőterület, mind a fatérfogat esetében. Szakmai cél ennek rövid távú bevezetése és hosszú távú működtetése, valamint a nemzetközi adatszolgáltatásba való integrálása.

Amennyiben a két ötéves ciklus eredményeit – tehát a teljes 10 évet – együtt értékeljük ki, a konfidenciaintervallum jelentősen lecsökken mind a terület, mind a fatérfogat esetében. Az élőfatérfogatot vizsgálva a relatív hiba és a megbízhatósági tartomány szélessége is – az ötéves adatokhoz viszonyítva – 2/3-ára csökken (9. táblázat).

Erdőleltárciklusok	Élőfa-fatérfogat			Relatív hiba (%)
	1000 m³	(α=0,05)		
I. ciklus (2010–2014)	442 598	431 941	453 255	2,41
II. ciklus (2015–2019)	481 894	470 662	493 126	2,33
I-II. ciklus (2010–2019)	461 991	454 252	469 730	1,68

9. táblázat: Az élőfatérfogat relatív hibája (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

Hasonlóan javuló – kisebb hibával terhelt – eredményt kapunk, amennyiben az erdőterületet vetjük össze az ötéves, illetve a tízéves ciklus adatai alapján (10. táblázat).

Erdőleltárciklusok	Erdőterület			Relatív hiba (%)
	hektár	(α=0,05)		
I. ciklus (2010–2014)	2 142 000	2 091 739	2 192 261	2,35
II. ciklus (2015–2019)	2 192 800	2 142 129	2 243 471	2,31
I-II. ciklus (2010–2019)	2 167 400	2 131 659	2 203 141	1,65

10. táblázat: Az erdőterület relatív hibája (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010–2019])

A fentiek is alátámasztják, hogy a sűrűbb mintavételi hálózat (2,8 km × 2,8 km) megbízhatóbb, kisebb hibával terhelt adatokat eredményez. A nagyobb mintavételi intenzitás emellett kisebb területi egységekről (régiók, erdészeti tájcsoporthok) is pontosabb információkat szolgáltat.

4.5. Rendszeres és egyedi adatszolgáltatások

Az erdei erőforrásokra vonatkozó információk szolgáltatásában egyre nagyobb jelentőséggel bír az erdőleltár mind hazánkban, mind nemzetközi szinten. Az NFI-re alapozott adatszolgáltatás sokrétű, képes a változatos adatigények kielégítésére.

Emellett az NFI – az Adattárral szemben – azokról az erdőterületekről is képes adatot szolgáltatni, ahol nem áll fenn erdőtervezési kötelezettség. Ezek az Adattáron kívüli erdők – kiegészülve az Egyéb részletekben található faállományok területével – a felmért összes terület csaknem 12%-át képezik, jelentős többletet jelentve a fás vegetáció, az élőhelyek, a biomassza, a megkötött szén stb. tekintetében egyaránt (11. táblázat).

A szakmai prekonceptiót jól mutatja a faállományok eredet szerinti megoszlásában mutatkozó eltérés az erdőtervezett és a nem erdőtervezett területek között (12. táblázat). Utóbbin az erdőgazdálkodás irányultságát – inkább gazdasági, illetve faanyagtermelő –, s közvetve annak intenzitását, részben minőségét is tükrözte.

A legszembetűnőbb, hogy a felújítás alatt álló területek aránya duplaakkora (24%) a nem tervezett erdőkben. Szintén jóval nagyobb arányban (14%) fordulnak elő itt gyökérről sarjazztatott állományok (ezek jellemzően akácosok). Ugyanakkor a tuskósarjak aránya megegyezik (17%), míg a hálózatos ültetés kétszer gyakoribb (6%) az adattári erdőkben. Mindkét ismerv inkább a magasabb színvonalú, szervezettebb erdőgazdálkodás jellemzője.

Erdeink fakészlete többféle megbontásban vizsgálható: termőhely, fafajösszetétel vagy erdészeti tájak szerint, de akár vastagfa–vékonyfa megoszlásban is (13. táblázat).



Mintaterület státusza	Hatósági nyilvántartás szerinti kategóriák							
	Erdőtervezett				Nem erdőtervezett			
	ha	($\alpha=0,05$)	%		ha	($\alpha=0,05$)	%	
Faállománnyal borított	1 670 800	1 653 651	1 687 949	87,3	165 800	154 955	176 645	75,7
Fiatal állomány	36 000	30 785	41 215	1,9	12 200	9 147	15 253	5,6
Kisfák	168 000	157 089	178 911	8,8	29 200	24 496	33 904	13,3
Vágásterület	8 800	6 205	11 395	0,5	400	0	954	0,2
Felvétel akadályozva	24 200	19 912	28 488	1,3	9 400	6 719	12 081	4,3
Záródáshiányos	3 400	1 785	5 015	0,2	600	0	1 279	0,3
Nem mintapont	800	16	1 584	0,0	1 400	363	2 437	0,6
Összesen	1 912 000	1 898 844	1 925 156	100,0	219 000	206 702	231 298	100,0
Mintaterület státusza	Hatósági nyilvántartás szerinti kategóriák							
	Egyéb részlet				Összes terület			
	ha	($\alpha=0,05$)	%		ha	($\alpha=0,05$)	%	
Faállománnyal borított	26 800	22 291	31 309	73,7	1 863 400	1 849 230	1 877 570	86,1
Fiatal állomány	2 400	1 043	3 757	6,6	50 600	44 439	56 761	2,3
Kisfák	4 200	2 406	5 994	11,5	201 400	189 554	213 246	9,3
Vágásterület	200	0	592	0,5	9 400	6 719	12 081	0,4
Felvétel akadályozva	2 000	761	3 239	5,5	35 600	30 414	40 786	1,6
Záródáshiányos	400	0	954	1,1	4 400	2 563	6 237	0,2
Nem mintapont	400	0	954	1,1	2 600	1 188	4 012	0,1
Összesen	36 400	31 157	41 643	100,0	2 167 400	2 146 541	2 188 259	100,0

11. táblázat: A mintaterületek státusza szerinti megoszlás (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

Eredet	Hatósági nyilvántartás szerinti kategóriák			
	Erdőtervezett	Nem erdőtervezett	Egyéb részlet	Összes terület
	ha			
Mag	1 082 200	90 200	18 000	1 190 400
Gyökérsarj	158 200	30 800	2 800	191 800
Tuskósarj	325 200	37 800	6 000	369 000
Hálózatos ültetés	105 200	7 000	0	112 200
Ideiglenesen faállománnyal nem borított erdőterületek	241 200	53 200	9 600	304 000
Összesen	1 912 000	219 000	36 400	2 167 400

12. táblázat: A faállományok eredet szerinti megoszlása (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

	Lombos/ fenyő	Vastagfa- fatérfogat	Vékonyfa- fatérfogat	Összesfa- fatérfogat
		1000 m ³		
Élőfatérfogat	Lombos	363 721	46 084	409 805
	Fenyő	43 925	8 261	52 186
	Összes	407 646	54 345	461 991
Holtfatérfogat	Lombos	8 091	1 372	9 464
	Fenyő	1 714	333	2 047
	Összes	9 805	1 705	11 510
Összfaterfogat	Lombos	371 812	47 456	419 268
	Fenyő	45 639	8 594	54 233
	Összes	417 451	56 050	473 501

13. táblázat: Erdeink vastagfa- és vékonyfa-fatérfogata (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

Az egyes értékek egymáshoz való aránya jól szemlélteti a hazai viszonyokat. A domináns lombos fafajok alig 2%-a holtfa, ezzel szemben a fenyő fafajaink esetén ez az arány a duplája.

Az NFI-ben felvételre kerül számos olyan változó is, melyeket az Adattár egyáltalán nem tartalmaz, mivel az erdőtervek készítése során vagy nincs kellő idő a felmérésükre, vagy nem relevánsak. Előbbire jó példa az erdőterületen visszahagyott holtfaanyag, melyről az NFI adatai alapján kimutatás készíthető a közel 150 erdőtervezési körzet mindegyikére (14. táblázat). Ez az adat elsősorban természetvédelmi, természetességi szempontból bír jelentőséggel.

	Elhalt faanyag megjelenési formái		
	Fekvő holtfa	Álló holtfa	Tuskó
Elhalt faanyag korhadtsági foka	m ³		
1-2 éve halott, ép kéreg és fa	8 202	30 337	2 071
A fa kemény, kéreg, hancs helyenként leválik	34 365	18 577	893
A fa részben korhad	30 201	8 116	5 732
A fa nagyobb részt puha, korhad	14 566	7 442	5 881
Csaknem teljesen elkorhad, mozgásra szétesik	1 225	0	648
Összesen	88 559	64 472	15 226

14. táblázat: Elhalt faanyag megoszlása a 10 600 ha kiterjedésű Nyugat-zselici erdőtervezési körzetben (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])



Napjainkban szükségszerű egyre nagyobb figyelmet fordítani az aktív, megelőző erdővédelemre, ezen belül az inváziós, agresszívan terjedő fajok visszaszorítására. Különös tekintettel kell lenni továbbá az erdeinket veszélyeztető károsítókra és kórokozókra. A hazai erdőleltár komoly szerepet vállal a zárlati károsítók terepi felderítésében és regisztrálásában. Az NFI rendszeres adatszolgáltatója a növényvédelmi hatóságnak (Nébih Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság). Az adatszolgáltatásban a hazai erdők az alábbi öt típusba sorolandók, aszerint, hogy bennük potenciálisan mely zárlati károsító megjelenése prognosztizálható (15. táblázat).

Mintaterület státusza	Felvételi év az erdőleltárban									
	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év
	ha									
Lombhullató erdők	1 602 000	1 538 000	1 776 000	1 544 000	1 684 000	1 752 000	1 812 000	1 642 000	1 692 000	1 732 000
Pinus főfajájú fenyőerdők	182 000	170 000	230 000	184 000	166 000	198 000	192 000	172 000	182 000	180 000
Nem Pinus főfajájú fenyőerdők	32 000	32 000	20 000	14 000	12 000	14 000	12 000	10 000	34 000	20 000
Lombhullató erdők fenyő eleggyel	24 000	26 000	26 000	32 000	36 000	26 000	24 000	32 000	38 000	40 000
Ideiglenesen faállománnyal nem borított erdőterületek	284 000	320 000	232 000	282 000	262 000	178 000	240 000	250 000	216 000	276 000
Összesen	2 124 000	2 086 000	2 284 000	2 056 000	2 160 000	2 168 000	2 280 000	2 106 000	2 162 000	2 248 000

15. táblázat: Erdőtípusok megoszlása a felderítési szempontok szerint, évenként (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

Az országos összesítésből látható, hogy fenyeveseink túlnyomó többsége éppen abba a veszélyeztetett kategóriába esik (Pinus főfajájú fenyőerdők), amelyek a fenyőrontó fonálféreg (*Bursaphelenchus xylophilus*) potenciális károsításának vannak kitéve.

Az NFI – a metodika rugalmasságának köszönhetően – képes rövid idő alatt speciális információk kellően reprezentatív szolgáltatására is, ún. pilotprojektek keretein belül. Erre jó példa az a Life Project, amely során a kiskák három helyett négy magassági osztályba sorolva kerültek felvételre (16. táblázat).

Magassági osztály (egyedi vizsgálat)	Kiskák területe			
	ha	(α=0,05)		%
H ≤ 50 cm	39 253	34 194	44 311	21,5
H = 51–130 cm	26 418	21 644	29 311	14,4
H = 131–200 cm	15 262	13 361	18 122	8,3
H > 200 cm	101 867	93 514	110 219	55,8
Összesen	182 800	171 461	194 139	100,0

16. táblázat: Kiskák magassági osztályai egyedi vizsgálat szerint (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

A vizsgálat – a Life Project mellett – a hazai NFI-adatok feldolgozásában is hasznosult azért, hogy a kistűk általánosan alkalmazott II. magassági osztályához (51–200 cm) – az egyedi vizsgálatból származó darabszámok súlyozása révén – nagyobb pontosságú átlagmagasságot kaptunk. Szintén nemzetközi együttműködéshez kapcsolódik a fejezetben már részletezett DIABOLO projekt, amely európai szinten harmonizálta az erdőleltárak definícióit és alkalmazott módszereit. A harmonizáció mellett számos, addig nem vizsgált információ elemzésére is sor került az NFI-adatok alapján. Ilyen volt például a hasznosítható (FAWS – Forest Available for Wood Supply) és a nem hasznosítható (FNAWS – Forest Not Available for Wood Supply) faanyaggal rendelkező erdőterületek arányainak és egyes jellemzőinek meghatározása. Szintén ennek a projektnek a keretében került számításra az egyes fatesttípusok térfogata, a facsúcs („Stem top”, azaz a 7 cm-es átmérőt el nem érő törzsvég) külön kalkulálásával, amire hazánkban korábban nem volt gyakorlat. Azokban az országokban, ahol az erdőállományok túlnyomó része fenyő fafajú, ott az egyedek alaki tulajdonságaiból következően ezt viszonylag egyszerű meghatározni. Hazánkban azonban a lombos fák jelentős többsége miatt ez a számítás kihívást jelentett (17. táblázat).

Fafajcsoport	Törzscsúcsstérfogat		
	m ³	(α=0,05)	
KST	50 964	41 315	60 613
KTT	71 779	60 638	82 920
ET	21 386	13 916	28 857
CS	108 603	94 694	122 512
B	74 049	58 678	89 420
GY	140 234	123 591	156 878
A	570 864	531 339	610 389
J	64 393	54 223	74 563
SZ	14 855	10 359	19 351
K	70 537	58 763	82 311
EKL	64 252	54 761	73 744
NNY	36 637	30 896	42 377
HNY	44 182	34 624	53 739
FÜ	7 368	3 553	11 182
É	42 386	31 233	53 539
H	27 879	21 669	34 089
ELL	14 708	8 526	20 889
EF	106 635	90 732	122 538
FF	46 246	35 136	57 356
LF	21 253	11 879	30 626
VF	3 993	1 117	6 869
EGYF	753	0	1 647
Összesen	1 603 955	1 542 939	1 664 970

17. táblázat: Törzscsúcs térfogata fafajcsoportonként (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

Hasonlóan újszerű felhasználása volt az NFI-adatoknak az egyes fafajcsoportokra vonatkoztatott biomasszatömeg meghatározása – az eredményt a JRC dolgozta fel. A számítások szerint a fák teljes (vágáslap alatti és feletti) térfogata meghatározásra került. A lomb tömegének kiszámítása a 3.5. fejezetben említett osztrák képlet alapján történt, míg a fenyőtűleveket a fatérfogat-számítás képlete már eleve tartalmazta. Az álló fák tuskóinak térfogatát a vágáslap alatti részre kellett meghatározni, amelynek módszerét szintén a fent említett fejezet ismerteti. Ezen adatszolgáltatás eredményeként állt elő az élő fák lombjának és tuskójának tömege, melyhez hozzáadva a hagyományos – a fatérfogatból fafajcsoportonkénti sűrűséggel számolt – fatömeget végül az összes fás biomasszatömeg meghatározásra került (18. táblázat).

Fafajcsoport	Összes biomasszatömeg		Álló fa tuskóinak tömege		Lomb tömege	
	t	%	t	%	t	%
KST	15 428 216	8,6	309 164	7,5	223 480	8,2
KTT	20 289 484	11,3	433 756	10,5	313 332	11,6
ET	3 059 083	1,7	90 041	2,2	77 444	2,9
CS	28 030 954	15,4	647 936	15,7	420 212	15,5
B	21 835 378	12,1	358 662	8,7	269 136	9,9
GY	10 425 585	5,8	274 639	6,7	140 236	5,2
A	25 720 353	14,3	703 478	17,1	338 740	12,5
J	4 115 199	2,3	128 507	3,1	90 416	3,3
SZ	839 450	0,5	25 115	0,6	13 176	0,5
K	6 423 383	3,6	178 139	4,3	114 084	4,2
EKL	3 844 397	2,1	110 199	2,7	93 728	3,5
NNY	6 223 950	3,5	112 358	2,7	149 816	5,5
HNY	6 130 714	3,4	114 132	2,8	171 900	6,3
FÜ	2 197 154	1,2	46 388	1,1	110 644	4,1
É	4 564 630	2,5	109 807	2,7	100 580	3,7
H	3 426 973	1,9	86 807	2,1	67 984	2,5
ELL	818 771	0,5	22 240	0,5	16 660	0,6
EF	11 330 944	6,3	248 788	6,0	0	0
FF	3 515 859	2,0	85 029	2,1	0	0
LF	1 497 628	0,8	29 581	0,7	0	0
VF	395 761	0,2	8 846	0,2	0	0
EGYF	74 040	0,0	1 660	0,0	0	0
Összesen	180 187 906	100,0	4 125 272	100,0	2 711 568	100,0

18. táblázat: Az országos fás biomassza tömege az NFI alapján (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

A bemutatott eredmények példaként szolgálnak a hazai erdőleltárból megvalósult adat-szolgáltatásokra. A felsoroltakon túl még számos megkeresés és adathasznosítás történt, illetve várható a jövőben is, hiszen az erdei ökoszisztémák komplexitásából adódóan a vizsgálható szakmai összefüggések száma jelentős. A következő fejezet részben néhány, még csak részben feldolgozott téma kerül ismertetésre, ami vélhetően további szakmai kérdések feltevését ösztönzi.

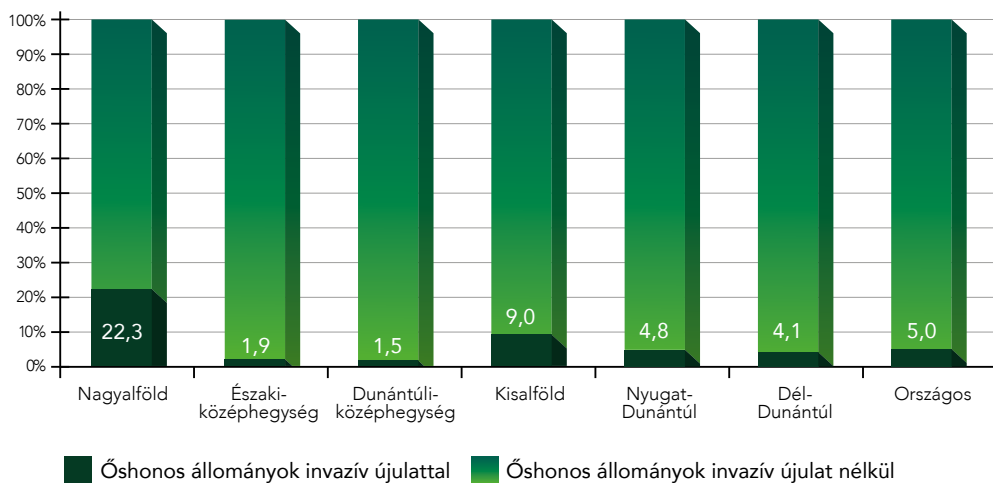
4.6. Speciális eredmények az erdőleltárból

A hazai szisztematikus erdőleltár olyan ismérvekre is kiterjed, mint az erdők egészségi állapota, a faállományt alkotó fajok táj- és őshonossága vagy például az újulati szint (kisfák) és a cserjefajok minőségi és mennyiségi jellemzői.

Ezen ismérveket a vizsgálat céljával összhangban akár erdészeti tájak, erdőtársulások, fajajcsoportok vagy egyéb más szempontok szerinti bontásban is be lehet mutatni. Lehetőség van például erdészeti tájcsoportonként azon őshonos faállományok kimutatására, ahol nincs inváziós faj a mintafák között, azonban az újulatban már megjelentek az agresszívan terjedő, idegenhonos fajok (19. táblázat, 7. ábra).

E tekintetben az inváziós fajok a legnagyobb területfoglalást – mind abszolút értékben, mind százalékos arányban – a Nagyalföldön és a Kisalföldön érték el. A vezető invazív fajok az akác és az amerikai kőris.

Fafaj	Erdészeti tájcsoport					
	Nagyalföld		Északi-középhegység		Dunántúli-középhegység	
	ha	%	ha	%	ha	%
Akác	6947,3	34,3	4685,5	87,1	985,3	33,3
Zöld juhar	2891,7	14,3	304,5	5,7	201,1	6,8
Ezüst juhar	0	0	0	0	0	0
Amerikai (vörös) kőris	5688,9	28,1	249,2	4,6	421,4	14,3
Kései meggy	2687,0	13,3	72,4	1,3	409,2	13,9
Nyugati osterfa	1366,6	6,8	72,4	1,3	291,0	9,9
Lepényfa	117,7	0,6	0	0	31,8	1,1
Ezüstfa	12,4	0,1	0	0	400,0	13,6
Bálványfa	514,2	2,5	0	0	211,0	7,1
Összes	20 225,9	100,0	5383,9	100,0	2950,8	100,0



7. ábra: Őshonos állományok megoszlása az újjalatt szerint (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

Erdészeti tájcsopott							
Kisalföld		Nyugat-Dunántúl		Dél-Dunántúl		Összes	
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1153,5	63,6	4 341,81	84,4	2903,8	45,5	21 017,4	50,1
206,1	11,4	0	0	248,5	3,9	3851,8	9,2
0	0	0	0	199,9	3,1	199,9	0,5
421,0	23,3	328,21	6,4	826,7	12,9	7935,4	18,9
30,1	1,7	470,37	9,2	1965,4	30,8	5634,4	13,4
0	0	0,04	0,0	9,3	0,1	1739,4	4,2
0	0	0	0	9,9	0,2	159,4	0,4
0	0	0	0	0	0	412,4	1,0
0	0	0	0	222,2	3,5	947,4	2,3
1810,7	100,0	5140,44	100,0	6385,8	100,0	41 897,5	100,0

19. táblázat: Inváziós fafajok újjalattának területfoglalása az őshonos állományokban (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])



10. kép: Bükkös állomány

A hazai erdészeti gyakorlat 101 aktuális erdőtársulást különböztet meg az állományalkotó fafajok alapján. Közvetve erdeink természetességét is minősíti, amennyiben a tíz leggyakoribb aktuális erdőtársulás-csoportot az ottani potenciális erdőtársulással vetjük össze (20. táblázat).

Mint látható, az akácosok – néhány szélsőséges területet leszámítva – valamennyi potenciális erdőtársulás helyén előfordulnak. Őket sorban a cserések és az erdeifenyvesek követik. Ezzel szemben a szintén jelentős területet képviselő bükkösök csaknem 85%-a a potenciális elterjedési területén belül fekszik (10. kép). A jövőben érdekes vizsgálat lehet e statisztika tízéves változása, az ismételt felvételek adataiból származó trendek megismerése.

Az NFI pontos információt szolgáltat az úgynevezett kiséfáról, amelyek közé minden 7 centiméternél kisebb átmérőjű, már nem csak sziklevéllel rendelkező csiracsemete, fácska felvételre kerül. Érdekes különválasztani, és az eredményt elemezni, a szabadállású (a faállomány záródása $< 30\%$) és az állomány alatti (a faállomány záródása $\geq 30\%$) kiséfokra (21. táblázat).

Potenciális erdőtársulás csoport	Aktuális erdőtársulás-csoport									
	Akácok	Cseresek	Erdeifenyvesek	Bükkösök	Kocsányos tölgyesek	Nemes nyárasok és nemes fűzesek	Kocsánytalan tölgyesek	Hazai nyárasok	Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek	Egyéb kemény lombosok
	ha									
Bokorfűzesek	0	0	200	0	0	800	0	400	0	200
Puhafaligetek	2 800	0	0	0	1 000	12 200	0	16 600	0	1 800
Éger- és kőrislápok	200	0	200	0	1 000	2 800	0	200	0	200
Fűz- és nyírlápok	0	0	0	0	0	800	0	0	0	0
Pataparti égerligetek	1 600	600	400	200	0	0	0	1 000	200	1 800
Folyóparti keményfaligetek	16 000	600	1 000	0	19 200	21 200	400	16 200	0	5 800
Közép-európai gyertyános-tölgyesek	48 600	52 400	29 600	11 000	28 600	2 000	43 600	4 000	50 800	11 600
Sziklai, tető- és törmelékfajta-erdők	400	800	0	1 400	200	0	600	0	0	400
Szurdokerdők	0	0	0	600	0	0	0	0	0	200
Valódi bükkösök	600	3 800	1 000	69 400	0	0	800	0	1 400	1 200
Sziklai bükkösök és reliktumcserjések	0	0	0	400	0	0	1 000	200	400	0
Illir gyertyános-tölgyesek	38 000	18 000	15 000	2 600	16 800	1 200	5 000	400	5 000	9 600
Szubmontán illir bükkösök	1 400	0	200	20 800	0	0	2 000	0	1 200	400
Illir sziklai és szurdokerdők	400	0	0	0	0	0	200	0	0	200
Mészkerülő bükkösök	400	0	0	15 000	0	0	800	0	400	0
Mészkerülő tölgyesek	1 200	4 000	1 200	600	200	0	7 800	0	3 000	600
Mezőfői mészkerülő lomberdők	3 800	800	3 800	1 400	200	0	8 200	400	5 000	3 200
Molyhos tölgyes szálerdők	4 000	17 600	2 400	200	0	0	800	200	200	1 400
Molyhos tölgyes bokorerdők	1 600	1 600	0	0	0	0	200	0	0	400
Szubkontinentális száraz tölgyesek	115 200	126 600	26 000	800	24 200	3 400	29 600	1 600	1 400	11 800
Balkáni cseres-tölgyesek	11 800	4 000	1 600	0	200	0	200	0	200	3 000
Hegyi erdők (középhegységi tölgy és bükk)	1 600	3 800	600	600	0	200	2 600	600	400	1 200
Álföldi erdősztyepp és bokorerdők homokon	188 600	200	36 400	0	17 600	51 400	0	48 600	0	8 400
Álföldi erdősztyepp löszön	7 400	600	600	0	1 000	800	200	1 000	0	1 800
Sziki erdősztyepp-erdők	800	0	0	0	3 800	400	0	600	0	0
Elegyes lucosok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fenyőelegyes tölgyesek	1 200	0	11 800	800	1 000	0	800	0	1 400	600
Nincs potenciális erdőtársulás	13 200	0	600	0	10 200	10 200	200	2 600	0	2 400
Összes	460 800	235 400	132 600	125 800	125 200	107 400	105 000	94 600	71 000	68 200

20. táblázat: A leggyakoribb aktuális erdőtársulások a potenciális erdőtársulások függvényében
(Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

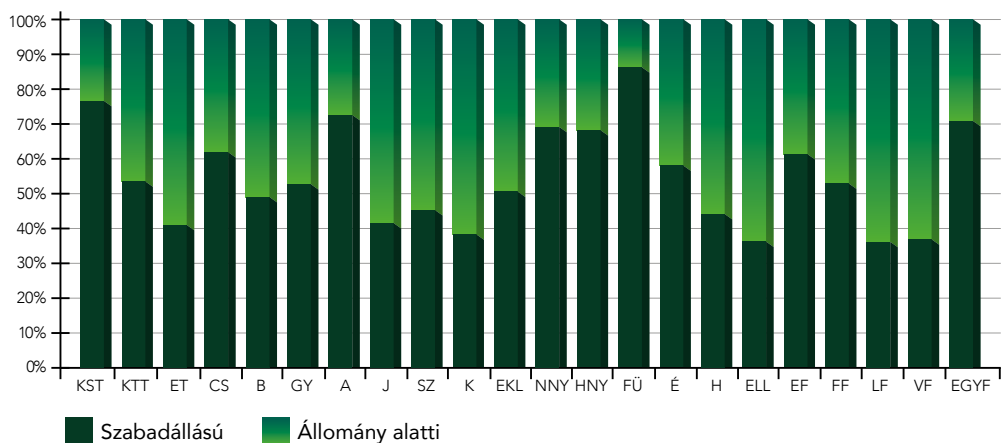
Érdekes információ, hogy a térbeli elhelyezkedés (állományalattiság) valójában nincs általános hatással az újulat mennyiségére. Az adatok alapján inkább fafaj- és magasságiosztály-függő, hogy szabadállású vagy állomány alatti kiskák fordulnak elő nagyobb arányban (8. ábra).

Az erdő életében minden mindennel összefügg: a fák az újulat megjelenése érdekében képesek nagy tömegben termést hozni, ami sok kiskát eredményez. Ez a jelenség különösen akkor figyelhető meg, ha egyébként valamilyen okból leromlik a faegyed kondíciója.

Az egészségi állapot megítélése ezért különösen nagy jelentőségű információ. Az első három Kraft-féle magassági osztályba (szociális helyzetbe) sorolt fák levélvesztésének mértéke jól mutatja egy adott állomány vitalitását (22. táblázat, 9. ábra).

Fafajcsoport	Szabadállású kiskák magassági osztály szerint			Állomány alatti kiskák magassági osztály szerint		
	H ≤ 50 cm	H = 51- 200 cm	H > 200 cm	H ≤ 50 cm	H = 51- 200 cm	H > 200 cm
	darab/ha					
KST	4 418	5 732	5 774	2 811	982	1 571
KTT	4 308	3 075	5 858	6 069	1 381	1 371
ET	5 034	3 757	2 643	9 027	2 905	941
CS	5 629	4 964	5 032	5 452	1 609	1 389
B	6 401	6 719	8 947	13 273	5 190	1 838
GY	9 342	6 623	6 299	11 581	3 128	1 876
A	3 821	3 850	5 046	1 823	1 972	1 753
J	3 748	3 747	3 292	7 479	2 783	1 519
SZ	2 857	2 268	1 229	3 766	2 488	955
K	4 488	5 121	2 898	10 635	3 869	1 982
EKL	5 572	2 880	2 391	5 438	2 117	1 511
NNY	7 418	4 635	1 386	2 462	2 372	903
HNY	4 909	4 910	4 965	2 912	2 602	1 423
FÜ	3 374	3 199	14 179	1 076	1 422	1 283
É	1 980	4 315	2 331	2 820	2 575	1 444
H	3 182	3 985	2 429	6 072	3 147	1 193
ELL	2 657	2 014	2 383	4 352	3 744	2 284
EF	2 548	1 856	2 102	1 824	708	1 490
FF	2 564	1 270	2 589	4 411	1 854	1 015
LF	1 312	908	620	3 219	2 209	1 230
VF	0	0	360	0	530	473
EGYF	800	2 845	2 148	1 365	1 091	1 188

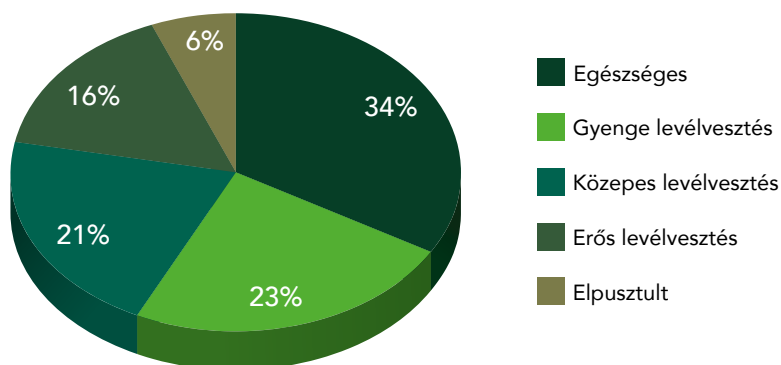
21. táblázat: Kiskák elhelyezkedés szerinti megoszlása a fafajcsoportokban (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])



8. ábra: Kisfák elhelyezkedés szerinti megoszlása fafajcsoportonként

Levé elvesztés mértéke	Szociális helyzet								
	Kimagasló			Uralkodó			Közbeszorult		
	darab/ha	($\alpha=0,05$)		darab/ha	($\alpha=0,05$)		darab/ha	($\alpha=0,05$)	
Egészséges (< 10%)	92	80	104	497	482	512	242	230	253
Gyenge (11–25%)	74	65	83	332	322	342	198	188	208
Közepes (26–60%)	65	58	72	292	283	302	200	188	211
Erős (> 60%)	79	47	110	225	212	237	190	176	203
Pusztult	0	0	0	102	38	165	51	0	317

22. táblázat: A levélvesztés mértéke hektáronkénti darabszám alapján (Forrás: NFK Erdészeti Főosztály, Erdőleltár [2010-2019])

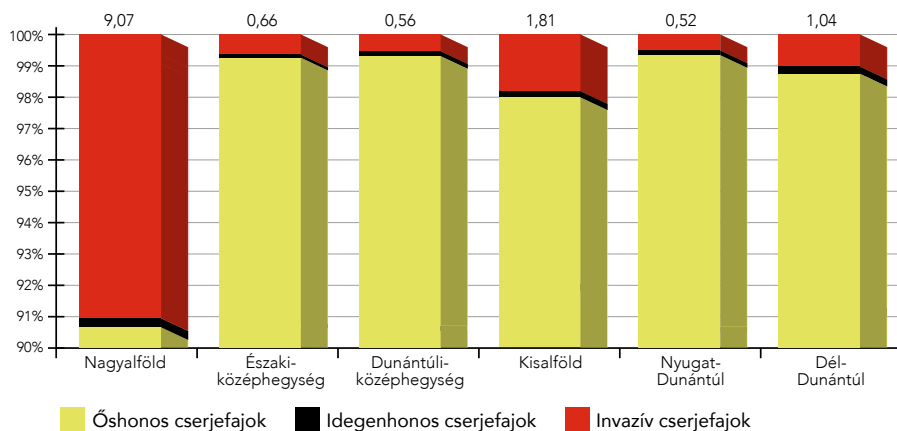


9. ábra: A fák átlagos eloszlása a levélvesztési kategóriákban

Az NFI során gyűjtött levélvesztésadatok lényegesen erősebb levélvesztésről tanúskodnak, mint a – kifejezetten az egészségi állapot részletes felmérését célzó – EVH-felvételek. Hangsúlyozni kell azonban egyrészt, hogy az NFI nem minősíti minden faállomány egészségi állapotát: nem terjed ki a lomb nélküli tavaszi/ősz állapotra és az egyedi mintafát nem tartalmazó erdőkre. Másrészt viszont kiterjed az Adattáron kívüli, kevésbé szakszerűen kezelt erdőterületekre is, és országos reprezentativitás tekintetében jóval felülmúlja a 16×16 km-es hálózatban felvételezett EVH-t.

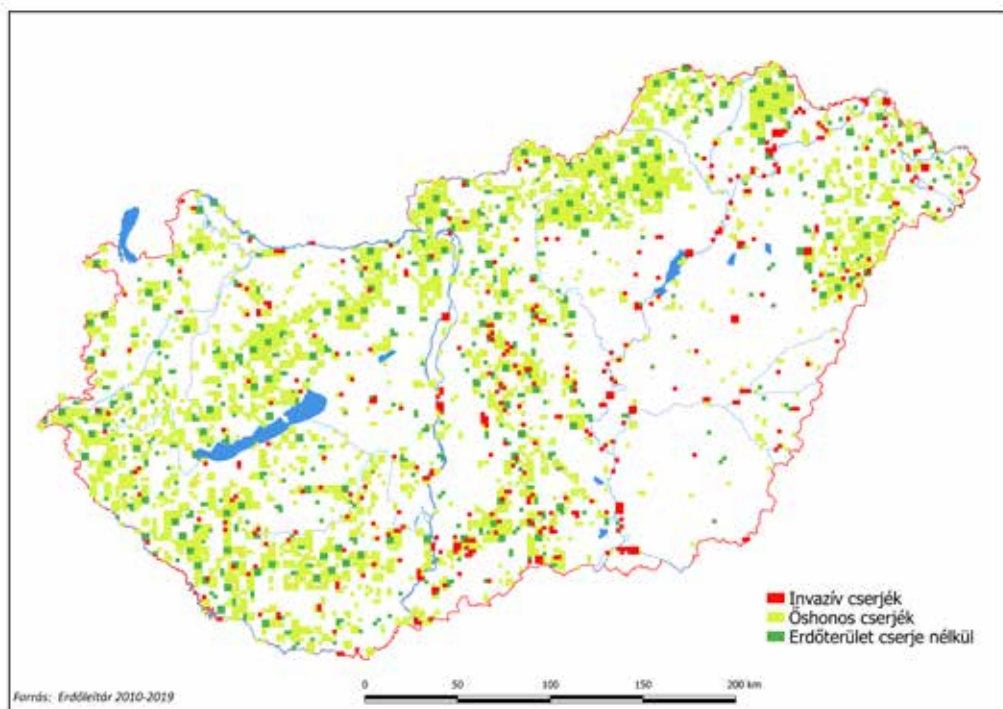
A lombkoronaszint vizsgálatán túl lényeges figyelmet fordítani az alsóbb szintekre is, hiszen az itt megjelenő fajok változatossága – amely egyben a természetesség egyik fontos indikátora – szintén hozzájárul az ökoszisztéma stabilitásához. Az erdőterület státuszú mintapontokon az NFI szerves része a cserjeszint felmérése mind szerkezet, mind fajösszetétel szerint. A honos és inváziós megbontás hasonló jelentőséggel bír, mint a fafajok esetében. A hat erdészeti tájcsoporthoz mindegyikében találhatók inváziós cserjefajok, legnagyobb arányban – akárcsak a fafajok esetén – a Nagyalföldön.

A Nagyalföld esetén az összes, cserjével borított mintaterület közel 10%-án jelennek meg idegenhonos vagy agresszívan terjedő fajok, míg ez az arány az ország más területein 2% alatt marad (10. ábra).



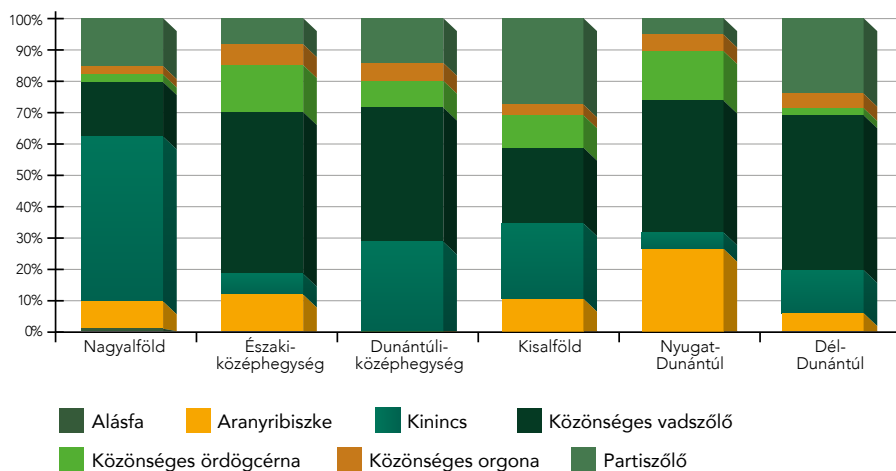
10. ábra: Őshonos, idegenhonos és inváziós cserjefajok megoszlása a cserjeborítással érintett területeken erdészeti tájcsoporthoz, az inváziós fajokhoz tartozó százalékos értékek feltüntetéseivel

Az adatok – a könnyebb áttekinthetőség érdekében – térképen is ábrázolhatók (11. ábra).



11. ábra: Az őshonos és invazív cserjék elterjedése Magyarországon

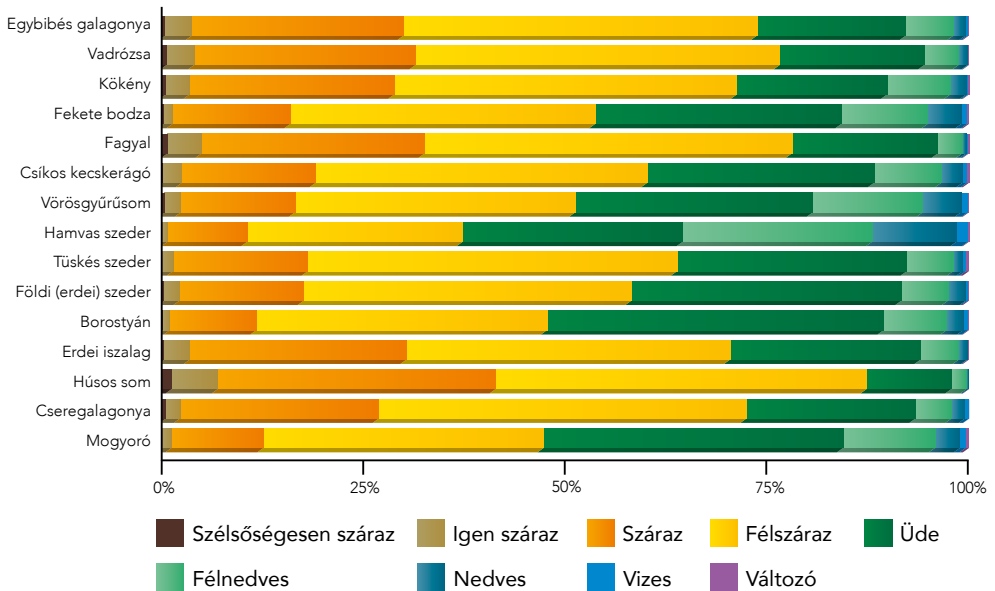
A fentiekén túl az is kimutatható, hogy az egyes tájakon az inváziós cserjefajok milyen arányban jelennek meg (12. ábra). Míg az Alföldön a kinincs a leggyakoribb, addig a többi tájat a szőlőfélék uralkodják.



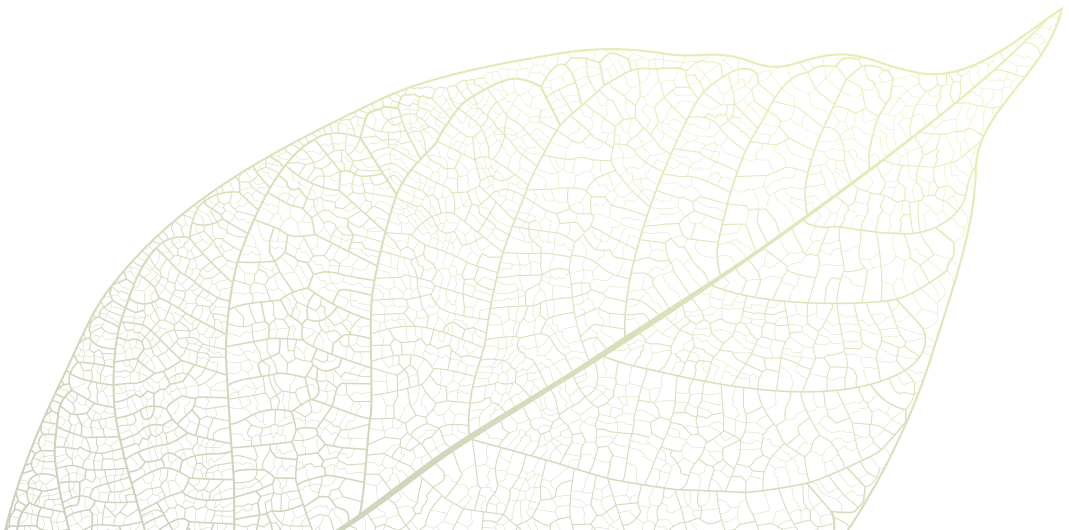
12. ábra: Az inváziós cserjefajok megoszlása erdészeti tájcsopontonként

Erdeink természetessége, biodiverzitása szempontjából értékes információ az őshonos cserjefajaink előfordulási gyakorisága a termőhely egyik lényeges paramétere, a vízgazdálkodási fok szerint (13. ábra).

Látható, hogy vannak kifejezetten szárazabb termőhelyekhez kötődő fajok (pl. húsos som, fagyal, vadrózsa), míg pl. a hamvas szeder, a moggyoró és a borostyán jellemzően az üdebb termőhelyeket kedveli.



13. ábra: A gyakoribb cserjefajok megjelenése a vízgazdálkodás függvényében



5. KITEKINTÉS

1993-at írtunk, amikor az első országos szisztematikus erdőleltár az útjára indult. A rendszer-váltást követően, a gazdasági, társadalmi és intézményi átalakulások közepette kezdődött meg az FNM, amiből mintegy 17 év alatt nőtt ki magát az NFI. Kezdetben manuális eszközökkel, adatgyűjtéssel és -rögzítéssel, s ugyan internet nélkül, de már a számítástechnika akkori vívmányait felhasználva végeztük munkánkat. A papír-ceruzától, a mérőszalagtól, a tükrös relaszköptől folyamatos technikai és metodikai fejlesztéseken keresztül jutottunk el a mai NFI-hez, amelyről bátran kijelenthető, hogy nemzetközi viszonylatban is korszerűnek tekinthető. Még az – de csak akkor marad továbbra is korszerű, ha folyamatos fejlesztésével nem hagyunk fel.

Jelenleg két jelentős kihívás előtt állunk: az egyik a visszatérés, a másik a távérzékelés eszköztárba vétele.

5.1. Visszatérés, ismételt mérések az NFI-mintaterületeken

2019-ben zárult az NFI első 10 éves felvételi ciklusa, ezzel mind az A, mind pedig a B háló mintapontjairól rendelkezésre állnak felvételi adatok. 2020-ban megkezdődhetett a „visszatérés”, vagyis az ismételt mérések.

Az eddigi – egyfajta statikus adatgyűjtést jelentő – felvételek azzal válnak dinamikussá, hogy a méréseket ugyanazokon a mintaterületeken újra elvégezzük, s az így nyert állapot-adatokat összevetjük a 10 évvel korábbiakkal. Ahhoz, hogy ezt adekvát módon meg tudjuk tenni, már az első felvétel metodikáját megfelelő módon – a majdan megfigyelni kívánt változásokhoz igazodva – kellett megválasztani. Az ismételt mérések adatainak elemzésével a 10 év alatt bekövetkezett változások, trendek származtathatók.

A visszatérés során a legfontosabb a területi és fakészletadatokban bekövetkezett változás, s ezen belül a növedék, a fakitermelés és a mortalitás számítása.

Amíg egyes adatok ismételt felvétele esetén az aktuális érték korábbi értékkel való összehasonlítása viszonylag egyszerűen kirajzolja az esetleges változás trendjét, addig a mintafák dinamikusán változó, egyedi észlelésű paraméterei már nagyobb kihívást jelentenek. Ez esetben a visszatérés lényege az, hogy az egyes ciklusokban felvett, egyedileg azonosítható, georeferálható mintafákkal el lehessen számolni, és mérlegszerűen kimutatni az egyezést, illetve az esetleges változást. Ehhez elengedhetetlen a ciklusok közötti faegyedszintű kapcsolat létrehozása és az egyedszintű „életpálya” egyes stádiumainak azonosítása, majd a mintafa paramétereiben bekövetkezett változások modellezése.

A faegyedek közötti kapcsolat megteremtéséhez elsődleges feladat a korábbi mintavételi helyek felkeresése, ahol a mintafák azonosítását a használt eszközpark lehetővé teszi.

A tapasztalatok alapján azonban a mintapontok megtalálása, illetve a mintapontok közepének beazonosítása nehézségekbe ütközhet. Problémát okoz, hogy a mintapont közepét jelző festett fák 10 év alatt – különböző okok miatt – eltűnhetnek, így egyedül a felkeresést segítő GPS-re lehet hagyatkozni, annak pontossága viszont nem mindig teszi lehetővé a mintapont közepének beazonosítását. A probléma megoldása lehet pontosabb GPS beszerzése, illetve az állandósítás módjának újragondolása.

A két évjáratú felvételek összevetése, a változások *modellezése* komoly szakmai ismereteket feltételez, és jelentős erőforrást igényel. Eredményeképpen viszont összehasonlítható idősorokkal rendelkezhetünk, számítható a fahasználat, az aktuális növedék és a mortalitás is.

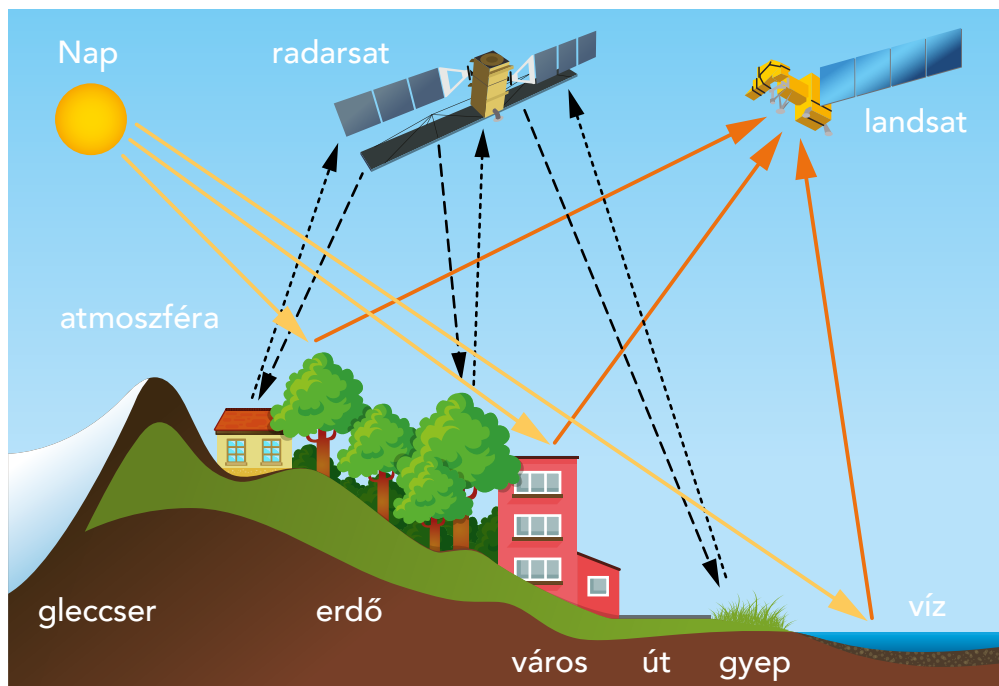
A nagy területű erdőleltár egyik legfontosabb potenciális felhasználási területe a prognóziskészítés, hiszen a közép- és hosszú távú projekciók elengedhetetlenek a szakmapolitikai stratégiák megalapozásához. Modellezésre, prognóziskészítésre az igény jelen van, a hazai viszonyokra optimalizált eljárás kidolgozása azonban még várat magára. Nemzetközi projektben (DIABOLO, I. 4.2. fejezet) ugyan volt már rá példa, hogy az NFI-adatok alapján több scenáriót is magában foglaló prognózis készült a magyar erdőkről. Az alkalmazott eljárás (EFDM, European Forestry Dynamics Model) viszont hazánk természeti viszonyai között nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. A modellezés az NFI-adatok hasznosításának egy magasabb szintje. Egyrészt kitűnően demonstrálja az NFI-ben rejlő potenciált, másrészt az ágazaton belüli és az ágazatok közötti szakmai kapcsolatok elmélyítését is szolgálja. A jövőben nagy jelentőséggel bír a megújuló erőforrások prognosztizálása, illetve a faállományok szénmegkötésének előrevetítése szempontjából is.

A visszatérés a fentiekén túlmenően komoly lehetőség az eddigi módszertan átgondolására, hiszen egy esetleges jelentősebb változtatásnak csak új ciklus indítása esetén van értelme. Átgondolandó tehát az eddig felvett paraméterek sora, azok jellemzői, és szintén számolni lehet bizonyos paraméterek felvételezésének szüneteltetésével, elhagyásával, illetve újak bevezetésével. Ennek során egyfajta vezérlőelv az Adattártól való függetlenedés. Ez természetesen nem jelentheti az adattári adatok teljes figyelmen kívül hagyását, hiszen bizonyos információk csak innen nyerhetők ki (pl. rendeltetés, üzemmód stb.). Számos olyan adat van azonban, amely más, elsődleges forrásból is átvehető. Ennek nagy előnye, hogy ezek az adatok a nem erdőtervezett területeken is beépíthetővé válnak az NFI alapadatai közé.

Az NFI a metodikájában és a terepen felvett jellemzők körét illetően már az első két ciklusban is a hazai és a nemzetközi igényeket alapul véve járt el. A visszatérés előkészítése során kiemelt szempont azon további jellemzők megmintázásának mérlegelése, amelyek alapvetően szükségesek ahhoz, hogy a nemzetközi adatszolgáltatásba (SoEF, FRA, ÜHG) az NFI szélesebb körben beépíthető legyen, és a hazai erdészeti információigényeket is kielégítse.

5.2. Távérzékelés az erdőleltározásban

Az erdőleltározás hagyományosan földi méréseken alapul, statisztikai jellegéből kifolyólag a ténylegesen megmintázott terület – a nagy mintaszám ellenére is – csak töredéke az összterületnek. Ez természetesen az eredményekben bizonyos – mintavételből fakadó – hibát eredményez. A megbízhatóságot növelheti a mintavételi háló sűrítése, s ezzel a mintavételek számának növelése, valamint más adatforrás erdőleltározásba való bevonása, amilyen például a rohamosan fejlődő távérzékelés. A távérzékelés elterjedésével egy új lehetőség nyílt meg az ágazat számára is. A nagy területről készített légi fényképekről, űrfelvételekről egyre több, erdőre vonatkozó adat nyerhető ki (14. ábra).



14. ábra: Az aktív és passzív műholdas távérzékelés (Király 2007 nyomán)

A távérzékelte felvételek elemzése során kinyerhetők minőségi (kvalitatív) (pl. faj vagy fajcsoport meghatározása) és mennyiségi (kvantitatív) információk. Utóbbiak sok esetben közvetve – valamilyen származtatott adat, pl. spektrális indexek, textúramutatók segítségével – becsülhetők.

Multispektrális műholdfelvételekből (elsősorban Landsat 8 és Sentinel-2) előállított idősorok például felhasználhatók az erdőborítottság, záródás, faállománytípusok, fajcsoportok térképezésére.

A távérzékelés alkalmazásának jelentősége az NFI szemszögéből aktuálisan különösen az erdőterület (FRA, SoEF) és a földhasználat-változások (ÜHG) kimutatásában, nyomon követésében van. Erre vonatkozólag az erdőleltár – a mintavétel jellegéből kifolyólag – kellő pontosságú adatot nem tud szolgáltatni.

Jelenleg az erdészeti célú alkalmazásokhoz az EU által finanszírozott és az Európai Űrügynökség (European Space Agency, ESA) üzemeltetésében és fejlesztésében megvalósuló Copernicus-program Sentinel-1 és Sentinel-2 műholdjainak felvételei használhatók a legszélesebb körben. A Sentinel-felvételeket az ESA ingyen elérhetővé és letölthetővé tette az európai országok számára, ami jelentős lendületet adott az egyes országok földmegfigyelési programjainak kialakításához, fejlesztéséhez.

Magyarországon 2017-ben indult a Földmegfigyelési Információs Rendszer (FIR) kialakítása, amelynek célja a Copernicus-programból származó földmegfigyelési adatok elérése és tárolása, feldolgozása, valamint a feldolgozott adatok hazai felhasználók felé történő továbbítása.

Az erdészeti igazgatás mint konzorciumtag az indulása óta részt vesz a projektben, felismerve a távérzékelésben rejlő lehetőségeket. A részt vevő (vízügyi, katasztrófavédelmi, honvédelmi, erdészeti) szervezetek saját, dedikált rendszere mellett kialakításra került egy általános monitoringrendszer, az eFöld.

A FIR-ben jelenleg megvalósuló, leginkább erdészeti eljárásokban hasznosuló folyamatok – faállomány-osztályozás, szabadrendelkezésű erdők detektálása, igénybevételek és fahasználatok, valamint az erdőkárok megállapítása – mellett az egyéb kutatási, monitoringcélokra történő felhasználási lehetőségek vizsgálata is folyamatban van.

Habár hazánkban jelenleg még nem alkalmazzák rutinszerűen sem az egyéb erdészeti feladatokban, sem az erdőleltározásban a távérzékelési módszereket, a szakmai igények, a nemzetközi jelentésekhez elvárt pontosság és a távérzékelési adatok egyre szélesebb körű hozzáférhetősége időszerűvé teszi bevonását az erdőleltározás mindennapi gyakorlatába.



RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

RÖVIDÍTÉSEK	KIFEJTETT TARTALOM
ÁESZ	Állami Erdészeti Szolgálat
COST	European Cooperation in Science and Technology
d1,3	Mellmagassági átmérő
DG JRC	Directorate-General Joint Research Centre
DIABOLO	Distributed, Integrated and Harmonised Forest Information for Bioeconomy Outlooks
EEM	Egyesített Erdészeti Monitoring
EFDAC	European Forest Data Center
EFDM	European Forestry Dynamics Model
EMMRE	Erdészeti Mérő és Megfigyelő Rendszer
ENFIN	European National Forest Inventory Network
ESA	European Space Agency / Európai Űrügynökség
EVH	Erdővédelmi Hálózat
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations / Az ENSZ Élelmizésügyi és Mezőgazdasági Világszervezete
FAWS	Forest Available for Wood Supply
FIR	Földmegfigyelési Információs Rendszer
FM	Field-Map
FNAWS	Forest Not Available for Wood Supply
FNM	Faállományok Növekedésének Megfigyelése
FRA	Forest Resource Assessment / A FAO globális erdészeti erőforrás-értékelése
GPS	Global Positioning System (Globális Helymeghatározó Rendszer, USA)
ha	hektár
Horizon 2020	Az EU kutatási és innovációs programja
ICP Forests	International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change / Éghajlatváltozási Kormányközi Testület
JRC	Joint Research Centre / Közös Kutatóközpont
MÉM ERSZ	Mezőgazdasági és Élelmizésügyi Minisztérium Erdőrendezési Szolgálat
MGSZH	Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal
Nébih EI	Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatósága
Nébih NTAI	Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal Erdészeti Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatósága
NFI	National Forest Inventory / Nemzeti Erdőleltár
OEA, Adattár	Országos Erdőállomány Adattár
OENYR	Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer
OWL	Other Wooded Land / Egyéb fával borított terület
SC	Specific Contract
SoEF	State of Europe's Forests
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change / Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye
ÜHG	Üvegházhatású gáz
VÉV	Vadállomány által okozott élőhelyváltozás-vizsgálat

IRODALOMJEGYZÉK

- Bartha D. 2005: A magyarországi erdők természetességének vizsgálata. Akadémiai doktori értekezés. Sopron, 280.
- Barton Iván – Czímber Kornél – Király Géza – Moskal L. Monika 2019: *Faállománytípusok térképezése Sentinel-2 űrfelvétel-idősorozaton Deep Learning osztályozóval*. Soproni Egyetem, Kari Tudományos Konferencia Kiadványa
- Borhidi A. 2003: *Magyarország növényrársulásai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 610.
- Borsy Z. (szerk.) 1992: *Általános természetföldrajz*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 832.
- Bulla B. 1962: *Magyarország természeti földrajza*. Tankönyvkiadó, Budapest, 424.
- CEBA Kiadó vonatkozó Megyei Kézikönyv-kötetei 1996–2000
- Czímber Kornél 2009: *Új, általános célú képosztályozó kifejlesztése nagy felbontású, textúrával rendelkező digitális képek feldolgozására*. Geomatikai Közlemények, 12:249–258.
- Csornai G. – Dalia O. 1991: *Távérzékelés*. Jegyzet. Székesfehérvár
- Dövényi Z. (szerk.) 2012: *A Kárpát-medence földrajza*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Dövényi Z. (szerk.) 2010: *Magyarország kistájainak katasztere*. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876.
- Erdészeti Mérő és Megfigyelő Rendszer 2010–2019. Éves leporollók. Nébih–NFK, Budapest
- Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszer – ESZIR 1996–2020. Állami Erdészeti Szolgálat/Nemzeti Földügyi Központ
- Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszerhez kapcsolódó Erdőrendezési útmutató 2004. Állami Erdészeti Szolgálat
- Erdővédelmi Figyelő-jelzőszolgálati Rendszer adattára 1992–2011/2012–2017. Erdészeti Tudományos Intézet/Nébih, NAIK ERTI
- Führer E. 2017: Az erdészeti klímaosztályok új lehatárolása ökoфизиológiai alapon. In Mátyás Cs. (szerk.): A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai III. Erdészeti Lapok, 152/6:173–175.
- Führer E. – Horváth L. – Jagodics A. – Machon A. – Szabados I. 2011: Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. Időjárás, 115/3:103–118.
- Führer E. – Horváth L. – Möring A. – Pödör Z. – Jagodics A. 2017: Az erdészeti szárazsági mutató (FAI) segítségével lehatárolt erdészeti klímaosztályok/klímakategóriák jellemzése. Erdészeti Lapok, 152/9:270–272.
- Führer E. 1995: Az időjárás változásának hatása az erdők fatermőképességére és egészségi állapotára. Erdészeti Lapok, 130/6:176–178.
- Führer E. 2010: A fák növekedése és a klíma. „KLÍMA-21” Füzetek, 61:98–107.
- Führer E. 2018: A klímaértékelés erdészeti vonatkozásai. Erdészettudományi Közlemények, 8/1:27–42.
- Führer E. 2017: *Magyarország erdészeti tájai I. Nagyalföld erdészeti tájcsopót*. NFK, Budapest, 972.
- Führer E. 2017: *Magyarország erdészeti tájai II. Északi-középhegység erdészeti tájcsopót*. NFK, Budapest, 574.
- Führer E. 2019: *Magyarország erdészeti tájai III. Dunántúli-középhegység erdészeti tájcsopót*. NFK, Budapest, 780.
- Führer E. 2019: *Magyarország erdészeti tájai IV. Kisalföld erdészeti tájcsopót*. NFK, Budapest, 340.
- Fülöp J. 1989: *Bevezetés Magyarország geológiájába*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 246.
- Gencsi L. – Vancsura R. 1992: *Dendrológia. Erdészeti növénytan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest*
- Halász G. (szerk.) 2006: *Magyarország erdészeti tájai*. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 154.
- Hirka A. – Csóka Gy. – Koltay A. – Janik G. 2008: A nyárak és fűzek biotikus és abiotikus kárai. Az Erdészeti Kutatások digitális ünnepi különszáma az OEE 139. Vándorgyűlése tiszteletére. Cikkgyűjtemény. 258–280.
- Hirka A. – Csóka Gy. 2006: *Képes útmutató és kódjegyzék az erdővédelmi jelzőlapok kitöltéséhez*. Agroinform, Budapest
- Hirka A. – Csóka Gy. 2008: A tölgyek karpófág rovarai. Az Erdészeti Kutatások digitális ünnepi különszáma az OEE 139. Vándorgyűlése tiszteletére. Cikkgyűjtemény. 235–257.
- Hirka A. – Koltay A. – Csóka Gy. – Janik G. 2008: Az akác biotikus és abiotikus kárai. Az Erdészeti Kutatások digitális ünnepi különszáma az OEE 139. Vándorgyűlése tiszteletére. Cikkgyűjtemény. 281–300.
- Illés G. dr. 2013: *Jelentés a magyarországi erdőterületeken lévő szerves talajok elterjedésének, szénkészségének és a szénkészség változását célzó becslések első eredményeiről*. Budapest, ERTI
- IPCC, 2006: *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston, H. S. – Buendia, L. – Miwa, K. – Ngara, T. – Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

- IPCC, 2014a: 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. Hiraishi, T. – Krug, T. – Tanabe, K. – Srivastava, N. – Baasansuren, J. – Fukuda, M. – Troxler, T. G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.htm>
- IPCC, 2014b: 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hiraishi, T. – Krug, T. – Tanabe, K. – Srivastava, N. – Baasansuren, J. – Fukuda, M. – Troxler, T. G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/index.html>
- IPCC, 2019: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- Jakucs P. 1966: Légi fénykép alapján történő vegetációtérképezés Magyarországon a Badacsony hegy példáján. *Botanikai Közlemények*, 53:43–47.
- Járó Z. – Tátraaljai E.-né 1985: A fák éves növekedése. *Erdészeti Kutatások*, 76–77:221–234.
- Jensen, J. R. – Lulla, K. 1987: *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*
- Jin, S. – Sader, S. A. 2005: Comparison of time series tasseled cap wetness and the normalized difference moisture index in detecting forest disturbances. *Remote Sensing of Environment*, 94:364–372.
- Király G. – Molnár Zs. – Bölöni J. – Csiky J. – Vojtkó A. (szerk.) 2008: *Magyarország földrajzi kistájainak növényzete*. MTA ÖBKI, Vácrátót, 248.
- Király G. – Balla Cs. – Barton I. – Mészáros Gy. – Petrányi B. – Szabó K. 2017: Borított felszínmodellek erdészeti felhasználása. In Bidló A. – Facskó F. (szerk.): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, 118–122.
- Király G. 2007: A távérzékelés erdészeti alkalmazása. Doktori (PhD-) értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron
- Király L. 1999: Új eljárások a hazai erdőrendezésben. Budapest, OEE Erdészettörténeti Szakosztály, XLV. kötet
- Király, G. – Brolly, G. – Burai, P. 2012: Tree Height and Species Estimation Methods for Airborne Laser Scanning in a Forest Reserve. In Full Proceedings of SilvLaser; Vancouver, BC, Canada, 2012. 09. 16–19., 260–270.
- Kolozs L. (szerk.) 2009: *Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer 1988–2008*. MGSZH, Budapest, 149.
- Koltay A. – Hirka A. – Csóka Gy. 2008: A fenyők biotikus és abiotikus kárai. Az Erdészeti Kutatások digitális ünnepi különszáma az OEE 139. Vándorgyűlése tiszteletére. Cikkgyűjtemény. 398–430.
- Koltay A. 2001: Az erdei- és a feketefenyő gombabetegségei. Agroiinform Kiadó, Budapest
- Koltay A. – Szabó I. – Janik G. 2012: Ash Diaback in Hungary. *Forstschutz Aktuell*, Nr. 55, August, 59–61.
- Kristóf D. 2005: Távérzékelési módszerek a környezetgazdálkodásban. Doktori értekezés. Gödöllő, 146.
- Kristóf D. – Belényesi M. – Burai P. – Czímber K. – Király G. – Tanács E. 2013: Távérzékelési adatok és módszerek erdőtérképezési célú felhasználása. Megvalósíthatósági tanulmány. An Augur Kft.
- Kovács G. 2007: *Termőhely-ismerettan*. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest
- Lakatos F. – Szabó I. 2001: Fenyőféléken előforduló károsítók és kórokozók. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Lakatos F. – Szabó I. 2002: Tölgyeken előforduló károsítók és kórokozók. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Lakatos F. – Szabó I. 2005: Lágylombos fajokon (nyárok, fűzek, éger) előforduló károsítók és kórokozók. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- LULUCF-rendelet 2018. Regulation (EU) 2018/841. Regulation (EU) 2018/841 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework, and amending Regulation (EU) No 525/2013 and Decision No 529/2013/EU (Text with EEA relevance). URL: <http://europa.eu/!cQ33UG>
- Manninger M. – Edelényi M. – Pödör Z. – Jereb L. 2011: Alkalmazott elemzési módszerek a környezeti tényezők fák növekedésére gyakorolt hatásának vizsgálatában. *Erdészettudományi Közlemények*, 1/1:59–70.
- Manninger M. 2004: Erdei fák éves és korszaki növekedésmentene és kapcsolódása egyes ökológiai tényezőkhöz. In Mátyás Cs. – Vig P. (szerk.): Erdő és klíma IV. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 151–162.
- Márkus L. 1999: A magyar erdőrendezés története. Budapest, OEE Erdészettörténeti Szakosztály, XLV. kötet
- Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal 2019: Nagy területű erdőleltár felhasználási lehetőségeinek vizsgálata. Nébih, Budapest, 251.
- Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár – NFI 2010–2019. Nemzeti Földügyi Központ, Budapest
- NFAP 2018. Somogyi Z. – Szepesi A. – Szakály J. – Tobisch T. *National Forest Accounting Plan, Hungary*, 78. URL: https://cdr.eionet.europa.eu/hu/eu/mmr/lulucf/envxbyrxa/NFAP_Hungary.pdf
- Országos Erdőállomány Adattár – OEA 1996–2018. Állami Erdészeti Szolgálat/Nemzeti Földügyi Központ, Budapest
- Országos Erdőkár Nyilvántartó Rendszer Adattára – OENYR 2012–2017. Nébih, NAIK ERTI
- Pagony H. (szerk.) 1993: *Erdei károsítók*. Erdőrendezési Szolgálat, Budapest

- Rumpf J. 2013: *A fakitermelések vágásterületén maradó összes apadék és az elégetésre kerülő részaránya, fafajonként. A Nébih által korábban megrendelt tanulmány*
- Sopp L. dr. – Kolozs L. (szerk.) 2000: *Fatömegszámítási táblázatok*. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest
- Somogyi Zoltán – Koltay András – Molnár Tamás – Móricz Norbert 2018: *Forest health monitoring system in Hungary based on MODIS products*. Theory Meets Practice in GIS, Debrecen, Vol. IX, 325–330.
- Standovár T. – Szmorad F. 2012: *Erdőrézlet-leptéktű erdőtermészetesség-vizsgálatok a Duna-Ipoly Nemzeti Park hegyvidéki területein*. Kutatási jelentés a 4413/8/2012-es számú szerződéshez. Zöld Teaterasz Kft., 88.
- Stefanovits P. – Filep Gy. – Fülek Gy. 2010: *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Stefanovits P. 1956: *Magyarország talajai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 232.
- Stefanovits P. – Filep Gy. – Fülek Gy. 1999: *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 471.
- Szabó I. 2003: *Erdei fák betegségei*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Szabó I. 2008: *A magas kóris Chalara fraxinea okozta hajtás- és vesszőpusztulásának megjelenése Magyarországon*. Növényvédelem, 44/9:444–446.
- Szabó K. – Farkas R. – Király G. 2019: *Erdőbecslés Phantom-képek alapján a Szombathelyi Erdészeti Zrt. erdőterületein*. In Facsó F. – Király G. (szerk.) 2019: Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VII. Kari Tudományos Konferencia – a konferencia előadásainak és posztereinek kivonatai. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, 21.
- Szodfridt I. 1993: *Erdészeti termőhely-ismerettan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 317.
- Szodfridt I. – Vig P. 1990: *Erdészeti meteorológia*. Kézirat. EFE, Sopron
- Szontagh P. – Tóth J. 1988: *Erdővédelmi útmutató*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Tanács Eszter 2015: *Eltérő szerkezetű erdőállományok lehatárolása légi felvétel alapján, objektumalapú módszerekkel*. In Természetvédelmi Közlemények, Vol. 21., 340–351.
- Tomppo, E. – Vidal, C. – Lanz, A. COST Action E43: *Harmonisation of national forest inventories in Europe: techniques for common reporting*. UNECE/FAO Team of Specialists at the Forestry Commission in Edinburgh, Scotland. 21–22nd May 2007
- Tóth J. (szerk.) 1999: *Erdészeti rovartan*. Agroinform Kiadó, Budapest
- Tóth J. – Kókai S. – Rakonczai J. – Dövényi Z. – Becsei J. – Gulyás L. 2012: *Kelet-Magyarország*. In Dövényi Z. (szerk.): *A Kárpát-medence földrajza*. Akadémiai Kiadó, 812–891.
- Tuba K. – Horváth B. – Lakatos F. 2012: *Inváziós rovarok fás növényeken*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó
- Varga F. (szerk.) 2001: *Erdővédelem*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Vidal, C. – Albertdi, I. – Hernández, L. – Redmund, J. *National Forest Inventories 2016: Assessment of wood availability and use*. Switzerland, Springer
- Vig P. 1995: *Éghajlattan*. Egyetemi jegyzet. EFE, Sopron
- Vitális Gy. 1957: *Magyarország földtana*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Zúbrik M. – Kunca A. – Csóka Gy. (szerk.) 2013: *Insects and diseases damaging trees and shrubs of Europe*. N.A.P. Editions
- 1769: Mária Terézia Erdőrendtartása. A fákak és erdőknek neveléséről és megtartásáról való rendelés
- 1790/91. évi LVII. törvénycikk az erdők pusztításának megakadályozásáról
1879. évi XXXI. törvénycikk. Erdőtörvény
1898. évi XIX. törvénycikk a községi és némely más erdők és kopár területek állami kezeléséről, továbbá a közbirtokosságok és a volt úrbéresek osztatlan tulajdonában lévő, közösen használt erdők és kopár területek gazdasági ügyvitelének szabályozásáról
1935. évi IV. törvénycikk az erdőkről és a természetvédelemről
1945. évi VI. törvénycikk a nagybirtokrendszer megszüntetése és a földműves nép földhöz juttatása tárgyában kibocsátott Kormányrendelet törvényerőre emeléséről
1961. évi VII. törvény az erdőkről és a vadgazdálkodásról
1996. évi LIII. törvény a természet védelméről
1996. évi LV. törvény a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadászatról
2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról

