Erdészettudományi Közlemények 11. évfolyam 1-2. szám 2021

DOI: https://doi.org/10.17164/EK.2021.007

5–25. oldal

ÉSZAKI-KÖZÉPHEGYSÉGI ERDŐK ÖSSZETÉTELÉNEK, SZERKEZETÉNEK ÉS HOLTFA-VISZONYAINAK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

Szmorad Ferenc, Kelemen Kristóf, Kenderes Kata és Standovár Tibor

Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Biológiai Intézet,
Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék

Kivonat

Az „Erdei életközösségek védelmét megalapozó többcélú állapotértékelés a magyar Kárpátokban" című, a Svájci-Magyar Együttműködési Program keretében támogatott projekt fő célkitűzése egy új erdőállapot-leíró módszertan kidolgozása és az Északi-középhegység három tájegysége (Börzsöny, Mátra, Aggteleki-karszt) területén, közel 50 000 hektáron történő alkalmazása volt. A szisztematikus mintavételezéssel, finom térbeli felbontással, sokféle változó rögzítésével végrehajtott felvételezés alapján jelen tanulmány a faállomány-összetétel, faállomány-szerkezet és holtfa-ellátottság témakörét értékeli. Az eredmények az Aggteleki-karszt fafaj- és szerkezeti gazdagságát, a Mátra elegyfafajokban való szegénységét és jelentős álló holtfa mennyiségét, illetve a Börzsöny változatos záródásviszonyait mutatják. Fekvő holtfa mennyiség tekintetében a tájegységek között nincs lényegi különbség, s az agresszíven terjedő adventív fafajok is jórészt azonosak (akác, bálványfa). A gyakorlati vonatkozású konklúziók között a cikk rámutat egyes állapotjellemzők (pl. elegyfafajok jelenléte/aránya, holtfa mennyiség) gazdálkodás-függésére, s javaslatot tesz a kapcsolódó szakmai kérdések kezelésére.

Kulcsszavak: erdőállapot-felmérés módszertan, szisztematikus mintavétel, elegyesség, idegenhonos fajok

ASSESSMENT OF COMPOSITION, STRUCTURE AND DEAD WOOD SUPPLY IN FORESTS OF THE NORTH HUNGARIAN MOUNTAINS, HUNGARY

Abstract

The main objective of our project entitled „Multi-purpose assessment serving biodiversity conservation in the Carpathians region of Hungary", supported by the Swiss-Hungarian Cooperation Program, was to develop a new forest state description methodology and to apply it to survey nearly 50,000 hectares of forests in three regions (Börzsöny, Mátra, Aggtelek Karst) of the North Hungarian Mountains. The present study evaluates the composition and structure of tree canopy and deadwood supply based on data collected by systematic sampling, fine spatial resolution and by recording numerous variables. The results show the compositional and structural richness of the Aggtelek karst, the lack of admixing tree species and a better supply of standing dead wood in the Mátra, the higher variation in canopy closure in the Börzsöny. There is no significant difference between the regions in terms of lying dead wood, and invasive trees species (black locust, tree of heaven). Among the practical conclusions, the dependence of certain characteristics (admixing trees, dead wood) on management is emphasised, and related management proposals are made.

Keywords: forest state survey methodology, systematic sampling, admixing species, alien species

Levelező szerző/Correspondence:
Standovár Tibor, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c., e-mail: standy@caesar.elte.hu

BEVEZETÉS

Az „Erdei életközösségek védelmét megalapozó többcélú állapotértékelés a magyar Kárpátokban” című, SH/4/13 azonosítójú, Svájci-Magyar Együttműködési Program keretében támogatott, 2014–2016 között lebonyolított pályázati munka fő célkitűzése egy helyzetelemzést és természetvédelmi-erdőgazdálkodási kérdések megválaszolását segítő, új erdőállapot-leíró módszertan kidolgozása és nagy területen (közel 50 000 hektáron), középhegységi viszonyok között – elsősorban természetközeli állapotú erdők alkotta, nagyobb kiterjedésű, zárt erdőtömbökben – történő alkalmazása volt.

A projekt újszerűségét a kidolgozott módszertan sajátosságai (nagy mintaszám és nagy mintavételi sűrűség; finom, az erdőrészleten belüli változatosságot is feltáró térbeli felbontás; térben explicit adatok; az Országos Erdőállomány Adattárból nem elérhető alapvető állapotleíró adatok gyűjtése; gyors adatfelvétel, digitális adatrögzítés; nagy területek térképezésére való alkalmasság), és ebből fakadóan a felhasználás széles körű lehetőségei (egymástól függetlenül értékelhető változók; egymástól független mintázatok tanulmányozása; egyes erdészeti és természetvédelmi gyakorlati kérdések korábbiaktól jóval finomabb térbeli és tematikai részletezettségű megválaszolása) adták és adják.

A módszertani fejlesztést megelőzően részletes szakirodalmi feldolgozást végeztünk, amelyben áttekintettük és értékeltük a hasonló céllal végzett felmérések tapasztalatait. Ezeket helyhiány miatt e helyütt nem közöljük, de a projekt honlapján található összefoglalóban (Szmorad et al. 2013) elérhetők. Az előtanulmányok kapcsán kiemeljük ugyanakkor, hogy a nagyobb kiterjedésű (több tízezer hektárt kitevő) erdőterületek intenzív (finom térléptékű, nagy mintaszámú) felvételezésre sem a nemzetközi, sem a hazai szakirodalomban nem találtunk példát. Intenzív mintavételezéssel járnak, de csak néhány tíz hektáros területméret mellett működnek a hazai erdőrezervátum-hálózatban végzett felmérések (Horváth 2012). A szisztematikus mintavételi hálóval dolgozó erdőleltározás (Tomppo et al. 2010) más térléptékben és más célok mentén történik, s célkitűzéseiben, módszerében teljesen más irányú program volt a magyarországi erdők természetességi állapotát felmérő TERMERD-projekt is (Bartha et al. 2003).

Felmérésünk az Északi-középhegység három tájegységét érintette: a terepi adatfelvételezők a Börzsöny szinte teljes erdővel borított területét („Börzsöny” kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület; HUDI20008), a Mátra központi tömbjét (Mátrai Tájvédelmi Körzet), valamint az Aggteleki-karszt északi, országhatár-közeli részterületét (az Aggteleki Nemzeti Park Jósva-völgytől északra eső részét) mérték fel.

A felmérési munkák fajismeret és módszertan tekintetében felkészített és vizsgát tett terepi felmérők (37 fő) közreműködésével zajlottak. A projektterületen belül felkeresett mintavételi helyszínek közül a kiértékelés alapjául szolgáló adatbázisba 59 616 mintaterület adatai kerültek be. Az elemzésből kimaradt mintaterületek részben nem felvételezhető helyszínekre estek, részben olyan minőség-ellenőrzési céllal, vagy idősor vizsgálata miatt készített duplikátumok, amelyeket a térbeli átfedés miatt ejtettünk ki.

Jelen tanulmányunkban az erdőállapot-felmérés 59 616 mintaterületének adatai alapján készített előzetes kiértékelés (Standovár et al. 2017b) kivonatát ismertetjük. A bemutatott elemzések – terjedelmi korlátok miatt erősen szűkítve a felmérés tartalmi elemei által biztosított lehetőségeket – most csak a vizsgált tájegységek faállományainak összetételét, szerkezetét és holtfa-ellátottságát taglalják, de e témakörök kapcsán kiemeljük és értékeljük a fontosabb erdészeti vonatkozású, a mindennapi erdőgazdálkodási gyakorlat alakítása szempontjából megszívlelendő szakkérdéseket is. A saját terepi adatok feldolgozásának és értékelésének háttéradataként számos esetben támaszkodunk a vizsgált tájegységek természetföldrajzi és erdészeti szakirodalmára, valamint az Országos Erdőállomány Adattár 2015. évi állapotleíró adataira is.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati területek

Az állapot-felmérés három magas erdősültségű, zárt erdőtömbbel rendelkező tájegység (Börzsöny, Mátra, Aggteleki-karszt) területén/részterületén történt. A természetföldrajzi, faállomány- és gazdálkodási jellemzőket tekintve a három tájegység közül a Börzsöny és a Mátra számos hasonlóságot, egyezőséget mutat, ugyanakkor az Aggteleki-karszt több tekintetben is jelentősen eltérő karakterű terület.

A Börzsöny zömmel vulkanikus kőzetekből felépülő, 150–939 m tszf. magasságú, tömbös hegység, mélyen bevágódott völgyekkel, éles gerincekkel, markáns sziklaalakzatokkal. Az erdészeti klímakategóriák közül a gyertyános-tölgyes klíma dominál (44,80%), míg a bükkös és kocsánytalan tölgyes/cseres klíma közel azonos részesedést (29,24% és 25,91%) mutat. A talajtakarót barna erdőtalajok (53,63%) és kőzethatású talajok (44,35%) mozaikja uralja, az erdővegetációt a zonális erdők (cseres- és gyertyános kocsánytalan tölgyesek, szubmontán bükkösök, illetve kisebb területen montán bükkösök) többé-kevésbé szabályosan rendeződő – döntően a klímakategória-mintázatához igazodó – övei határozzák meg. A faállománytípus-főcsoportok közül a bükkösök 25,64%, a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek 20,70%, a gyertyánosok 5,48%, a kocsánytalan tölgyesek 20,08%, míg a cseresek 16,99% részesedést mutatnak. Az idegenhonos főfafajú főtípusok aránya együttesen 6,71%, ezen belül az akácosok önállóan 5,61%-ot tesznek ki. A fiatal (40 év alatti) erdők 25,90%, az idős és öreg (80 év feletti) erdők 38,59% részaránnyal rendelkeznek. A domináns vágásos üzemmód mellett relatíve magas az átmeneti és örökerdő üzemmódba sorolt erdők aránya (együtt 19,99%), a faanyagtermelést nem szolgáló erdők részesedése 10,14%. Az elmúlt 2–3 évtizedben az erdőtakarót több alkalommal (legutóbb 2014-ben) érintették erőteljes, kiterjedt természetes bolygatások (széldöntések, jégtörések). A terület jelentős része 1978 óta tájvédelmi körzet, majd 1997-től nemzeti park besorolással bír, az itt folyó erdőgazdálkodási tevékenység ennek ellenére viszonylag intenzívnek mondható (a gazdálkodással 30 évnél régebb óta nem érintett erdők aránya 16,08%). Az erdőknek komoly közjóléti szerepe is van, Budapest közelsége miatt a turisztikai aktivitás jelentős (Bartha & Nagy 2014). A tájegységben szinte a teljes hegységterület (29 101,06 ha) felmérésére sor került.

A Mátra 150–1014 m tszf. magasságú vonulata geológiai felépítés, geomorfológiai jellemzők, talajtakaró és erdőövek tekintetében a Börzsönyhöz rendkívül hasonló képet mutat. A magasabb régiók érintettsége miatt a bükkös és gyertyános-tölgyes klíma aránya e helyütt kifejezetten magas (51,07% és 37,78%), míg a kocsánytalan tölgyes/cseres klíma részesedése elenyésző (11,15%). A talajtakarón belül szintén a barna erdőtalajok (65,78%) és a kőzethatású talajok (32,68%) jellemzőek. A faállománytípus-főcsoportok közül a bükkösök 40,92%, a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek 21,77%, a gyertyánosok 4,92%, a kocsánytalan tölgyesek 18,08%, míg a cseresek 7,84% részesedést mutatnak (a Börzsönyhöz képest jelentősen a bükkösök és cseresek aránya különbözik). Az idegenhonos főfafajú főtípusok aránya együttesen 5,83%, ezen belül a különböző fenyvesek önállóan 5,55%-ot tesznek ki. A fiatal (40 év alatti) erdők 19,00%, az idős és öreg (80 év feletti) erdők 44,26% részaránnyal rendelkeznek. A domináns vágásos üzemmód mellett az átmeneti és örökerdő üzemmódba sorolt erdők aránya relatíve alacsony (együtt 11,89%), a faanyagtermelést nem szolgáló erdők részesedése a Börzsönyhöz hasonló (12,16%). Az elmúlt évtizedekben a tájegységben csak közepes volumenű, kisebb foltokat érintő természetes bolygatások történtek. A Magas-Mátra (két részterülettel) 1986 óta tájvédelmi körzet, az erdőgazdálkodás ennek ellenére itt is viszonylag intenzív (a gazdálkodással 30 évnél régebb óta nem érintett erdők aránya 15,64%). A turisztikai igénybevétel szintén jelentős, a terület a 20. század első felétől hagyományosan erős nyári-téli látogatottsággal érintett (Baráz et al. 2010). A hegységben csak a magasabb régiók (a tájvédelmi körzet) területén (11 190,94 ha) történt állapotfelmérés.

A három tájegységből leginkább egyedi karakterrel a 200–605 m tszf. magasságú Aggteleki-karszt rendelkezik. Itt az alapkőzetet különböző típusú mészkövek és dolomit alkotják, a felszíni morfológia pedig kiterjedt

– töbrökkel tagolt – fennsíkokkal, meredek lejtőkkel, illetve helyenként szűk szurdokvölgyekkel jellemezhető. A tájegységben dominál a gyertyános-kocsánytalan tölgyes klíma (83,56%), mellette csak a bükkös klíma ér el számottevő részesedést (16,00%). A karsztos felszínen viszonylag csekély a barna erdőtalajok részesedése (14,28%), helyettük a kőzethatású talajok – a különböző típusú rendzinák – a meghatározóak (73,35%). A domborzat jellegzetességei miatt szabályos erdőövek nem alakultak ki, a domináns gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtakaróba ágyazva az északi lejtőkön szubmontán bükkösök, a déli lejtőkön molyhostölgyesek állományai fordulnak elő. A faállománytípus-főcsoportok közül a bükkösök 13,26%, a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek 35,57%, a gyertyánosok 21,84%, a kocsánytalan tölgyesek 6,93%, a molyhostölgyesek pedig 14,65% részesedést mutatnak. Az idegenhonos főfafajú főtípusok aránya együttesen 5,95%, ezen belül a fenyvesek önállóan 5,21%-ot tesznek ki. A fiatal (40 év alatti) erdők mindössze 5,13%, az idős és öreg (80 év feletti) erdők ellenben 60,50% részaránnyal rendelkeznek. A domináns vágásos üzemmód mellett átmeneti és örökerdő üzemmódba sorolt erdők gyakorlatilag nincsenek, a faanyagtermelést nem szolgáló erdők részesedése ugyanakkor kifejezetten magas (29,26%). A másik két tájegységhez képest ugyancsak magas az összefolyó korona- és cserjeszintű erdők, a sarjcsokros erdők, és a szabad állásban nőtt idős fákat tartalmazó erdők aránya. Az elmúlt időszakban természetes bolygatások csak szórványosan, csekély kiterjedéssel jelentkeztek. A domborzati és termőhelyi adottságok, illetve az 1978-ban létrehozott tájvédelmi körzet (1985-től nemzeti park) miatt az erdőgazdálkodás intenzitása igen mérsékelt, extenzív jellegű (a gazdálkodással 30 évnél régebb óta nem érintett erdők aránya 51,68%), csakúgy mint a felszíni turisztikai aktivitás (a térségbe látogatók elsősorban a barlangokat keresik fel) (Baross 1998). A részletesen felmért erdőtömb a karsztvidéknek csak kisebb részterülete (7 672,14 ha).

Az erdőállapot-felmérés módszertana

A projekt során az erdőállapot-leíráshoz újonnan kifejlesztett módszer finom térléptékű (nagy mintaszámú, az erdőrészleten belüli változatosság kimutatására is alkalmas) és gazdag tematikájú (az Országos Erdőállomány Adattárban szereplő adatokat kiegészítő, nagyszámú állapotleíró változóra kiterjedő) adatfelvételt tett lehetővé. A mintavételezés szisztematikus térbeli ponthálón alapult, ennek 100×100 m-es alaphálóját szükség szerint – változatosabb erdőtakarójú vagy kutatási-kezelési kérdések szempontjából exponált részterületeken – tovább sűrítettük (70,71×70,71 m; 50×50 m). A mintavételi hálóhoz kötötten így felvett erdőállapot-jellemzők térben explicit adatokként kezelhetők.

Az adatfelvételezés három mintavételi egységben (szakasz, plot, szubplot) történt. A szakasz a mintavételi háló két pontja között elhelyezkedő, a mintavételi sűrűség függvényében változó kiterjedésű, de felmérés közben még áttekinthető állományrész. Bevezetése olyan állapotjellemzők rögzítését tette lehetővé, amelyek a szisztematikus hálóban elhelyezett mintaterületekből kimaradhatnak (pl. kiugró méretű fák, agresszíven terjedő idegenhonos fafajok), vagy amelyek leírására a részletesen felvételezendő, limitált kiterjedésű mintaterületek nem alkalmasak (pl. természetes bolygatások).

A plot a mintavételi háló pontjaira elhelyezett 500 m^2-es, kör alakú (R=12,62 m) mintaterület, amely az állományjellemzők leírásának fő helyszíne. Az általános leírás (állomány-főkategória, fiziognómia) mellett itt került sor a faállomány-jellemzők, az álló és fekvő holtfa, a lágyszárú növények, a mikrohabitatok és egyes termőhelyi jellemzők felvételére. A faállomány részének a fatermetű fásszárúak 2,5 m magasság feletti egyedeit tekintettük, s ezek előfordulását és borítását fafajonként, 5 átmérőosztályban (0–8, 9–20, 21–35, 36–50, 50– cm), egy négyfokozatú, durva skálával (0–5%, 6–20%, 21–50%, 51% felett) rögzítettük (az adatfeldolgozás során pedig a borítási tartományok középértékeivel számoltunk). A faállomány záródását 5%-os pontossággal becsültük. Az álló holtfát 8 cm átmérő felett, három átmérőosztályban (9–20, 21–50, 50– cm) tételesen leszámoltuk, míg a fekvő holtfa mennyiségét és átmérőviszonyait egy a projekt előkészítése során kidolgozott 9 fokozatú skála

alapján (a mennyiséget és méretbeli eloszlást tükröző piktogramok segítségével) becsültük. A fekvő holtfa kategóriákhoz a piktogramokon szereplő famennyiség alapján rendeltünk m^3/ha értékeket (1. táblázat).

1. táblázat: *A fekvő holtfa leírására használt skála értelmezése*
Table 1: *Explanation of scale used for estimation of lying deadwood*

Csak 8 cm átmérő alatti, vékony holtfa (FWD) fordul elő	8–35 cm átmérő közötti vastag holtfa (CWD) is előfordul	35 cm átmérő feletti vastag holtfa (CWD) is előfordul
Fekvő holtfa kategória és mennyiség (m^3/ha)		
FWD1 = 1 m^3	CWD4 = 3 m^3	CWD7 = 8 m^3
FWD2 = 3 m^3	CWD5 = 8 m^3	CWD8 = 20 m^3
FWD3 = 6 m^3	CWD6 = 15 m^3	CWD9 = 50 m^3

A szubplot a mintavételi háló pontjaira elhelyezett 30 m^2-es, kör alakú (R=3,09 m), a plottal koncentrikus helyzetű mintavételi egység, amely a cserjék és az újulat leírására szolgált.

A felvételezés rendszerében a három mintavételi egység szerinti adatgyűjtést a tényleges mintavételi középpont gps-szel történő bemérése, fotódokumentáció készítése (a középpontból a fő égtájak felé 4 fotó és felfelé 1 fotó, illetve külső pozícióból még 1 fotó a plot/szubplot területéről) és opcionálisan (a nem szokványos jellemzők vagy információk felvételére) külön megjegyzés rögzítése egészítette ki.

A terepi navigáció Garmin GPSmap 64 készülék segítségével, az adatfelvételezés elektronikus formában, Android 4.2 operációs rendszert futtató érintőképernyős telefonon (EVOLVEO StrongPhone Q4) történt. Az adatbeviteli felületet a projekt keretében fejlesztett alkalmazás (ForestDataCollect) biztosította. A kisebb csomagokban rögzített terepi adatok egy FTP szerveren keresztül központi adatbázisba kerültek, amelyből a nyílt forráskódú PostgreSQL adatbázis-kezelő, térbeli adatkezelő modulok és térinformatikai programcsomagok (QGIS, ArcGIS) segítségével készítettünk kimutatásokat, térképeket.

A projekt időtartama alatt rendelkezésre álló kapacitások miatt a különböző mintavételezési sűrűséggel felvett területek aránya az egyes tájegységekben eltérőnek adódott. Az alaphálóként kezelt 100×100 m-es térbeli sűrűség (1 minta/ha) mellett különböző szempontok alapján kijelölésre kerültek 70,71×70,71 m-es mintavételi hálóval (2 minta/ha) felvett területek is. A Börzsöny esetében (közel 35%-os részesedéssel) a nem vágásos gazdálkodást magasabb arányban folytató területeken (Királyréti és Diósjenői Erdészet), a Mátra esetében (25%-ot meghaladó mértékben) a tájvédelmi körzet fokozottan védett területein történt sűrűbb mintavételezés. Az Aggteleki-karszton (50% feletti aránnyal) a terület változatossága indokolta a nagyobb mintavételi intenzitást. A legnagyobb térbeli sűrűséget (4 minta/ha intenzitás) biztosító 50×50 m-es térbeli hálót csak a Börzsöny egy kisebb részterületén (Pogány–Rózsás Erdőrezervátum), a 2014. évi jégtörést követő újrafelmérés során alkalmaztuk. A mintavételezés főbb adatait az 2. táblázat tartalmazza.

Az erdőállapot-leírás során alkalmazott változókat a 3. táblázat foglalja össze, míg felvételezés módszertanának részletes leírását, az egyes változók értelmezését és a leírásukra használt skálákat Standovár et al. (2016, 2017a) munkái tartalmazzák.

A tanulmány a faállomány-összetételt és -szerkezetet, valamint a holtfa-ellátottságot leíró fontosabb változókra koncentrál. Az adatfeldolgozás során részben originális terepi adatokkal (pl. álló holtfa darabszám, fekvő holtfa kategória), részben származtatott-számított adatokkal (pl. fafajok száma, átmérőosztályok száma, relatív borításértékek) dolgoztunk. A relatív borításértékek számítása az egyes átmérőosztályokhoz rendelt borítás-intervallumok középértékei alapján történt. A szerkezeti- és fajgazdagság egyfajta integrált mutatójaként bevezettük a pszeudofajszám fogalmát, mely technikailag az előforduló fafajok és az átmérőosztályok alkotta mátrix nem üres celláinak száma.

2. táblázat: *A mintavételezés főbb adatai*
Table 2: *Main data of the sampling*

A mintavétel főbb jellemzői	Börzsöny	Mátra	Aggteleki-karszt
Felmért terület (ha)	29 101,06	11 190,94	7 672,14
Plotok száma (db)	35 048	13 513	11 055
1 plot/ha intenzitás (100×100 m-es háló) (%)	64,22	73,22	46,34
2 plot/ha intenzitás (70,71×70,71 m-es háló) (%)	34,26	26,78	53,66
4 plot/ha intenzitás (50×50 m-es háló) (%)	1,52	0,00	0,00

Elemzéseink során a változók tájegységi átlagértékei mellett főként a tájegységi gyakoriságeloszlásokat vizsgáltuk és interpretáltuk (diagramjaink minden esetben tájegységek szerint differenciált eredményeket mutatnak). A térképi illusztrációk részben egyszerű ponttérképek (pl. idegenhonos-inváziós fafajok előfordulása), részben 9 hektáros (300×300 m-es) területi egységekre generált, erdőállapot-leíró változók átlagos értékeit mutató áttekintő térképek (pl. fekvő holtfa átlagos mennyiségének mintázata).

3. táblázat: *A többcélú erdőállapot-leírás során vizsgált változók*
Table 3: *Variables collected in the multi-purpose forest state survey*

Mintavételi egységek	Változó-csoportok	Változók
Szakasz	Szakaszjellemzők	Termőhelyi vonatkozású mikrohabitatok
		Természetes bolygatások jelenléte
		Jellemző bolygatás-típus
		Kiugró méretű fák jelenléte
		Agresszíven terjedő idegenhonos fafajok jelenléte
		Életnyomok és jelölő fajok jelenléte
Plot (500 m^2)	Általános leírás	Főkategória
		Fiziognómia
	A felújulási területek jellemzői	Az újulat-borítás mértéke
		A felújulási terület jellemző állapota
		A vágásnövényzet jellemzői fajai
	Faállomány-jellemzők	Lombkorona-záródás
		Fafajösszetétel és átmérőosztályok szerinti tömegesség
		Hántás jelenléte
		Antropogén eredetű törzskárok jelenléte
	Álló holtfa és facsonk	Az álló holtfa darabszáma átmérőosztályok szerint
		Az álló holtfa jellemző korhadtsági foka
		Az álló holtfa jellemző fafaja(i)
		A facsonkok darabszáma átmérőosztályok szerint
	Fekvő holtfa	A fekvő holtfa mennyisége
		A fekvő vastag holtfa jellemző korhadtsági foka
		A fekvő vastag holtfa jellemző fafaja(i)

Mintavételi egységek	Változó-csoportok	Változók
Plot (500 m^2)	Lágyszárú növények	Lágyszárú-összborítás
		Domináns és élőhelyjelző lágyszárúak
		Adventív lágyszárúak jelenléte
		Őshonos nitrofil és bolygatásjelző növények relatív borítása
	Mikrohabitatok és bolygatások	Faállományhoz kötődő mikrohabitatok
		A talajbolygatás mértéke és típusa
		A felszíni kövesség mértéke
		A kövek jellemző mérettartománya
		Idegenhonos cserjék és újulat jelenléte
Szubplot (30 m^2)	Cserjék	Cserje-összborítás
		Domináns és élőhelyjelző cserjefajok
	Újulat	A magas és alacsony újulat összborítása
		Domináns és egyéb újulat fafajok
		Jellemző rágottsági kategória
		Tuskósarjak jelenléte
---	Dokumentáció	GPS-koordináták
		Dokumentumfotók
		Megjegyzések

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

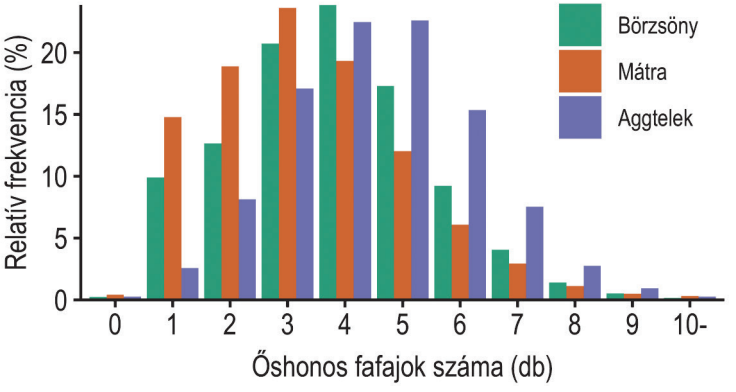
A faállomány-összetétel jellemzői

A faállományok kompozícionális (összetételbeli) sajátosságait a fafajszámok és a fafajarányok mutatói segítségével vizsgáltuk. A fafajarányok értelmezése kapcsán előzetesen fontos kiemelni, hogy a felmérés során a lombkoronák borítási értékeit becsültük, az ezek alapján számított relatív borítási arányok ennek megfelelően terület-viszonyszámként definiálhatók. Az erdészeti nyilvántartásokban szereplő elegyarány-értékek ezzel szemben általában fatérfogat-viszonyszámok, így a relatív borítási arány és elegyarány értékek megfeleltetése csak bizonyos korlátok mellett lehetséges.

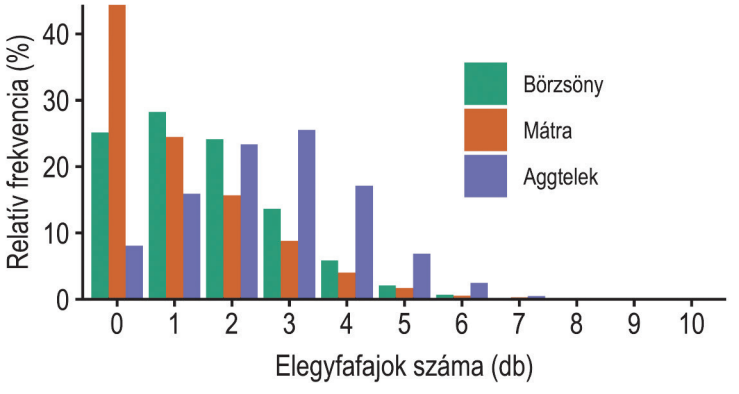
Az őshonos fafajok számának gyakoriságeloszlás-diagramján (1. ábra) a maximumok és az eloszlások lefutása alapján is határozottan kirajzolódik a faállományok Mátra–Börzsöny–Aggteleki-karszt sorrendben növekvő fajgazdagsága. A Mátra esetében 3, a Börzsönyben 4, míg a karszt esetében 5 a leggyakoribb őshonos fafajszám. A négynél több őshonos fafajt tartalmazó plotok aránya az egyes tájegységekben (sorrendben) 23,00%, 32,67%, illetve 49,47%.

Az őshonos elegyfafajok – a projekt értelmezése szerint az állományokban rendszerint domináns szerepet betöltő bükk, gyertyán, kocsánytalan tölgy, cser fafajokon felüli egyéb őshonos fafajok – számán, illetve gyakoriságán alapuló összevetés (2. ábra) a fentinél még differenciáltabb képet mutat. Látható, hogy a Mátra, Börzsöny és Aggteleki-karszt vizsgált erdeiben a leggyakoribb elegyfafajszám (sorrendben) 0, 1 és 3, amely értékek már önmagukban is komoly utalást adnak a különbségekre. A leginkább kirívó jelenségnek talán az nevezhető, hogy a Mátra felvett plotjainak 44,40%-án nem sikerült őshonos elegyfafajokat rögzíteni (ez az érték a börzsönyi aránynak több mint másfélszerese, míg az aggteleki aránynak több mint ötszöröse)! A további adatok lényegében ugyanezt a határozott rangsort domborítják ki: a legalább 2 elegyfafajt tartalmazó plotok aránya

(sorrendben) 31,12%, 46,59% és 76,00%. Mint látható, a Mátrához képest a Börzsöny és az Aggteleki-karszt mutatói rendre magasabbak, vagyis ez utóbbi tájegységek erdei elegyfafajokban egyértelműen gazdagabbak. Különösen igaz ez a karsztra, ahol az elemzésünkben elegyfafajként kezelt (relatíve gyakori) molyhos tölgy és kocsányos tölgy jelenlétének torzító hatása nélkül is kiemelkedő az elegyfafaj-gazdagság. A karsztvidék kiemelkedő fafajgazdagsága a mészkő-dolomit alapkőzet és a változatos geomorfológia miatt nem meglepő, sokkal inkább elgondolkodtató a Mátra és a Börzsöny természetföldrajzi egyezőségek ellenére mutatkozó jelentős különbsége, a mátrai erdők őshonos fafajokban (azon belül elegyfafajokban) való viszonylagos szegénysége.



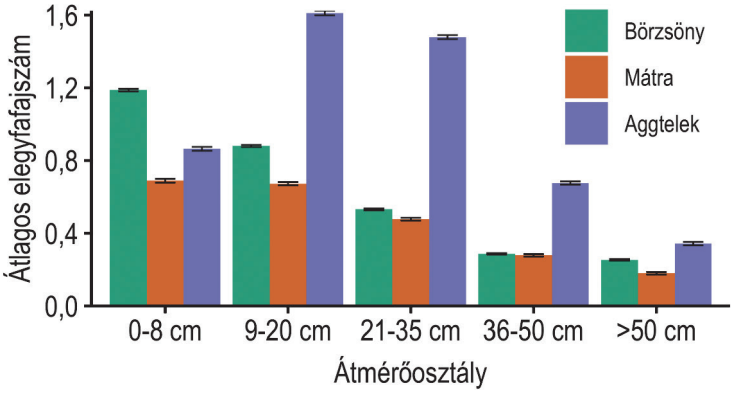
1. ábra: *Az őshonos fafajok számának gyakoriságeloszlása a vizsgált tájegységek erdeiben*
Figure 1: *Frequency distribution of the number of native tree species in the forests of the three regions*



2. ábra: *Az elegyfafajok számának gyakoriságeloszlása a vizsgált tájegységek erdeiben*
Figure 2: *Frequency distribution of the number of admixed tree species in the forests of the three regions*

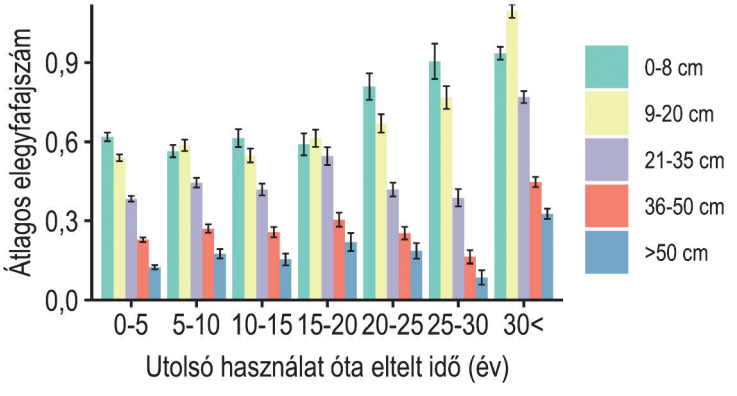
Az elegyfafajok számának vizsgálata mellett tájegységek szerint elemeztük az átlagos elegyfafajszám átmérőosztály-függését is (3. ábra). A legmagasabb fafajszám-értékek a 0–8 cm-es átmérőosztályt leszámítva mindenhol az Aggteleki-karszt esetében adódtak (a kivételnél a Börzsöny erdei állnak az első helyen), a legalacsonyabb értékeket pedig mindenhol a Mátra esetében kaptuk. A karsztvidék erdeiben a 0–8 cm-es átmérőosztálynál jelentkező alacsony elegyfafajszám mindenképpen érdekességnek számít, de a 9–20 cm-es átmérőosztálytól már mindenhol ugyanaz a csökkenő trend érvényesül, vagyis minél méretesebb frakciót vizsgálunk, az elegyfafajszám következetesen egyre alacsonyabb lesz. Utóbbi összefüggés sehol nem magyarázható azzal, hogy egyes elegyfafajok nem képesek méretes törzseket fejleszteni, vagy hogy (egyes

csekély dimenziókat elérő pionír fafajok esetét leszámítva) bizonyos szukcessziós folyamatok révén szorulnak háttérbe a méretesebb/öregebb törzsek között az elegyfák. Kijelenthető tehát, hogy az összefüggés hátterében bizonyosan az erdők kezelésével, az erdőkben folytatott gazdálkodással kapcsolatos tényező (leginkább a növedékfokozó gyérítések és bontóvágások elegyfákat háttérbe szorító jelölése és kivitelezése) áll.



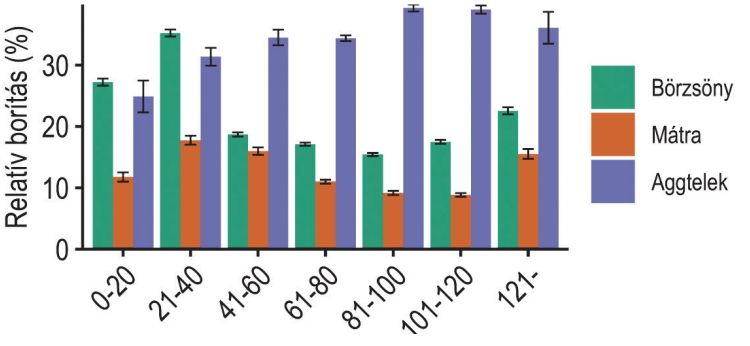
3. ábra: *Az átlagos elegyfafajszám átmérőosztály-függése a vizsgált tájegységek erdeiben (átlag ± SE)*
Figure 3: *Number of admixed tree species in dbh-classes in the forests of the three regions (mean ± SE)*

Ha az iménti elemzést történeti, gazdálkodási szállal is megerősítjük, és az átlagos elegyfafajszám alakulását (átmérőosztályok szerinti bontásban) az utolsó használat (UHA) óta eltelt időszak hosszával is összevetjük, a spontán megtelepedési, illetve betöltődési folyamatok miatt általánosságban szinte minden területnél a fakitermelésekkel hosszabb ideje nem érintett állományok magasabb elegyfafajszám-értékét, illetve a több mint 30 éve nem kezelt erdők különálló, kiugró helyzetét tapasztaljuk. A jelenség a három tájegység közül talán a Mátra esetében a leginkább kitapintható, az idevágó diagramon (4. ábra) ugyanakkor az is látszik, hogy az összefüggés a 0–8, 9–20 és 21–35 cm-es átmérőosztályoknál kifejezetten erős, a 36–50 és a 50 cm feletti átmérőosztályoknál viszont a 20–30 éve nem kezelt erdők esetében visszaesés mutatkozik.



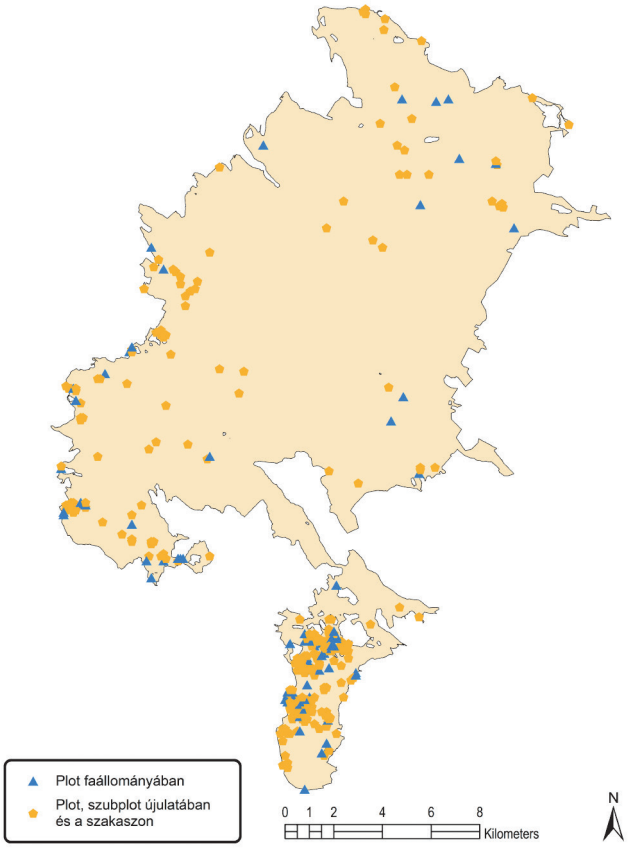
4. ábra: *Az átlagos elegyfafajszám átmérőosztályoktól és az utolsó használat óta eltelt időszaktól való függése a Mátra területén (átlag ± SE)*
Figure 4: *Relationship between average admixed species number, diameter class and the time since last use in the Mátra (mean ± SE)*

Az elegyesség-témakör áttekintéséhez megvizsgáltuk az elegyfafajok relatív (az őshonos fafajok frakciójához viszonyított) borítási viszonyainak állománykor szerinti alakulását is (5. ábra). Az idevágó diagram-értékek alapján a Börzsönyben és a Mátrában a 0–20 éves állományok (vélhetően ápolási munkák miatt) alacsony elegyfafaj relatív borítási értékei a 21-40 éves állományokban (a spontán betelepedések következtében) megugranak, majd a középkorú-idős (40–100 év, illetve 40–120 év közötti) erdőkben (szinte bizonyosan a főfafajok javára, egyúttal az elegyfák rovására végzett nevelővágások következtében) ismét és határozottan csökkennek. A 100, illetve 120 év feletti ismételt emelkedés egyik tájegység esetében sem a véghasználati korú erdők ismételt betöltődése miatt mutatkozik, a relatív borítási arányok növekedését ebben a tartományban egyértelműen a gazdálkodás alól kivont, faanyagtermelést nem szolgáló üzemmódba sorolt erdők okozzák. A két vulkanikus hegységgel szemben a karsztvidék adatsora teljesen eltérő képet mutat, itt ugyanis az elegyfafajok relatív borítási aránya (az elegyfafaj-betelepülések, illetve az elegyfák állományhézagokba való betöltődése miatt) egészen 80–120 éves korig határozottan és szinte folyamatosan növekszik. Az elegyfafajok relatív jelenléti arányát az erdőgazdálkodás érdemben és kimutathatóan ebben a tájegységben tehát nem veti vissza, de megjegyzendő, hogy a felvételezett állományok egy jelentős részében évtizedek óta nem is folyik gazdálkodás.



5. ábra: *Az elegyfafajok relatív borításának állománykor-függése a vizsgált tájegységek erdeiben (átlag ±SE)*
Figure 5: *Relationship between relative cover of admixed tree species and stand age in the forests of the three regions (mean ± SE)*

Az idegenhonos fafajokat is magába foglaló összes fafajszám gyakoriságeloszlása az őshonos fafajszám eloszlásához (1. ábra) igen hasonló összképet mutat, aminek oka az idegenhonos fafajok csekély tájegységi reprezentáltsága. A faállományban idegenhonos fafajt tartalmazó plotok aránya mindhárom tájegységben kissé 10% feletti (Mátra: 14,26%; Börzsöny: 13,17%; Aggteleki-karszt: 10,61%), ez az arány ugyanakkor mindenhol közelítőleg kétszeresen magasabb, mint az erdészeti adattár szerinti részesedés. A fafajok között általában meghatározóak a fenyőfélék (*Larix decidua, Picea abies, Pinus nigra, Pinus sylvestris*) és az akác (*Robinia pseudoacacia*), de szórványosan vörös tölgy (*Quercus rubra*) is előfordul, illetve a Börzsöny és a karsztvidék esetében a bálványfa (*Ailanthus altissima*), továbbá a karsztvidék esetében a közönséges dió (*Juglans regia*) jelenléte (és expanziója) is figyelmet érdemel. Emellett megemlítendő, hogy több fafaj (leginkább a bálványfa és az akác) esetében jelentős a csak szakaszon felvett adatok aránya, ami alátámasztja az állapotleíró módszertan azon megoldását, mely szerint egyes változókra nem csak a szisztematikus kiosztású plotok területéről, hanem a közbeeső térségekről is történt adatgyűjtés. A problémakör, és ezen keresztül egyes idegenhonos fafajok terjeszkedésének illusztrálására e helyütt egy olyan ábrát mutatunk be, amely a plotban (faállományban, újulatban) és szakaszon felvett adatokat együttesen tárgyalja. A bálványfa börzsönyi jelenlétét áttekintő térképen (6. ábra) egyrészt jól láthatók a hegység déli-délnyugati peremén sűrűsödő előfordulások, másrészt az is, hogy a lokalitásoknak csak töredéke származik a szisztematikusan kihelyezett plotok faállomány-leíró adataiból.



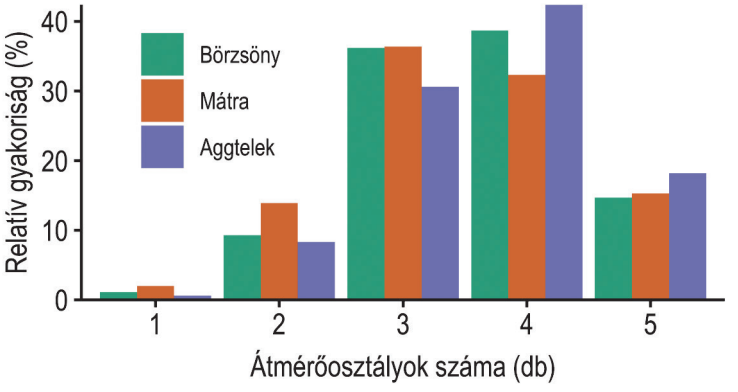
6. ábra: *A bálványfa (Ailanthus altissima) összes adata a Börzsöny területén*
Figure 6: *Occurrences of tree of heaven (Ailanthus altissima) in the Börzsöny*

A faállomány-szerkezet jellemzői

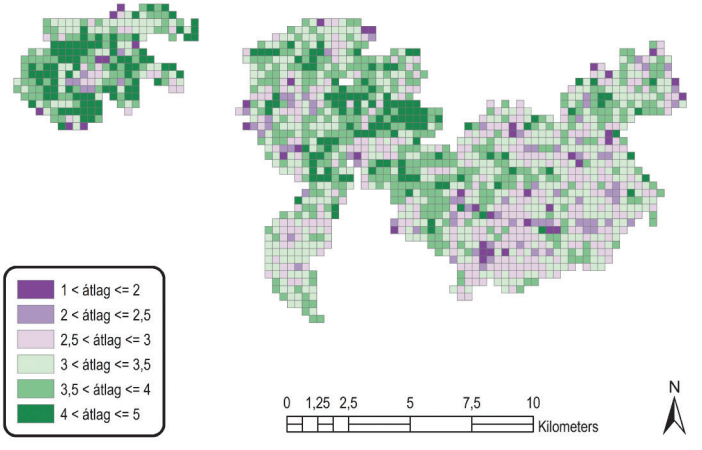
A három tájegység záródásviszonyai a protokoll értelmezési sajátosságai (2,5 m magasság felett értelmezett faállomány), az erdők nevelésére vonatkozó általános szabályok és a gazdálkodói gyakorlat miatt nagyon hasonlóak, az elemzések mindenhol az állományok viszonylag magas fokú záródottságát igazolták. A plotok több mint 78%-a esetében a záródás mindhárom tájegységben elérte vagy meghaladta a 80%-os értéket, míg az 50% alatti záródásúak száma mindenhol egyenletesen alacsony volt. A Börzsöny esetében – az elmúlt évek-évtizedek természetes bolygatásai (jégtörései és széldöntései), valamint a több ezer hektáros területen alkalmazott átalakító és örökerdő üzemmód következtében – viszont a 100%-os és 95%-os záródású plotok aránya érzékelhetően alacsonyabb, a 90–85–80%-os záródásértékek viszont kissé magasabb arányt mutatnak, mint a Mátrában, vagy az Aggteleki-karszton. Az alacsonyabb záródásértékek egyúttal az erdőrészleteken belüli záródás-variancia magasabb értékeit is jelentik, vagyis horizontális értelemben a Börzsöny erdeinek a másik két tájegységnél jelentősebb változatosságára utalnak.

A tájegységeken belüli szerkezeti változatosságot (tekintettel arra, hogy ez a mutató a vertikális tagoltsággal, szintezettséggel is jó összefüggést adhat) a törzsátmérő-eloszláson, konkrétabban az átmérőosztályok számának eloszlásán keresztül is vizsgáltuk. Az idevágó diagram (7. ábra) alapján kijelenthető, hogy

a plotok több mint 68%-án mindhárom tájegységben 3 vagy 4 átmérőosztály van jelen, illetve hogy átmérőosztály-gazdagság tekintetében is az Aggteleki-karsztvidék erdei a legváltozatosabbak. S bár ennél az elemzésnél a Mátra a sor végére került, az átmérőosztályok számának 9 ha-os területi egységekre számított átlagán keresztül (8. ábra) ennél a tájegységnél is látványosan megjeleníthető a térbeli differenciáltság (a Keleti- és Déli-Mátra gyenge eredményei; nyugaton a Csörgő-völgy, középtájon a Kékes környékének gazdagsága).



7. ábra: *Az átmérőosztályok számának eloszlásdiagramja a vizsgált tájegységek erdeiben*
Figure 7: *Frequency distribution of the number of dbh-classes in the forests of the three regions*

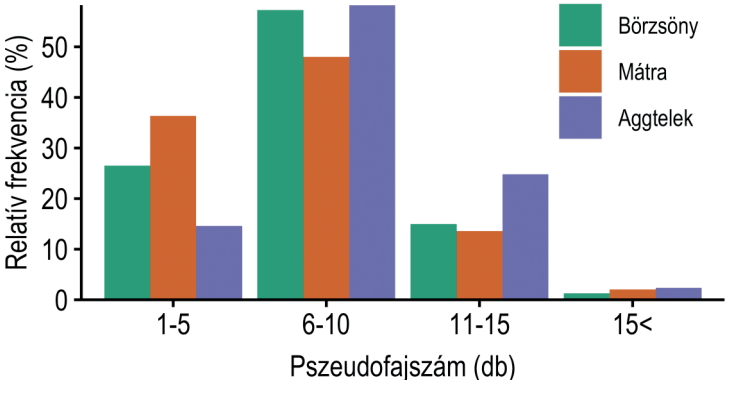


8. ábra: *Az átmérőosztályok átlagos számának megoszlása (9 ha-os blokkokba eső plotok alapján) a Mátra területén*
Figure 8: *Average number of dbh-classes in the forests of the Mátra. The data indicates the mean calculated from the 500 m² sampling plots in the 9 ha area.*

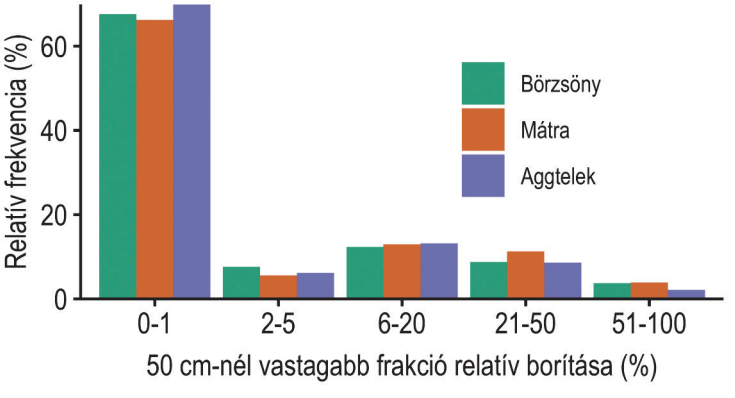
Az egyes fafajok különböző növekedési és alaki tulajdonságai miatt a szerkezeti változatossághoz bizonyos mértékben a fafajgazdagság is hozzájárul. Az értékelés során kifejezetten e kérdéskör leképezésére bevezetett pszeudofajszám mutatói (9. ábra) a korábban már felvázolt képet erősítik. A mindössze 1–5 pszeudofajt tartalmazó plotok relatív gyakorisága a Mátrában a legnagyobb (36,36%), ezt követi a Börzsöny (26,48%) és az Aggteleki-karszt (14,59%). A karsztvidéki erdők szerkezetgazdagsága igazán a 6–10 és 11–15

pszeudofajt tartalmazó plotok gyakoriságánál tűnik ki. E két kategória együttes gyakorisága itt meghaladja a 83%-ot, míg ugyanez az érték a Börzsöny és a Mátra esetében 72,25%, illetve 61,60%.

Az 50 cm törzsátmérő feletti frakció relatív borítási kategóriáinak gyakoriságeloszlás-vizsgálatával az állományszerkezeti változatosság értékeléséhez további hasznos kiegészítést kaptunk. Az eloszlások tájegységi szintű összevetése ugyanakkor további érdemi információval alig szolgált, hiszen azok lefutása szinte teljesen megegyező volt (10. ábra). Az 50+ frakció teljes hiánya (vagy legfeljebb 0–1%-os relatív borítással való jelenléte) az Aggteleki-karszt esetében érte el a legmagasabb arányt (69,91%), s ezzel párhuzamosan a 20%-nál nagyobb relatív borítást felmutató plotok aránya ugyancsak itt volt a legalacsonyabb (10,75%). A másik két tájegységhez viszonyítva az eltérések azonban kicsik, a biodiverzitás-megőrzés és az erdőtermészetesség megítélése szempontjából kiemelt jelentőséggel bíró méretes, idős törzsek összességében mindhárom tájegységnél hiányoznak a plotok kb. kétharmadából. Különbség ugyanakkor, hogy míg a Börzsöny és Mátra esetében az 50+ frakciót tartalmazó plotok jelentős részben idős, méretes állományokba (jelentős részben magasabb fekvésű bükkösökbe) esnek, addig a karsztvidék esetében komoly szerep jut a tölgyes övben elszórtan elhelyezkedő egykori hagyásfáknak, idősebb facsoportoknak is!



9. ábra: *A pszeudofajszám-értékek gyakoriságeloszlása a vizsgált tájegységek erdeiben*
Figure 9: *Frequency distribution of pseudospecies values in the forests of the three regions*

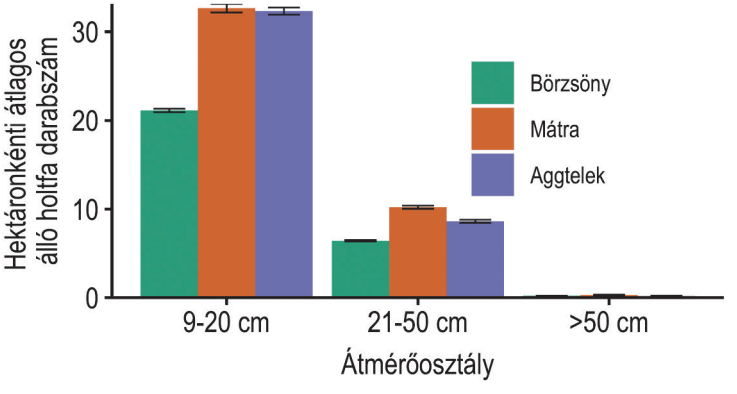


10. ábra: *Az 50 cm-nél vastagabb frakció relatív borítási kategóriáinak gyakoriságeloszlása a vizsgált tájegységek erdeiben*
Figure 10: *Frequency distribution of cover categories in the 50+ cm fraction in the forests of the three regions*

Az állományok holtfa-viszonyai

A hazai erdők holtfa-viszonyairól csak korlátozottan állnak rendelkezésre adatok. Az Országos Erdőállomány Adattár számszerűen egyáltalán nem rögzít holtfára vonatkozó információt. Különböző térléptékben holtfa-adatokat közöl viszont többek között a Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár, illetve az Ökológiai Kutatóközpont Erdőökológiai csoportja által végzett, „A korhadó faanyag viszonyai és biodiverzitásban betöltött szerepe az Északi-középhegységben" című kutatás anyaga. Mivel a projektünkben teljes területi lefedettséggel gyűjtöttünk részletes holtfa-adatokat, a témakör tárgyalására különleges figyelmet fordítunk. Az eltérő ökológiai jelentőséggel bíró álló és fekvő holtfa mennyiségi és méretbeli jellemzőit a felvételezési módszertan különbségei miatt emellett külön-külön, eltérő részletezettséggel (a terjedelmi korlátok miatt elsősorban a 21–50 cm-es átmérőosztályra koncentrálva) tárgyaljuk.

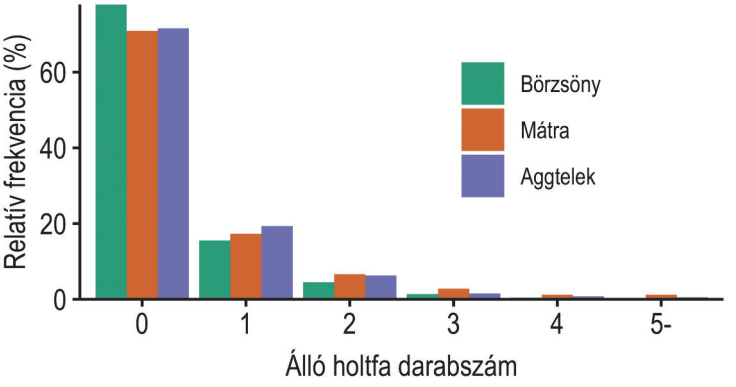
Az álló holtfa mennyiségi mutatóinak tájegységi szintű összevetéséből összességében az Aggteleki-karszt és a Mátra hasonló helyzete, illetve a Börzsöny elmaradása sejlik ki. Elemzéseink szerint a 9–20 cm-es átmérőosztályban az álló holtfa hektáronkénti átlagos darabszáma a Mátrában 32,6, az Aggteleki-karszt esetében 32,4, a Börzsönyben viszont csak 21,2. Ugyanezek az adatok a 21–50 cm-es átmérőosztály esetében (11. ábra) 10,2, 8,6 és 6,4 (az 50 cm feletti átmérőosztályok rendkívül csekély szereppel bírnak, ezeket itt most külön nem ismertetjük). Átlagos törzsszám tekintetében tehát (kis különbséggel) a Mátra tűnik a legkevésbé kedvezőtlen helyzetben levőnek.



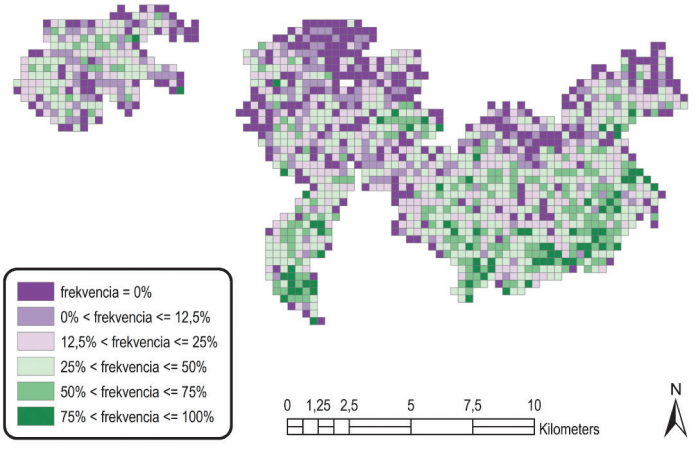
11. ábra: *Az álló holtfák átlagos darabszáma (átmérőosztályonként) a vizsgált tájegységek erdeiben (átlag ± SE)*
Figure 11: *Number (mean ± SE) of standing dead trees in relation to dbh-classes in the forests of the three regions*

Az álló holtfa darabszámok gyakoriságeloszlásai közel hasonló képet körvonalaznak. Az Aggteleki-karszt esetében lényegében az álló holtfa nélküli plotok alacsony aránya biztosítja a kedvező besorolást, míg a Mátránál – az ottani fiatal-középkorú állományok sajátosságai révén – a viszonylag sok (9–20 cm-es átmérőosztálynál 6–10 db vagy efölötti, a 21–50 cm-es átmérőosztálynál 2–3 db vagy efölötti) álló holtfát tartalmazó plotok előfordulási gyakorisága adja a tájegység kedvező értékeit (a 12. ábra példaként a 21–50 cm-es átmérőosztályba tartozó törzsek eloszlását mutatja). A Börzsöny harmadik helyre sorolása az említett két szempont tekintetében egyaránt megmutatkozó hátránnyal magyarázható: az álló holtfa nélküli plotok aránya jelentős, míg a magasabb törzsszámot mutatók aránya alacsony. Az 50 cm feletti átmérőosztályok esetében nincs lényegi különbség a tájegységek között, a vastag álló holtfák mindenhonnan egyformán, közel 100%-ban hiányoznak! Az adatok ismertetett módon való differenciálódása, illetve a kirajzolódó sorrendiség hátterében a felvett állományok korosztály-viszonyaiban mutatkozó eltérés és az erdőgazdálkodási gyakorlat különbözősége egyaránt szerepet játszhat, s emellett a mátrai tölgyesek és feketefenyvesek rossz egészségi állapotával

is számolni kell. Utóbbi szempontot alátámasztja a 20 cm-nél vastagabb álló holtfát tartalmazó plotok 9 ha-os területi egységekre számított gyakorisága is (13. ábra), hiszen a Dél-Mátra tölgyes régiója egyértelműen magasabb gyakoriság-értékeket mutat, mint az északi területek.



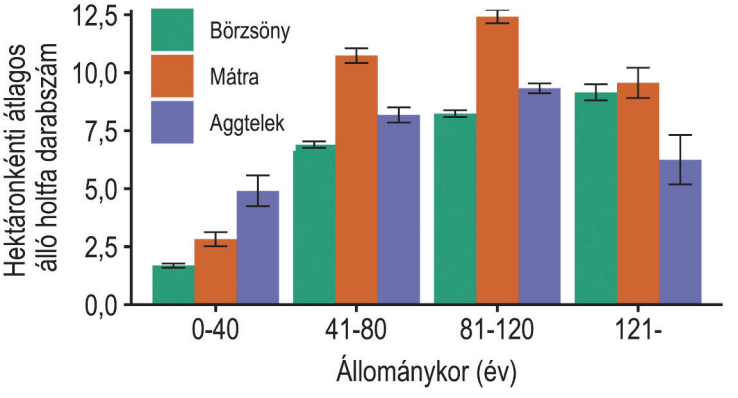
12. ábra: *A 21–50 cm-es álló holtfák darabszámának gyakoriságeloszlása a vizsgált tájegységek erdeiben*
Figure 12: *Frequency distribution of the number of standing dead trees with 21–50 cm dbh in the forests of the three regions*



13. ábra: *A 20 cm-nél nagyobb átmérőjű álló holtfák előfordulási gyakorisága (9 ha-os blokkokba eső plotok alapján) a Mátra területén*
Figure 13: *Frequency of sampling plots with standing dead trees over 20 cm diameter in the forests of the Mátra. The data indicates the percentage calculated from the 500 m² sampling plots in the 9 ha area*

Tájegységi szintű összevetéseket különböző háttérváltozók bevonásával is végeztünk. Az egyik ilyen változó a mintavételi helyszínekhez rendelt állománykor volt, amelynek segítségével például megállapítottuk, hogy a 21–50 cm-es átmérőosztálynál (14. ábra) az álló holtfa átlagos darabszáma 40 éves állománykor felett minden kategóriában a Mátra területén a legmagasabb. Az Aggteleki-karszt adatai a Börzsöny értékeit rendszerint megelőzik, s a terület termőhelyi és korosztályviszonyai a 120 év feletti korosztálynál mutatkozó kivételt

is jól magyarázzák (rendkívül gyenge termőhelyek; a térképezett területen belül kifejezetten öreg állományok alig fordulnak elő). A 9–20 cm-es átmérőosztálynál nem ennyire egyértelmű a tájegységek differenciálódása, hiszen a régóta nem kezelt, öngyérülő erdők magas területi aránya miatt több korosztálynál is a karsztvidék áll a sor elején (viszont a börzsönyi erdők ebből az átmérőosztályból is rendre a legkevesebb álló holtfát tartalmazzák).



14. ábra: *A 21–50 cm-es álló holtfák átlagos darabszáma (állománykor függvényében) a vizsgált tájegységek erdeiben (átlag ± SE)*

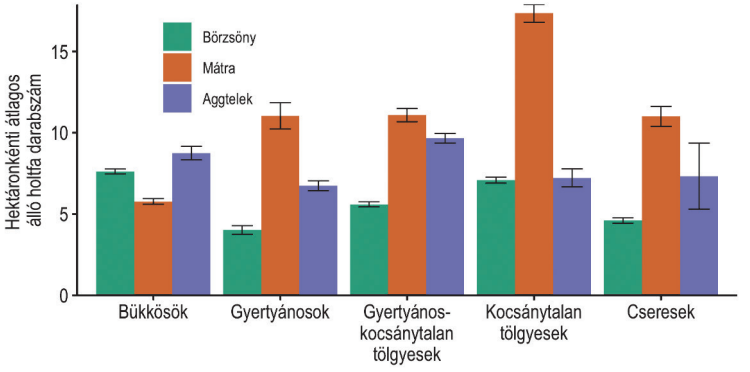
Figure 14: *Number (mean ± SE) of standing dead trees of 21–50 cm dbh in relation to stand age in the forests of three regions*

Az átlagos álló holtfa darabszám alakulását az 5 legnagyobb területfoglalású faállománytípus (FATI)-csoport (bükkösök, gyertyánosok, gyertyános-kocsánytalan tölgyesek, kocsánytalan tölgyesek, cseresek) szerint megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy 21–50 cm-es átmérőosztálynál (15. ábra) a bükkösöket leszámítva minden FATI-csoportnál a mátrai tölgyesek rendelkeznek a legmagasabb értékekkel. Hasonló a helyzet a 9–20 cm-es átmérőosztályba tartozó állományoknál is, itt a bükkösök és cseresek kivételével (egyébként az utolsó használat óta eltelt időszak hosszával jó összefüggést mutatva) szintén a Mátra bizonyult az álló holtfában leggazdagabb területnek. Tölgyesek esetében a jelenség hátterében – mint már utaltunk rá – bizonyára a Mátra tölgyes régiójában végbement fapusztulási folyamat állhat, míg bükkösök esetében az Aggteleki-karszt állományainál (9–20 cm-es és 21–50 cm-es átmérőosztálynál egyaránt) mutatkozó magasabb álló holtfa darabszám inkább az erdőgazdálkodás alól huzamosabb ideje mentesült erdőkre vezethető vissza. A börzsönyi FATI-csoportok álló holtfa ellátottsága a bükkösöket leszámítva viszont szinte mindegyik átmérőosztálynál a harmadik helyet foglalja el, vagyis a projektterületen belül ez az a tájegység, ahol az átlagos álló holtfa darabszám – vélhetően az erdőgazdálkodási gyakorlatra visszavezethetően – a legalacsonyabb.

A fekvő holtfa méretosztályait és mennyiségét együttesen megjelenítő kategóriák gyakoriságeloszlása a három tájegységben nagyon hasonló, jelentősebb különbségek nem mutathatók ki (16. ábra). A kisebb eltérések közül kiemelhető momentum talán, hogy a mindenhol domináló, a vékony holtfa (FWD) mellett 8–35 cm átmérőjű vastag holtfát is tartalmazó CWD4–CWD6 kategóriákon belül a CWD5 és CWD6 aránya az Aggteleki-karszt esetében kissé magasabb, mint a másik két hegységben – ez valószínűleg a fakitermeléssel régóta nem érintett állományok magasabb arányával és az itteni erdők jellemző dimenzióival magyarázható. Emellett megemlíthető még, hogy a 35 cm átmérő feletti, kifejezetten vastag fekvő faanyagot is tartalmazó CWD7–CWD9 kategóriák aránya a Mátrában a legmagasabb, majd ezt követi a Börzsöny és az Aggteleki-karszt adata. Vagyis: a gyakoriság-adatok alapján a CWD4–CWD6 kategóriák tekintetében Aggteleki-karszt,

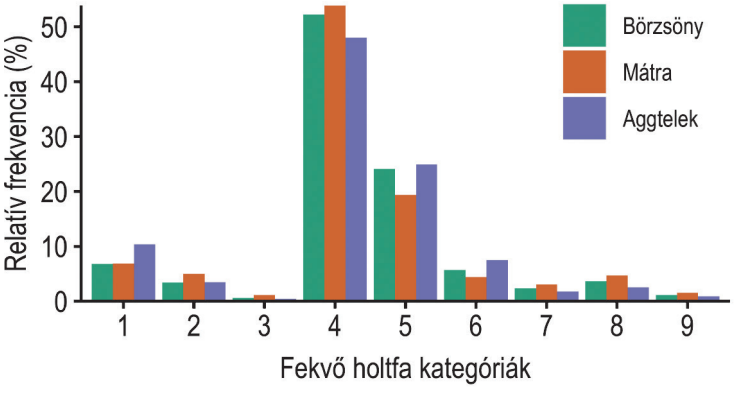
Börzsöny, Mátra sorrendbe rendeződnek a vizsgált tájegységek, míg CWD7–CWD9 kategóriák esetén éppen fordított a helyzet.

Ha az FWD/CWD kategóriákhoz rendelt fatérfogat-adatok felhasználásával a három tájegység fekvő holtfa ellátottságának mennyiségi viszonyait is összevetjük, a gyakoriság-adatokból kapott eredményhez nagyon hasonló, kiegyenlített képet kapunk (17. ábra). A fekvő holtfa mennyiségi kategóriák (és összevont kategóriák: 1–5, 5–10, 10–20, 20–50 m³/ha) relatív gyakorisága ugyanis a három tájegységben szinte megegyező, s majdnem azonosak a tájegységi szinten számított átlagok (5,89–6,08 m³/ha) is.



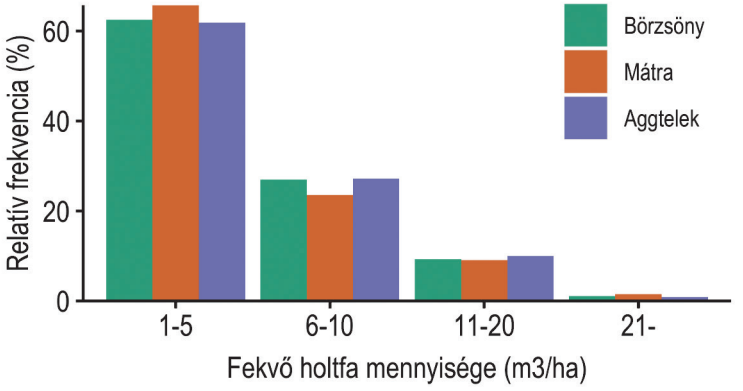
15. ábra: *A 21–50 cm-es átmérőjű álló holtfák átlagos darabszáma az 5 legnagyobb területfoglalású FATI-csoport függvényében a vizsgált tájegységek erdeiben (átlag ± SE)*

Figure 15: *Number (mean ± SE) of standing dead trees of 21–50 cm dbh in the main forest community types in the forests of the three regions*



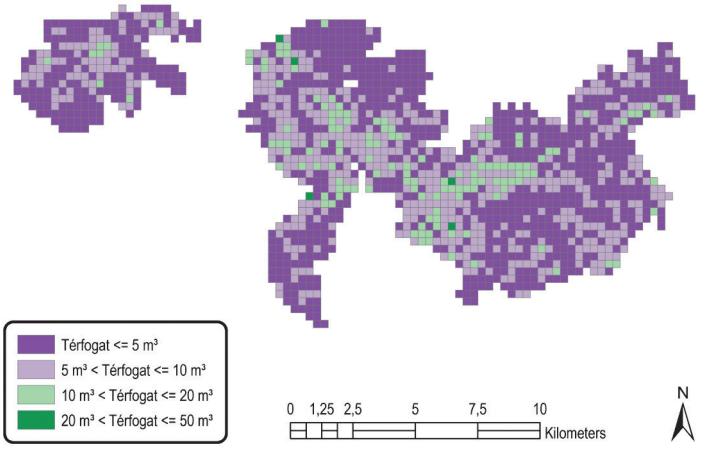
16. ábra: *A fekvő holtfa vastagságát és mennyiségét leíró kategóriák (1–9) gyakoriságeloszlása a vizsgált tájegységek erdeiben*

Figure 16: *Frequency distribution of the categories (1–9) describing the diameter and quantity of lying dead wood in the forests of the three regions*



17. ábra: *A fekvő holtfa mennyiségek gyakoriságeloszlása a vizsgált tájegységek erdeiben*
Figure 17: *Frequency distribution of lying dead wood amount in the forests of the three regions*

A vizsgált területek között fekvő holtfa ellátottságban tehát érdemi, markáns eltérések nem mutathatók ki. A fekvő holtfa mennyiségére vonatkozó adatok értelmezéséhez megemlítjük viszont, hogy az alkalmazott skála sajátságaiból adódóan becsléseink a mennyiséget esetenként alábecsülhetik, hiszen a CWD6 és CWD9 kategória felülről nyitott. Abban a nem túl gyakori esetben, amikor kifejezetten nagy mennyiségű, de 35 cm átmérőt meg nem haladó fekvő holtfa fordul elő egy területen, felmérőinknek a tényleges mennyiségtől függetlenül 6-os értéket kellett rögzíteni, s hasonló elv volt érvényben a 9-es kategóriára is. Mindezektől függetlenül a felmérés három középhegységi tájegység jellemzői alapján rámutat erdeink fekvő holtfában való szegénységére, hiszen a plotok több mint 60%-án még az 5 m^3/ha mennyiséget sem érte el a fekvő holtfa mennyisége (lásd még: 18. ábra).



18. ábra: *A fekvő holtfa átlagos mennyisége (9 ha-os blokkokba eső plotok alapján) a Mátra területén*
Figure 18: *Average quantity (m³/ha) of lying dead wood per sampling plot in the forests of the Mátra (9 hectare units)*

ERDÉSZETI VONATKOZÁSÚ KÖVETKEZTETÉSEK

A felvételezett tájegységek fontosabb erdőállapot-jellemzői szempontjából az erdőgazdálkodási gyakorlat által megszívlelendő, az erdők kedvezőbb ökológiai állapotának kialakítását és fenntartását (gazdálkodás mellett és gazdálkodás alól mentesített területen egyaránt) segítő tapasztalatok az alábbiak szerint foglalhatók össze.

1. Fafajösszetétel-mutatók (őshonos fafajok száma, elegyfafajok száma, az elegyfafajok relatív borítása) tekintetében határozottan kimutatható az erdőtömbök Mátra–Börzsöny–Aggteleki-karszt sorrendben növekvő gazdagsága. A Mátra és a Börzsöny nagyon hasonló természetföldrajzi adottságaira tekintettel szembetűnő az előbbi hegység őshonos fafajokban való szegénysége, mely jelenség hátterében részben a korábbi (egyes elegyfákat szisztematikusan háttérbe szorító, eltüntető) erdőgazdálkodási gyakorlat, részben a területen (különösen a Dél-Mátrában) mutatkozó rendkívül magas létszámú nagyvadállomány vélelmezhető. Az elegyesség (s ezáltal az erdők szerkezeti, ökológiai és egészségügyi jellemzői) javításához, az erdővédelmi problémák mérsékléséhez ennek megfelelően az őshonos elegyfafajok (ideértve a rövidebb életciklusú pionír fafajokat is) nevelővágások során való konzekvens kíméletére, illetve a nagyvadállomány (a jelenlegi helyzetben a gímszarvas és a muflon) drasztikus létszámcsökkentésére lenne szükség.

2. Elemzéseink kimutatták, hogy a fiatal állományokban meglevő magasabb elegyfafaj-számot és elegyfafajarányt a középkorú erdőkben végzett nevelővágások (törzskiválasztó és növedékfokozó gyérítések) rendszeresen visszavetik. Az elegyfák ilyen módon való kezelése ugyanakkor az alapvető biodiverzitás-megőrzési és gazdálkodási elvekkel egyaránt ellentétes, így a jelenség feltárása változtatásra kell hogy késztesse az erdőgazdálkodókat. Az erdők sokszínűségének, fajgazdagságának megőrzése, a különböző elegyfafajokhoz táplálkozási kapcsolatokkal kötődő élőlénycsoportok megtartása korunkban nyilvánvaló szakmai és társadalmi elvárás, s ennek végrehajtása nem ütközik a gazdálkodási szempontokkal sem. Az elegyfák zöme ugyanis jórészt (tölgyesekben mindenképpen) alsó szintben fordul elő, ezért jelenlétével nem akadályozza a felső szintben nevelt főfafajok fejlődését. Épp ellenkezőleg: a gyakran emlegetett (de sok esetben nem biztosított) törzs- és talajárnyalással az elegyfák hozzájárulhatnak a fatermesztési célok megvalósításához, a jobb minőségű faanyag neveléséhez, a termőhely és az állományklíma védelméhez, megőrzéséhez. Mindezek miatt középkorú állományokban is erősen javasolt az elegyfafajok legalább 20–30% elegyarányt (ennél némileg magasabb borítási arányt) elérő folyamatos, tudatos, a gazdálkodás céljait is szolgáló fenntartása.

3. A nem őshonos fafajokra vonatkozó elemzéseink sokadszorra is felhívják a figyelmet az agresszíven terjedő idegenhonos fafajok problémakörére. A vizsgált területeken esetünkben leginkább az akác (*Robinia pseudoacacia*) és a bálványfa (*Ailanthus altissima*) került reflektorfénybe, s mindkét fafaj esetében kiderült, hogy az erdészeti adattári adatokhoz képest sokkal több helyen, sokkal nagyobb arányban fordulnak elő, miközben folyamatos expanziót mutatnak. Az idegenhonos fafajok könnyen kezelhető vagy kevésbé problémás csoportjai (fenyőfélék, vörös tölgy, közönséges dió) mellett ezek a fafajok fokozottabb figyelmet kívánnak, mert vegetatív és generatív úton látványosan terjeszkednek, a lékekbe, megbontott, záródáshiányos állományokba szisztematikusan benyomulnak, s ezáltal a természetközeli állapotú erdők összetételét, szerkezetét egyaránt átalakítják. Kezelésük következetes intézkedéseket igényel. Egyrészt szükség van arra, hogy az aktív gazdálkodással érintett erdőkben történő bárminemű munkavégzés során mechanikai vagy vegyszeres technológiákkal rendszeresen visszaszorítsuk ezeket a fafajokat, másrészt az is szükséges (és ennek szinte egyáltalán nincs gyakorlata), hogy a gazdálkodás köréből kieső, faanyagtermelést nem szolgáló állományokban, vagy akár kisebb, önálló erdőrészletként el nem különített véderdő-foltokban is foglalkozzunk velük. A meglevő állományok kontrollja és a terjeszkedés megállítása (a propagulumforrás „elzárása") csak e két megközelítés együttes alkalmazásával remélhető!

4. A természetes bolygatások és a nem vágásos gazdálkodás beavatkozásai miatt az érintett erdőterületek (különösen a Börzsöny) záródásviszonyai változatosabbak lettek. E jelenségnek állományklímát vagy termőhelyi viszonyokat érintő hátrányai nem mutathatók ki, ugyanakkor biodiverzitás-megőrzési szempontból (a holtfa-viszonyok részben kapcsolódó kérdését is ideértve) a változásokat kedvezőnek – közvetve és hosszabb távon a tájegységi erdőgazdálkodás szempontjából is előnyösnek, pozitív hatásúnak – ítélhetjük. A hasonló irányú elmozdulás aktív beavatkozásokkal (térben változó erélyű nevelővágások és lékes-csoportos-foltos mintázatú természetes felújítások alkalmazása; térben nem sematikus rendszerű örökerdő-gazdálkodásra való áttérés) más területeken, más tájegységekben is ajánlható.

5. Az állományok törzsátmérő-eloszlásának közvetlen és közvetett mutatói (átmérőosztályok száma, átmérőosztály-diverzitás, pszeudofajok száma) az Aggteleki-karszt esetében adják a legkedvezőbb értékeket. A szerkezeti gazdagságban a geológiai aljzat és domborzat okozta fafajgazdagság, továbbá a kezeletlenség következtében (lásd elegyfafajokkal való betöltődés) fellépő átmérőgazdagság egyaránt szerepet játszik. Mivel az átmérőeloszlás a vertikális tagoltsággal, szintezettséggel (ezáltal az állományszerkezet heterogenitásával) rendszerint szoros összefüggést mutat, fontos lenne, hogy ez a fajta változatosság a gazdálkodással aktívabban érintett tájegységekben is nagyobb arányban legyen jelen. Kiemelt figyelmet kell/javasolt tehát fordítani a meglevő állományszerkezeti változatosság megtartására és fokozására (pl. a nevelővágások során az alsószintű gyérítések és a homogenizáló hatású felsőszintű gyérítések egyaránt kerülendők), s kívánatos a vegyes-mozaikos erdőszerkezetet kialakító és fenntartó nem vágásos gazdálkodás (lásd például a Börzsöny déli részét) nagyobb területen való meghonosítása.

6. A biodiverzitás-megőrzés és az erdőtermészetesség megítélése szempontjából kiemelt jelentőséggel bíró méretes, 50 cm átmérő feletti törzsek mindhárom tájegységnél hiányoznak a plotok kb. kétharmadából. A jelenlevő példányok a Börzsöny és Mátra esetében jórészt az idős, méretes állományokba (főként bükkösökbe) esnek, így valójában csak a karsztvidék esetében találunk elszórtan elhelyezkedő öreg törzseket, matuzsálemeket. A kérdéskör természetesen csak hosszabb távon kezelhető, de fontos lenne, hogy a gazdálkodás során (hatósági előírástól függetlenül) elszórtan mindenfelé maradjanak megöregedő hagyásfák, érintetlen hagyásfa-csoportok.

7. Az álló holtfa mennyiségének értékelése az Aggteleki-karszt és a Mátra közel hasonló helyzetét és a Börzsöny holtfában való szegénységét mutatta ki. A jelentősebb volumenű tölgyszáradás miatt a Mátra (közelebbről a Dél-Mátra) adatai helyenként kifejezetten kiugróak, jelezve az erdővédelmi helyzet és a holtfa-ellátottság közötti összefüggést, illetve ellentmondást. Az Aggteleki-karszton az erdőgazdálkodás alól hosszabb ideje mentesülő erdők magas területi aránya lehet a magyarázó tényező. A Börzsöny harmadik helye ugyanakkor elsősorban az erdőgazdálkodási gyakorlat különbözőségével (illetve részben a másik két tájegységnél említett szempont hiányával) állhat összefüggésben. Összességében az álló holtfa mennyisége sehol sem kirívóan magas (a 21–50 cm-es átmérőosztályhoz tartozó átlagértékek és átlagtörzsek alapján kalkulálva átlagosan maximum a 4-5 m^3/ha-os érték körül alakulhat), így feltétlenül szükség lenne arra, hogy a fokozott mortalitással nem érintett térségekben tudatos álló holtfa visszahagyás (hangsúlyosan 20 cm átmérő, de lehetőség szerint 50 cm átmérő feletti tartományban is) történjen, ennek hiányában pedig – fatermesztési szempontból kevésbé értékes törzsek „beáldozásával" – akár (gyűrűzéssel) aktív holtfa-előállítás is végezhető. Utóbbi mozzanat ugyan a klasszikus erdőgazdálkodási tevékenységektől és gondolkodásmódtól távol áll, az erdőkkel szemben felmerülő egyre összetettebb elvárásrendszer teljesítéséhez (legalább a természetvédelmi oltalom alatt álló erdőkben) szükségesnek tűnik.

8. A három tájegység fekvő holtfa ellátottságát vizsgálva megállapítottuk, hogy mind a fekvő holtfa kategóriák (FWD1–3, CWD4–9), mind a mennyiségi viszonyok tekintetében nagyon hasonló az összkép. A leggyakrabban előforduló CWD4–CWD6 kategóriák tekintetében (kis különbségekkel) Aggteleki-karszt–Börzsöny–Mátra sorrendbe rendeződnek a vizsgált tájegységek, míg CWD7–CWD9 kategóriák esetén fordított a helyzet. A tájegységekre számított átlagok is nagyon szűk tartományban mozognak (5,89–6,08 m^3/ha), a vizsgált területek

között fekvő holtfa ellátottságban tehát (a 2014. évi börzsönyi jégtörés és az aggteleki érintetlenség ellenére) érdemi eltérések valójában nem mutathatók ki. A felmérés alapján ugyanakkor tetten érhető erdeink fekvő holtfában való szegénysége, hiszen a plotok több mint 60%-án csak 5 m^3/ha mennyiség adódott. Mindez ráirányítja a figyelmet arra, hogy a gazdálkodással érintett erdőkben nagy szükség van a fekvő holtfa megfelelő mennyiségének tudatos biztosítására, így például egyes dőlt törzsek érintetlenül hagyására, a ledöntött (vékony és vastag) faanyag részbeni visszahagyására gyérítések és véghasználatok esetén.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás anyagi feltételeit a Svájci-Magyar Együttműködési Program (SH/4/13) és a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alap (K135252) biztosították. Köszönet illeti a terepi felmérésben közreműködő összes felmérőt, valamint a börzsönyi munkához sok logisztikai támogatást nyújtó Ipoly Erdő Zrt. munkatársait.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Baráz Cs., Dudás Gy., Holló S., Szuromi L. & Vojtkó A. (eds) 2010: A Mátrai Tájvédelmi Körzet. Bükki Nemzeti park Igazgatóság, Eger.

Baross G. (ed) 1998: Az Aggteleki Nemzeti Park. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Bartha D. & Nagy L. (eds) 2014: Vadregényes erdőtáj. A Börzsöny. Ipoly Erdő Zrt., Balassagyarmat.

Bartha D., Bölöni J., Ódor P., Standovár T., Szmorad F. & Tímár G. 2003: A magyarországi erdők termeszetességének vizsgálata. Erdészeti Lapok 138(3): 73–75.

Horváth F. 2012: Módszertani fejlesztések az erdőrezervátumok hosszú távú faállomány-szerkezeti kutatásához. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.

Standovár T., Szmorad F., Kovács B., Kelemen K., Plattner M., Roth T. & Pataki, Zs. 2016: A novel forest state assessment methodology to support conservation and forest management planning. Community Ecology 17(2): 167–177. https://doi.org/10.1556/168.2016.17.2.5

Standovár T., Kelemen K., Szmorad F., Kovács B., Kenderes K. & Pataki Zs. 2017a: Az erdőállapot-felmérés módszertana. In: Standovár T., Bán M. & Kézdy P. (eds): Erdőállapot-értékelés középhegységi erdeinkben. (Rosalia 9.) Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 109–187.

Standovár T., Szmorad F., Kelemen K. & Kenderes K. 2017b: Az erdőállapot-felmérés eredményei. In: Standovár T., Bán M. & Kézdy P. (eds): Erdőállapot-értékelés középhegységi erdeinkben. (Rosalia 9.) Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 189–439.

Szmorad F., Kelemen K., Kovács B. & Standovár T. 2013: Többcélú erdőállapot-felmérés módszertanának kidolgozását megalapozó irodalmi áttekintés.
http://karpatierdeink.hu/files/docs/SH4_13_WP1_irodalmi_attekintes.pdf

Tomppo E., Gschwantner T., Lawrence M. & McRoberts, R. E. (eds) 2010: National Forest Inventories. Pathways for common reporting. Springer, Heidelberg–Dordrecht–London–New York.

Az „Erdei életközösségek védelmét megalapozó többcélú állapotértékelés a magyar Kárpátokban” projekt honlapja: http://karpatierdeink.hu/ (Letöltés időpontja: 2021. 07. 29.)

Országos Erdőállomány Adattár (OEA) 2015. január 1-i állapotleíró adatai

Érkezett: 2021. augusztus 18.
Közlésre elfogadva: 2021. november 15.