

A FEKVŐ HOLTFA MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI BECSLÉSE A SOPRONI HEGYVIDÉK KÉT PATAKVÖLGYÉBEN

Komlós Mariann és Kiss Csilla

Soproni Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

Kivonat

A Soproni-hegység két patak völgyében, a Tolvaj-és a Vadkan-árokban vizsgáltuk a fekvő holtfa mennyiségi és minőségi jellemzőit. A patak völgyek keresztmetszetében transzektek mentén történt a fekvő holt faanyag felvételezése. Megállapítottuk, hogy összességében a Tolvaj-árokban magasabb a fekvő holt faanyag aránya (30,66 m³/ha, míg a Vadkan-árokban 21,23 m³/ha), valamint, hogy a holtfa korhadási fázis, átmérő és faj szerinti megoszlása jelentős heterogenitást mutatott a területen. A korcsoportok szerinti vizsgálat eredménye egyezik az általunk elvárttal, azaz az állomány korának előrehaladtával a fekvő holtfa mennyisége is nő, a potenciális élőhelyeket vizsgálva pedig a legtöbb holtfát a gyertyános kocsánytalan tölgyesekben találtuk.

Kulcsszavak: fekvő holtfa, Soproni-hegység, vonal menti mintavétel

ESTIMATION OF THE FALLEN DEAD WOOD IN THE SOPRON MOUNTAINS

Abstract

In this paper we have analyzed the quantitative and qualitative dispersion of lying dead wood in two streambeds of the Sopron Mountains, the Tolvaj-árok and the Vadkan-árok. The estimation of the lying dead wood was made with the line transect method by perpendicular transects at the two valleys. The amount of dead wood was higher (30,66 m³/ha) in the Tolvaj-árok compared to the Vadkan-árok (21,23 m³/ha). The distribution of dead wood showed strong heterogeneity on the study area for the three studied parameters (decay stage, diameter and tree species). The amount of fallen dead wood increased with stand age. Concerning forest communities, the largest amount of dead wood has been found in the sessile oak-hornbeam forests.

Keywords: lying deadwood, Sopron Mountains, line intersect method

BEVEZETÉS

A holtfa kutatása a 2000-es évek során lendült fel, a folyamatos erdőborítás, a természetközeli erdőgazdálkodás és az erdőrezervátumok kutatásának élénkülésével, és azok kulcsszerepének nyilvánvalóvá válásával. Mára számos nemzetközi és hazai vizsgálat hívja fel a figyelmet a holt faanyag nélkülözhetetlen és sokrétű szerepére az erdei ökoszisztémákban (Hodge & Peterken 1998, Winkler 2000, 2005, Kraigher et al 2003, Ódor & Standovár 2003, Schuck et al 2004, Stockland et al 2004, Bobiec et al 2005, Johnsson et al 2005, Dynesius et al 2010, Jakoby et al 2010, Merganicová et al 2012, Frank & Szmorad 2014, Ónodi & Winkler 2014, Tóth 2014, Bölöni et al 2015, Merkl 2016, Mikó & Csóka 2016, Ódor 2016). Ennek ellenére még mindig sok kérdés maradt dinamikáját, keletkezését, kívánatos és minimális mennyiségét, a hozzá kötődő élőlények sokaságát, valamint az erdő egyéb alkotóelemeivel való kölcsönhatását illetően.

A holtfa kialakulásában és felhalmozódásában nagyszámú tényező játszik közre, mint például a fa életkora és faja, a környezet biotikus és abiotikus jellemzői (Schuck et al 2004, Bobiec et al 2005, Merganicová et al 2012).

A holtfa kulcsszerepet tölt be az erdei ökoszisztémák összetételében. Ódor (2016) szerint az erdei fajok több mint fele kötődik hozzá valamilyen módon. A holt faanyagban megjelenő fajok jelenléte, abundanciája szempontjából annak korhadtsági foka, átmérője is meghatározó, ezért fontos, hogy előfordulása megfelelően diverz legyen egy adott területen (Stockland et al 2004, Johnsson et al 2005, Mag & Ódor 2015, Sefidi & Etemad 2015, Merkl 2016, Keren & Diaci 2018).

A holtfa mennyisége többek között függ az adott terület éghajlatától, termőhelyi jellemzőitől, az erdőciklusban betöltött fázisától, fajától, a múltbeli és jelenlegi kezelések módjától és a bolygatási rezsimtól (Kirby et al 1998, Somogyi 1998, Ódor et al 2004, Christensen et al 2005, Vacek et al 2015). A kezelt erdőkben jelentősen kevesebb a holtfa mennyisége és legtöbb esetben minősége sem megfelelő, mivel a kitermelt faanyagot sokszor teljes mértékben eltávolítják a területről, csak a vékony holtfa marad vissza (Kirby et al 1998, Ódor & Standovár 2003, Christensen et al 2005, Csóka 2011, Bölöni et al 2015). Ugyanakkor ezekből az erdők közül jóval kevesebb adattal is rendelkezünk, mivel a holtfa felmérésére irányuló munkák nagy része rezervátumokból és őserdő-szerű állományokból származik (Ódor & Standovár 2003, Christensen et al 2005, Bölöni et al 2015).

A föld feletti elhalt faanyagot mérete alapján két csoportba oszthatjuk: finom- (fine woody debris, FWD, ált. <5 cm) és durva fa törmelék (coarse woody debris, CWD, >5 cm). A legtöbb szerző az álló és fekvő holtfa közötti határt 45°-ban határozza meg (Ódor 2005, Rondeux & Sanchez 2009, Merganicová et al 2012).

A holtfának komoly szerepe van az erózió megelőzésében, a talaj nedvességtartalmának megőrzésében, az erdő tápanyagforgalmában, a különböző vízfolyások alakításában és védelmében, valamint szerepe lehet az erdő felújulásában is (Hodge & Peterken 1998, Kirby et al 1998, Kraigher et al 2003, Bobiec et al 2005, Merganicová et al 2012, Bidló & Szűcs 2014, Tóth 2014).

Megítélése továbbra is ellentmondásos: egyesek szerint erdővédelmi kockázatot jelent és eltávolítandó, míg mások nélkülözhetetlen szerepéről beszélnek és a lehetőségek szerinti legtöbb faanyag visszahagyását támogatják (Lakatos 2006, Merganicová et al 2012, Frank & Szmorad 2014, Preiksa et al 2015, Merkl 2016, Ódor 2016, Tímár 2016, Svensson et al 2016, De Meo et al 2017). A különböző – természetvédelmi és gazdasági – szempontok összeegyeztethetősége és a hézagok kitöltése érdekében további célirányos kutatásokra van szükség.

Kutatásunkban a Soproni-hegység két patak völgyében, a Tolvaj-árokban és a Vadkan-árokban vizsgáltuk a fekvő holtfa mennyiségi és minőségi jellemzőit. Az alábbi kérdésekre kerestük a választ: van-e kimutatható különbség a hegység két különböző klímájú részén található patak völgy között a holtfa paramétereket tekintve? A különböző potenciális vegetációtípusonként között milyen eltérések fedezhetők fel a holtfa minőségi paramétereinek megoszlásában? Az állományok kora milyen hatással van a holt faanyag eloszlására?

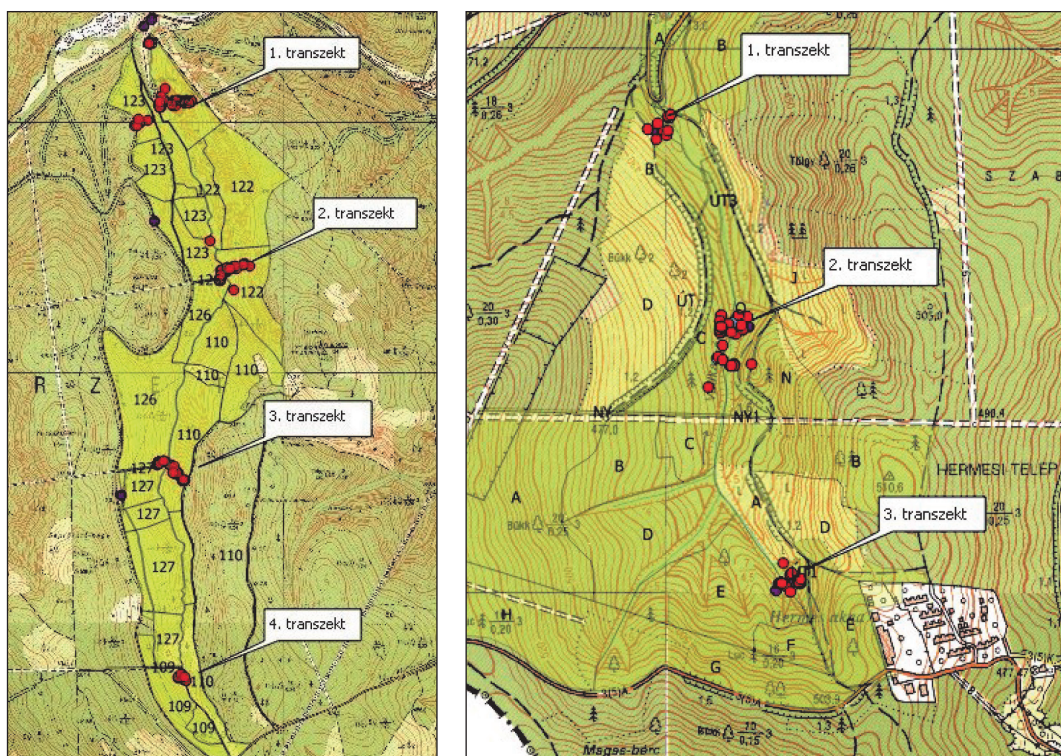
ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálati terület bemutatása

Vizsgálatainkat a Soproni-hegységben végeztük. A hegység klímazonális vegetációtípusa üde lombos erdők, a Brennbergbánya-Görbehalom vonalig bükkösök, attól keletre gyertyános-tölgyesek fordulnak elő. Völgyeiben kiterjedt égerligetek találhatóak, emellett számottevő a mészkerülő lomberdők jelenléte. Erdőben igen erős emberi hatás érvényesült évszázadokig, emiatt természetszerű állományok alig találhatóak. Az erdők leromlásának megállítására telepítettek be luc-, vörös és feketefenyőt a talaj javításának céljából, ennek eredményeként ma is jelentős a fenyők térfoglalása a területen (Király 2004, 2008, Dövényi 2010, Szmorad 2011).

A Soproni-hegységet két, markánsan elkülönülő részre lehet osztani mind geomorfológiai, mind éghajlati és növényföldrajzi szempontból (Király 2004, Szmorad 2011). E két részt reprezentálja a Tolvaj- és a Vadkan-árok, melyben vizsgálatainkat végeztük (1. ábra).

A Vadkan-árok a Rák-patak egyik jobb oldali mellékágát képezi, a Hidegvíz-völgyben található. Hossza 1340 m, területe mintegy 36 ha, nagy része a 20° feletti lejtőkategóriába esik, vízfolyása állandó. A Hidegvíz-völgyben a montán-szubmontán hatás kifejezett, a középhőmérséklet 10 °C alatti. Ez a hegyvidék legkevésbé zavart tájegysége, sok a fokozottan védett terület. A korábbi határzár következtében a nem elégséges ápolások miatt a betelepített fenyvesek leromlottak, a tarvágások eredményeként visszatelepülhettek az őshonos fajok, melyek területaránya nőtt (Bolla 2007, Bartha & Oroszi 2011).



1. ábra: A Tolvaj-árok (a) és a Vadkan-árok (b) területén kijelölt mintapontok elhelyezkedése
 Figure 1: Sample points of the Tolvaj-árok (a) and the Vadkan-árok (b) in the Sopron Mountains

Az érintett erdőrészek a következők: Sopron 162A, 163B, 163O, 168B, 168C és 169E (1. táblázat). Elsődleges rendeltetésük természetvédelmi, valamint Natura 2000. Üzem módjuk nagyrészt átalakító, emellett pedig vágásos, természetvédelmi részleges korlátozással. Az állományok átlagos kora a fiatalostól (6–7 év) a 112 évesig terjed.

A Tolvaj-árok a Várhelyi tájegységben található, mélyen bevágódott völgy, hossza mintegy 2,5 km, területe mintegy 96 ha. Az árokban futó vízfolyás a Rák-patak egyik mellékága. A terület meredeksége néhol a 25°-ot is eléri (Bartha & Oroszi 2011).

1. táblázat: A Vadkan-árok vizsgálatban érintett erdőrészeinek adatai
Table 1: Characteristics of the concerned forest stands in Vadkan-árok

Vadkan-árok	Terület (ha)	Kor	Faállomány-típus	Fafaj-összetétel	Utolsó használat	Potenciális erdő-társulás	Minta pontok száma
162A	2,12	felső lsz: 28	B-F	B 73% LF 16% VF 11%	egészségügyi fakitermelés (2012)	égerliget	1
		alsó lsz: 4–5		B 90% LF 10%		montán bükkös	1
163B	3,82	felső lsz: 112	GY-KTT-EL	KTT 25% GY 30% LF 8% B 37%	tarvágás (2005)	égerliget	1
163O	2,25	82-102	GY-E	GY 45% MÉ 27% HJ 11% CSNY 2% KTT 7% B 5% LF 3%	növedék-fokozó gyérités (2005)	égerliget	1
						montán bükkös	1
168B	2,77	28	B-GY	B 52% GY 11% HJ 7% VF 15% LF 15%	tisztítás (2011)	égerliget	1
						montán bükkös	1
168C	2,7	42	LF-EL	LF 68% GY 22% MK 5% B 5%	törzskiválasztó gyérités (2009)	égerliget	1
						montán bükkös	1
169E	4,15	45–50	LF-B	LF 51% B 19% MÉ 16% KNY 14%	egészségügyi fakitermelés (2015)	égerliget	1
						montán bükkös	–

A mintavételi pontok az alábbi erdőrészekben találhatóak: Sopron 109E, 110G, 110M, 122A, 122D, 123E, 123H és 126E (2. táblázat). Az erdőrészek elsődleges rendeltetése túlnyomóan természetvédelmi, emellett főként tanerdő és parkerdő rendeltetésűek, üzem módjuk nagyrészt vágásos. Az állományok átlagos kora az igen fiatalától (8–9 év) a 117 évesig terjed, többségük 60–80 év körüli.

2. táblázat: A Tolvaj-árok vizsgálatban érintett erdőrészeinek adatai
 Table 2: Characteristics of the concerned forest stands in Tolvaj-árok

Tolvaj-árok	Terület (ha)	Kor (év)	Faállomány-típus	Fafaj-összetétel	Utolsó használat	Potenciális erdő-társulás	Minta pontok száma
109E	3,99	35	VF	VF 55% LF 13% B 32%	egészségügyi fakitermelés (2015)	égerliget	1
						szubmontán bükkös	1
110G	6,46	felső lsz: 67	EF-B	EF 55% B 17% KTT 14% GY 7% VF 4% SZG 3%	tarvágás (2007)	égerliget	1
		alsó lsz: 8-9		EF 60% KTT 35% B 5%		szubmontán bükkös	2
110M	3,26	19	GY-KTT-F	KTT 60% B 2% VF 16% LF 5% EF 1% GY 16%	(1998)	égerliget	1
						szubmontán bükkös	-
122A	5,44	72	GY-KTT-F	KTT 78% GY 12% SZG 10%	növedék-fokozó gyérités (2005)	égerliget	1
						gyertyános-kocsánytalan tölgyes	-
122D	5,95	felső lsz: 92	EF-F	EF 87% JF 3% LF 6% KTT 4%	egészségügyi fakitermelés (2010)	égerliget	1
		alsó lsz: 8-9		EF 50% KTT 35% B 15%		szubmontán bükkös	2
123E	5,48	62-72	GY-KTT-EL	KTT 24% GY 38% B 5% SZG 9% KH 15% KNY 9%	növedék-fokozó gyérités (2015)	gyertyános-kocsánytalan tölgyes	1
123H	4,02	117	VF	VF 54% B 20% KTT 16% GY 10%	egészségügyi fakitermelés (2014)	égerliget	1
						szubmontán bükkös	1
126E	11,66	57	GY-KTT-B	KTT 43% B 34% GY 11% VT 6% LF 6%	törzskiválasztó gyérités (2004)	égerliget	1
						szubmontán bükkös	1



Adatgyűjtés és a kiértékelés módszere

A Tolvaj-árokban hosszában egyenletesen elosztott 4 keresztirányú transzekt mentén 14 mérési pontban, a Vadkan-árokban pedig a völgy lényegesen kisebb kiterjedésére való tekintettel 3 transzekt mentén felvett 8 mérési pontban történt a fekvő holt faanyag becslése.

Vizsgálataink során a vonal menti mintavétel (line intersect method) módszerét használtuk, Ódor 2005-ben erdőrezervátumokban végzett vizsgálatokra javasolt módszertanának alkalmazásával.

A módszer lényege, hogy egy kiválasztott mintapontból 3 db, egymástól 60°-ra kihúzott 20 m hosszú vonal mentén rögzítjük azon fák átmérőjét, amiket a vonal metsz. Csak meghatározott átmérőn felüli (általában 5 cm) fák kerülnek felvételre. A rögzített átmérő adatok alapján a területre vonatkoztatott térfogatot az alábbi képlettel számolhatjuk ki: $V = (\pi \cdot 2 \Sigma d^2) / 8L$, ahol V az egységnyi területre vonatkoztatott térfogat, d a fák átmérője, L a vonal hossza. Számolásakor a mértékegységeket egységesíteni kell. A kapott eredményt 10 000-rel szorozva kapjuk meg a hektárra vetített köbtartalmat (Warren & Olsen 1964, van Wagner 1968, Kirby et al 1998; Ódor 2005).

A mintavételezés során a mintevételbe kerülő tuskók felvételezése ugyanígy történt, amennyiben a vonal metszette azt akkor felvételezésre került.

A mintavételi pontokat, valamint az érintett erdőrészteket QGIS Desktop 2.16.2 program segítségével ábrázoltuk grafikusán és helyeztük rá térképre. Az adatok kielemezése Microsoft Excel programmal történt.

A kiértékelés során minden mintavételi pontra meghatároztuk a holtfa hektárra eső térfogatát, majd transzektenként és mintaterületenként átlagolva kaptuk meg a vizsgált árkok eredményeit, valamint a szórás is megállapítottuk minden szempontnál. A fekvő holtfa térfogatának eloszlását elemeztük aktuális faállomány-típus, korhadás, átmérőosztályok (5–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70), és korcsoportok (fiatal 0–30, 31–70 középkorú és 70 felett idős állomány az erdőrésztelek leíró lapjai alapján) alapján.

Ezen felül a Szmorad (2011) által szerkesztett potenciális vegetáció térképet alapul véve megállapítottuk az érintett erdőrésztelek élőhelytípusát, majd aszerint elkülönítve a fekvő faanyag mennyiségét. A Tolvaj-árok területén 3 (égerligetek, gyertyános-kocsánytalan tölgyesek és szubmontán bükkösök), a Vadkan-árokban 2 (égerligetek és montán bükkösök) élőhelyet különítettünk el.

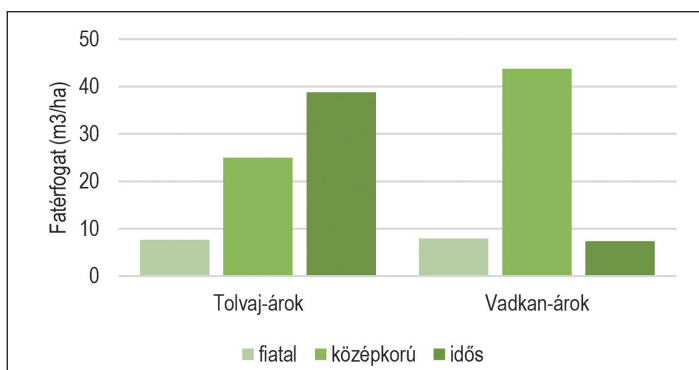
EREDMÉNYEK

A Tolvaj-árokban a fekvő faanyag átlagos mennyisége 30,66 m³/ha a Vadkan-árokban pedig 21,23 m³/ha, tehát a Tolvaj-árokban nagyobb a holtfa jelenléte. Mindkét területen kimondottan magas szórás (30,38 m³/ha a Tolvaj-árokban és 28,40 m³/ha a Vadkan-árokban) volt tapasztalható, ami a holt faanyag egyenetlen eloszlására utal a völgyekben. A fekvő holtfa az érintett erdőrésztelek élőfakészletéhez viszonyítva átlagosan 13,19% a Tolvaj-árokban, a Vadkan-árokban pedig 5,91%-a.

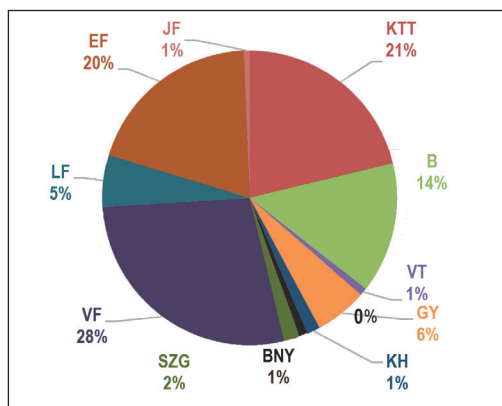
A Vadkan-árokban a középkorú (30–70 éves) erdőrésztelekben előforduló holtfa értéke a legmagasabb 74,06% (43,74 m³/ha) értékkel. A Tolvaj-árokban a fiatalosoktól az idős állományok felé emelkedve a legmagasabb érték 54,34% (38,83 m³/ha) volt (2. ábra).

A fafajok előfordulását vizsgálva (3-6. ábra) a Tolvaj-árokban a legtöbb holt faanyagot a kocsánytalan tölgy adta (10,00 m³/ha), emellett jelentős volt még az erdei fenyő (5,08 m³/ha), a gyertyán (4,42 m³/ha) és a mézgás éger (3,64 m³/ha) is (4. ábra). A Vadkan-árokban pedig a mézgás éger (9,77 m³/ha) és a lucfenyő (6,79 m³/ha) mennyisége volt a legmagasabb (6. ábra).

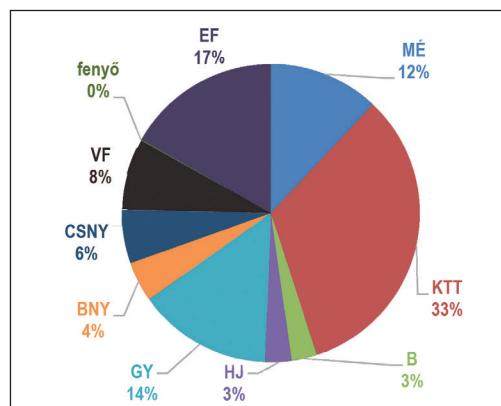
Mindkét árokban nagy a fafajok változatossága a holt faanyagot tekintve (10, valamint 9 fajjal), és jelentős a fenyők előfordulása, a bükk viszont kifejezetten kevés. A Tolvaj-árokban a keményfák (3. ábra), a Vadkan-árokban pedig a puhafák (5. ábra) domináltak 17,88 m³/ha valamint 9,90 m³/ha átlagos értékkel.



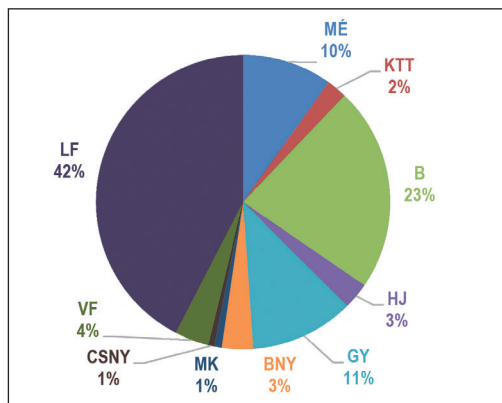
2. ábra: A fekvő holtfa az erdőrészeket kora szerint a két vizsgált mintaterületen
 Figure 2: The amount of lying dead wood by stand ages in the two study areas



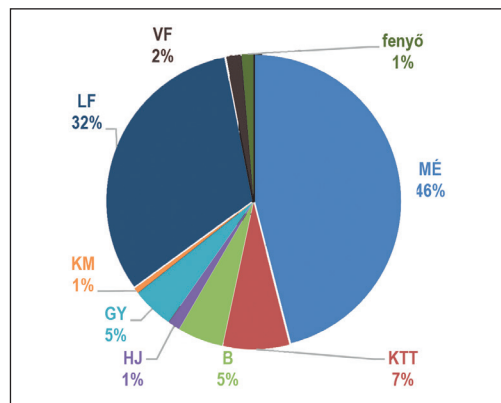
3. ábra: Az vizsgált erdőrészeket élőfakészletének fajonkénti megoszlása hektáronként a Tolvaj-árokban (m³/ha)
 Figure 3: Distribution of live wood stock by tree species in the concerned stands in Tolvaj-árok (m³/ha)



4. ábra: A fekvő holtfa fajonkénti eloszlása a Tolvaj-árokban (m³/ha)
 Figure 4: The amount of lying dead wood by tree species in Tolvaj-árok (m³/ha)

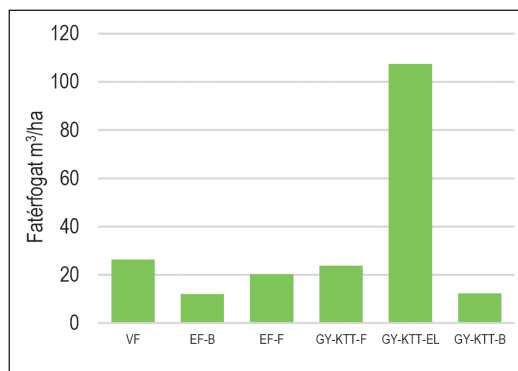


5. ábra: Az vizsgált erdőrészeket élőfakészletének fajonkénti megoszlása hektáronként a Vadkan-árokban (m³/ha)
 Figure 5: Distribution of live wood stock by tree species in the concerned stands in Vadkan-árok (m³/ha)



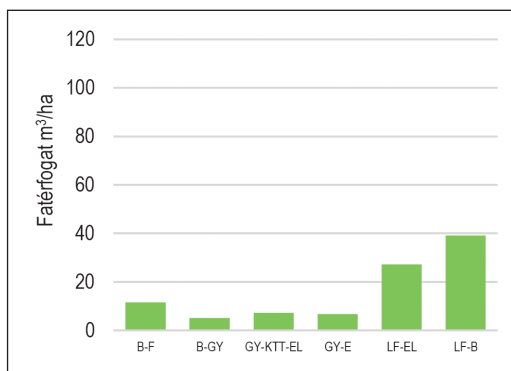
6. ábra: A fekvő holtfa fajonkénti eloszlása a Vadkan-árokban (m³/ha)
 Figure 6: The amount of lying dead wood by tree species in Vadkan-árok (m³/ha)

Amennyiben az érintett erdőrészeket fajfajkészletét (3. és 5. ábra) összevetjük az árkokban mért holtfa adatokkal (4. és 6. ábra), feltűnik a mézgás éger magas aránya a holtfa értékeiben, kifejezetten a Vadkan-árkokban, ami egyértelműen a patak közvetlen közelében végzett felméréseknek, és így az égerek fokozott jelenlétének köszönhető, ami az egyes erdőrészeket leíró adatlapjain nem jelenik meg célfafajként. Emellett a Tolvaj-árkokban a vörös fenyő, a Vadkan-árkokban a lucfenyő magas jelenléte szembeötlő, valamint, hogy a bükk viszonylag kifejezett jelenléte ellenére kevésbé jelenik meg holt faanyagként.



7. ábra: A fekvő holtfa aktuális faállománytípusok szerinti megoszlása a Tolvaj-árkokban

Figure 7: The amount of lying dead wood by actual stand types in the Tolvaj-árkok



8. ábra: A fekvő holtfa aktuális faállománytípusok szerinti megoszlása a Vadkan-árkokban

Figure 8: The amount of lying dead wood by actual stand types in the Vadkan-árkok

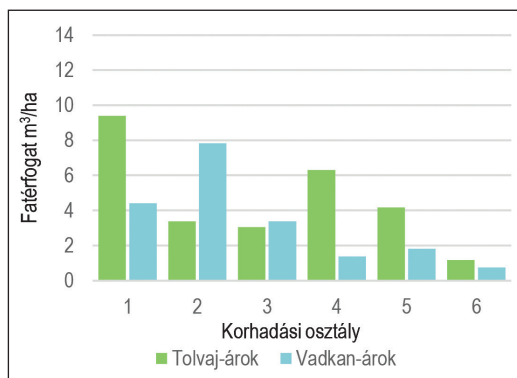
Amennyiben a mintapontokkal érintett erdőrészeket aktuális faállománytípusát vizsgáljuk, a két árkok között markáns különbségek fedezhetők fel. A Tolvaj-árkokban az egyéb lomebelegyes gyertyános-kocsánytalan tölgyesben mért érték kiemelkedő (53,16%), emellett az egyéb faállománytípusok megoszlása hasonló. A Vadkan-árkokban nem fedezhető fel ekkora különbség az egyes típusok között, ott a bükkös-lucfenyvesben mértük a legmagasabb értéket (40,39%).

Korhadás alapján a Tolvaj-árkokban az 1-es osztályba tartozó holtfák értéke (34,19%) kiemelkedik (9. ábra), ráadásul, ha ezt az értéket összevetjük a 10. ábrával, látható, hogy a nagy mennyiségű friss faanyag a 61–70 cm-es kategóriában található.

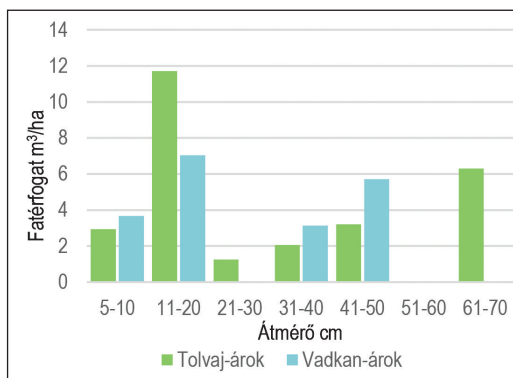
Emellett a magasabb, 4-es és 5-ös korhadású fák értéke jelentősebb (22,93 és 15,21%). A Vadkan-árkokban a 2. korhadási fázis értékei jelentősebbek, átlagosan 40,07%. Az érintett erdőrészekben 2015-ben volt fakitermelés, ez is okozhatja a kissé korhadtabb faanyag jelenlétét.

Az átmérőosztályok szerinti eloszlás tekintetében (10. ábra) mind a Tolvaj-árkokban, mind a Vadkan-árkokban a legtöbb a 11–20-as átmérőosztályba tartozó fa (42,63 és 36,03%), a nagyobb kategóriákban a holtfa térfogata alacsony értékeket mutat, vagy hiányzik, kifejezetten a Vadkan-árkokban, ahol 50 cm fölötti átmérővel rendelkező fa nem volt a mintavételben. A Tolvaj-árkokban kitűnik a 61–70-es kategóriába eső magas érték (22,93%), amely egyetlen 70 cm-es átmérőjű rönk előfordulására vezethető vissza.

Amennyiben a holtfa átmérőcsoportjait viszonyítjuk a korhadással, tapasztalható egy-egy kiugró érték, ami egy-egy nagyobb fához tartozik, így nagy mértékben befolyásolhatja az eredményt. Mind a Tolvaj-árkokban mind a Vadkan-árkokban leolvashatók azok a vastag tuskók, amelyek megtalálhatóak voltak a magasabb méretkategóriákban, amelyek mellett eltörpülnek az 5-10-es méretkategória példányai, hiába szerepelnek sokszoros darabszámmal.



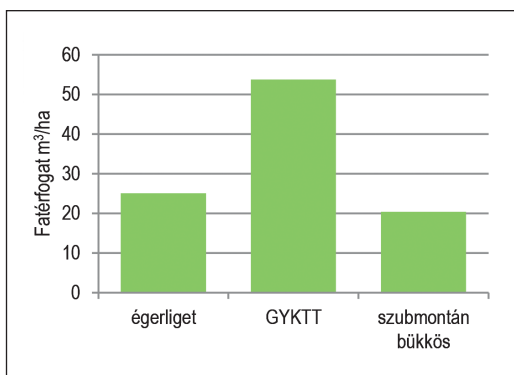
9. ábra: A fekvő holtfa korhadási osztályonként a két vizsgált mintaterületen
Figure 9: The amount of lying dead wood by decay classes in the two study areas



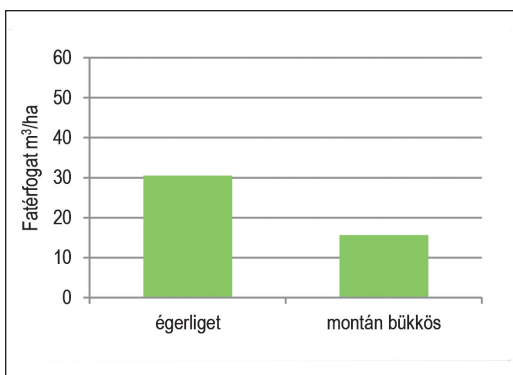
10. ábra: A fekvő holtfa átmérőcsoportok szerinti megoszlása a két vizsgált terület között
Figure 10: The amount of lying dead wood by diameter classes in the two study areas

A holt faanyagban kiemelkedően gazdag élőhelyek a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek voltak, melyet a Vadkan-árok égerligetei követtek (11. és 12. ábra). Részben oka lehet ennek a másodlagos fafajok és a fenyők magas aránya, valamint az erdőállományok magasabb kora. Ennél a két élőhelytípusnál figyelhető meg a legnagyobb szórás is, amely a növényzet foltmintázatából adódhat. A legkevesebb pedig a Vadkan-árokban található montán bükkösökben volt, ennek oka valószínűleg az, hogy nagy részük fiatal vagy középkorú erdő, így még nem jutott el a szukcessziós fázisban odáig, hogy jelentős vastag fa felhalmozódás történjen benne.

Az égerligetek mindkét árokban viszonylag magas értékekkel szerepelnek (25,05 és 30,49 m³/ha), ennek több oka is lehet. Egyrészt mivel az erdők természetvédelmi rendeltetésűek, ezért a patak közvetlen környezetében, 25 méternél közelebb fakitermelés és faanyagkészletezés csak a természetvédelmi célokkal összhangban végezhető, így nagyobb a valószínűsége a faanyag területen hagyásának, valamint a terület völgy-jellegéből adódóan is felhalmozódik benne a faanyag.



11. ábra: A fekvő holtfa megoszlása a potenciális élőhelytípusokban a Tolvaj-árokban
Figure 11: The amount of lying dead wood by decay classes in the two study areas



12. ábra: A fekvő holtfa megoszlása a potenciális élőhelytípusokban a Vadkan-árokban
Figure 12: The amount of lying dead wood by diameter classes in the two study areas

Gazdasági erdőkben szintén fontos adat, hogy a felmérésbe bekerült tuskók adatai a számításokban mennyiben változtatnak a kapott eredményen. A Tolvaj-árokban 37,52 m³/ha, míg a Vadkan-árokban 30,48



m³/ha összesített térfogatértékeket eredményezett a tuskók beszámítása (ez a Tolvaj-árokban 6,86 m³/ha, a Vadkan-árokban pedig 9,25 m³/ha többletet jelent).

KÖVETKEZTETÉSEK

A holtfabecslés eredményeként a Tolvaj-árokban több faanyagot találtunk (30,66 m³/ha), a Vadkan-árokban pedig valamivel kevesebbet (21,23 m³/ha). Ódor & Standovár (2003) szerint a magyar gazdasági bükkösökben 30 m³/ha az átlagos holtfamennyiség, ezt az értéket csak a Tolvaj-árok érte el. Ez az eredmény véleményem szerint elsősorban az állományok korával magyarázható, hiszen a Vadkan-árok erdőrészelei jóval fiatalabbak. Messze alulmarad viszont mind a Christensen et al (2005) által az európai lombhullató őserdő jellegű állományokra megállapított átlagtól (130 m³/ha), mind pedig a hazai bükki Őserdő erdőrezervátumtól, ahol természetközeli bükkösökben fekvő holtfára 137 m³/ha értéket mértek (Ódor & Standovár 2003). Magasabb holtfa értékeket várnánk, tekintve, hogy az érintett erdők mind természetvédelmi elsődleges rendeltetésűek és védettek vagy fokozottan védettek. A terület néhol igen meredek lejtőviszonyai megnehezítik a rajtuk található állományok kitermelését, valamint a letermelt faanyag mozgatását, ezzel lehetőséget teremtve a holtfa mennyiségének emelésére, ami azonban a területen nincs megfelelően kihasználva.

A vizsgált völgyekben a fajok száma megfelelő, ám az erdőszerkezet változatossága mindenképpen növelendő, valamint a fenyőfélék jövőbeni további visszaszorulása lenne kívánatos, mivel arányuk még mindig igen magas a hegységben, annak ellenére, hogy egészségi állapotuk nem megfelelő.

Mivel a kapott kiemelkedő értékek sok esetben egy-egy nagyobb fának voltak köszönhetőek, a mintaelemszám további növelésével valószínűleg pontosabb becslést és kiegyenlítettebb eloszlást kaphatnánk a jövőben esetleges további vizsgálatok során. Mindkét terület képes megfelelő mennyiségű holtfa „előállítására”, tehát a fő hangsúly nem a holtfa előállításán kell, hogy legyen, hanem a keletkezett faanyag területen hagyásán, főként a minél korhadtabb fáknak, hiszen ezek gazdasági értéke csekély. Mivel a korhadt faanyaghoz kötődő szaproxyl fajok preferenciái változatosak, ezért nagyon fontos, hogy egy területen minden korhadási osztályból, valamint különböző méretű faanyagból rendelkezésre álljon megfelelő mennyiség. A felmért mintaterületeken ez a kritérium nem teljesül megfelelően, mindenképpen jó lenne, ha növekedne a korhadtabb faanyag jelenléte és diverzitása, ennek elősegítése a holtfa mennyiségének növelésével és minél több fának a területen hagyásával lehetséges, mivel főként keményfás fajoknál hosszú folyamat az igazán korhadt fa kialakulása.

Több vizsgálat is alátámasztotta (Ódor & Standovár 2003, Johnsson et al 2005, Jakoby et al 2010, Frank & Szmorad 2014, Búzás 2015), hogy kis odafigyeléssel és a gyérítések gondosabb kivitelezésével gazdasági erdőkben is sokat lehet tenni egy terület biodiverzitásának holtfa visszahagyásával történő emeléséért.

Jakoby et al (2010) alapján érdemes lehet a lejtőszög miatt nehezebben megközelíthető részeken holtfaszigetek létrehozása, akár kísérleti jelleggel. Kutatásai alapján egy min. 0,2 ha területű sziget már képes rá, hogy folyamatosan biztosítson holtfautánpótlást egy kezelt erdőben. A völgyoldal védelme érdekében különösen kímélni kell az arra merőlegesen kidőlt fákat, esetlegesen azok mesterséges előállítását, ha szükséges, valamint figyelembe venni a Bobiec (2005) által javasolt irányszámokat a holtfa arányára (az élőfakészlet 15-20%-a).

Tekintve, hogy az elvégzett vizsgálat elég speciális volt olyan szempontból, hogy két patak völgy holtfa viszonyai kerültek felmérésre, mind a kapott eredmények, mind a terület értékelésekor ezt a völgyhelyzetet figyelembe kell vennünk, a teljesebb kép érdekében mindenképpen érdemes lehet további felméréseket végezni mind a környező állományokra, mind szélesebb körben a Soproni-hegység egyéb területeire vonatkozóan.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönet illeti Dr. Tóth Viktóriát a kutatás során nyújtott rengeteg segítségért és támogatásért, Ambrus Andrászt a felvételezésben hasznosnak bizonyuló EpiCollect alkalmazás személyre szabásáért és hasznos meglátásaiért, valamint Brolly Gábort a térinformatikai segítségnyújtásért. Ezen kívül Magyar Zsoltot és Szabó Károlyt a NÉBIH Erdészeti Igazgatóságtól, akik az erdőrészeletekre vonatkozó adatokat szolgáltatták számunkra. Köszönet illeti továbbá Szerecz Pétert, aki a terepi felvételezések során nyújtott segítséget, emellett pedig Prof. Dr. Lakatos Ferencet, Dr. Csóka Györgyöt és Dr. Winkler Dánielt az építő jellegű kritikákért.

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bartha D. & Oroszi S. (eds) 2011: A Soproni-hegység erdőállományainak története. TAEG Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt., Sopron.
- Bidló A. & Szűcs P. 2014: A holtfa szerepe az erdőállományok anyagforgalmában és talajfejlődésében. In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): A holtfa. *Silva Naturalis* 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 177–190.
- Bobiec A., Gutowski J.M., Laudenslayer W.F., Pawlaczyk P. & Zub K. 2005: The afterlife of a tree. WWF Poland, Warszawa–Hajnówka.
- Bolla B. 2007: Vízteni értékek a Vadkan-árokban. Diplomadolgozat. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet.
- Bölöni J., Ádám R., Aszalós R. & Ódor P. 2015: Holtfa az észak-magyarországi kezelt és felhagyott cseres-kocsánytalan tölgyesekben. In: Bölöni J. (ed): Tanulmányok a félszáraz tölgyesek ökológiai viszonyairól. MTA Ökológiai Kutatóközpont tanulmányai 1., Tihany.
- Bölöni J. & Ódor P. 2014: Mennyi holtfa van az erdőkben? In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): A holtfa. *Silva Naturalis* 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 203–224.
- Búzás E. 2015: Adatok a zánkai Bálint-hegy holtfa viszonyaihoz. Szakdolgozat. Pannon Egyetem Georgikon Kar Növény-tudományi és Biotechnológiai Tanszék, Keszthely.
- Christensen M., Hanh K., Mountford E.P., Ódor P., Standovár T., Rozenberger D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S. & Vrška T. 2005: Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210: 267–282. DOI: [10.1016/j.foreco.2005.02.032](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.032)
- Csóka Gy. 2011: A holtfa erdő- és természetvédelmi szerepe magyarországi keménylombos erdőkben. OTKA K68618 sz. pályázat zárójelentése.
- Csóka Gy. 2014: A holtfa, mint életfeltétel. In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): A holtfa. *Silva Naturalis* 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 45–48.
- Csóka Gy., Lakatos F. & Hírka A. 2014: Hogyan keletkezik a holtfa? In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): A holtfa. *Silva Naturalis* 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 21–28.
- De Meo I., Agnelli A. E., Graziani A., Kitikidou K., Lagomarsino A., Milios E., Radoglou K. & Paletto A. 2017: Deadwood volume assessment in Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) peri-urban forests: Comparison between two sampling methods. *Journal of Sustainable Forestry* DOI: [10.1080/10549811.2017.1345685](https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1345685)
- Dövényi Z. (ed) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest
- Dynesius M., Gibb H. & Hjältén J. 2010: Surface Covering of Downed Logs: Drivers of a Neglected Process in Dead Wood Ecology. *Plos One* 5(10): e13237. DOI: [10.1371/journal.pone.0013237](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013237)
- Frank T. & Szmorad F. 2014: Védett erdők természetességi állapotának fenntartása és fejlesztése. Rosalia kézikönyvek 2. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest.
- Gribovszki Z., Kalicz P. & Kucsara M. 2014: A holt faanyag hatása a vízfolyásokra. In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): A holtfa. *Silva Naturalis* 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 191–196.
- Hodge S.J. & Peterken G.F. 1998: Deadwood in British forests: priorities and a strategy. *Forestry* 71(2): 99–112. DOI: [10.1093/forestry/71.2.99](https://doi.org/10.1093/forestry/71.2.99)



- Jakoby O., Rademacher C. & Grimm V. 2010: Modelling dead wood islands in European beech forests: how much and how reliably would they provide dead wood? *European Journal of Forest Research* 129: 659–668. DOI: [10.1007/s10342-010-0366-3](https://doi.org/10.1007/s10342-010-0366-3)
- Johnsson B.G., Kruys N. & Ranius T. 2005: Ecology of species living on dead wood – Lessons for dead wood management. *Silva Fennica* 39(2): 289–309. DOI: [10.14214/sf.390](https://doi.org/10.14214/sf.390)
- Keren S. & Diaci J. 2018: Comparing the quantity and structure of Deadwood in Selection Managed and Old-Growth Forests in South-East Europe. *Forests* 9: 76. DOI: [10.3390/f9020076](https://doi.org/10.3390/f9020076)
- Király G. 2004: A Soproni-hegység edényes flórája. *Flora Pannonica*, II(1): 1–509.
- Király G. 2008: Soproni-hegység. In: Király G., Molnár Zs., Bölöni J., Csiky J., Vojtkó A. (eds): Magyarország földrajzi kistájainak növényzete. MTA ÖBKI, Vácrátót, 91.
- Kirby K.J., Reid C.M., Thomas R.C. & Goldsmith F.B. 1998: Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. *Journal of Applied Ecology* 35: 148–155. DOI: [10.1046/j.1365-2664.1998.00276.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00276.x)
- Kraigher H., Jurc D., Kalan P., Kutnar L., Levanič T., Rupel M. & Smolej I. 2003: Beech coarse woody debris characteristics in two virgin forest reserves in southern Slovenia. *Nat-Man Working Report* 26.
- Lakatos F. 2006: Fenyőállományokban végrehajtott egészségügyi termelések szerepe védett és/vagy veszélyeztetett fában és kéregben költő bogárfajok esetén (Coleoptera). *Természetvédelmi Közlemények* 12: 123–131.
- Lakatos F. & Csóka Gy. 2014: A holtfa és az erdő egészsége. In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): A holtfa. *Silva Naturalis* 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 197–202.
- Mag Zs., Ódor P. 2015. The effect of stand-level habitat characteristics on breeding bird assemblages in Hungarian temperate mixed forests. *Community Ecology* 16: 156–166. DOI: [10.1556/168.2015.16.2.3](https://doi.org/10.1556/168.2015.16.2.3)
- Merganicová K., Merganic J., Svoboda M., Bace R. & Seben V. 2012: Deadwood in Forest Ecosystems. In Blanco J.A. (ed): *Forest Ecosystems – More than Just Trees*. InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/forest-ecosystems-more-than-just-trees/deadwood> 2016.10.31. DOI: [10.5772/31003](https://doi.org/10.5772/31003)
- Merkli O. 2016: A szaproxilofág bogarak (Coleoptera) szerepe a holtfa lebontásában. In: Korda M. (ed): *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére*. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 129–154.
- Mikó Á. & Csóka Gy. 2016: A hangyák szerepe a magyarországi erdei ökoszisztémákban. In: Korda M. (ed): *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére*. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 109–128.
- Ódor P. 2005: Javaslat a fekvő holt fa szisztematikus mérésére az erdőrezervátumokban. *Kutatási jelentés, kézirat*.
- Ódor P. 2016: Az erdei biodiverzitást meghatározó tényezők az Őrségi Nemzeti Parkban. In: Korda M. (ed): *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére*. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 603–624.
- Ódor P. & Standovár T. 2003: Changes of physical and chemical properties of dead wood during decay. *Nat-Man Working Report* 24.
- Ódor P., van Hees A.F.M., Heilmann-Clausen J., Christensen M., Aude E., van Dort K.W. Piltaver A., Siller I., Veerkamp M.T., Walley R., Standovár T., van Hees A.F.M., Kosec J., Matočec N., Kraigher H. & Grebenc T. 2004: Ecological Succession of Bryophytes, Vascular Plants and Fungi on Beech Coarse Woody Debris in Europe. *Nat-Man Working Report* 50.
- Ónodi G. & Winkler D. 2014: A holtfa szerepe az odúlakó madárközösségek kialakulásában In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): *A holtfa*. *Silva Naturalis* 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 125–144.
- Preikša Z., Brazaitis G., Marozas V., Jaroszewicz B. 2015: Dead wood quality influences species diversity of rare cryptogams in temperate broadleaved forests. *iForest (early view)*. – DOI: [10.3832/ifer1483-008](https://doi.org/10.3832/ifer1483-008) [online 2015-09-28]
- Puletti N., Giannetti F., Chirici G. & Canullo R. 2017: Deadwood distribution in European Forests. *Journal of Maps* 13(2) 733–736. DOI: [10.1080/17445647.2017.1369184](https://doi.org/10.1080/17445647.2017.1369184)
- Rondeux J. & Sanchez C. 2009: Review of indicators and field methods for monitoring biodiversity within national forest inventories. Core variable: Deadwood. *Environmental Monitoring and Assessment*, 164(1-4): 617–630. DOI: [10.1007/s10661-009-0917-6](https://doi.org/10.1007/s10661-009-0917-6)
- Schuck A., Meyer P., Menke N., Lier M. & Lindner M. 2004: Forest Biodiversity Indicator: Dead Wood – A Proposed Approach towards Operationalising the MCPFE Indicator. In: Marchetti M. (ed): *Monitoring and indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to opportunity*. *EFI Proceedings* 51: 49–77.
- Sefidi K. & Etemad V. 2015: Dead wood characteristics influencing macrofungi species abundance and diversity in Caspian natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests. *Forest Systems* 24(2): eSC03. DOI: [10.5424/fs/2015242-06039](https://doi.org/10.5424/fs/2015242-06039)

- Somogyi Z. 1998: A bolygatás jelentősége, szerepe az erdei ökoszisztémákban és erdőművelési jelentősége. Erdészeti Kutatások 88: 165–194.
- Standovár T. & Kenderes K. 2003: A review on natural stand dynamics in beechwoods of east central Europe. Applied Ecology and Environmental Research 1(1–2): 19–46. DOI: [10.15666/aeer/01019046](https://doi.org/10.15666/aeer/01019046)
- Stokland J.N., Siitonen J., & Jonsson B.G. 2012: Biodiversity in dead wood. Cambridge University Press. DOI: [10.1017/cbo9781139025843](https://doi.org/10.1017/cbo9781139025843)
- Stockland J.N., Tomter S.M. & Söderberg U. 2004: Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. In: Marchetti M (ed): Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Opportunity. EFI Proceedings 51: 207–226.
- Svensson M., Johansson V., Dahlberg A., Frisch A., Thor G. & Ranius T. 2015: The relative importance of stand and dead wood types for wood-dependent lichens in managed boreal forests. Fungal Ecology DOI: [10.1016/j.funeco.2015.12.010](https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.12.010)
- Szmerad F. 2011: A Soproni-hegység erdeinek történeti, növényföldrajzi és cönológiai vizsgálata. Tilia 16: 1–272.
- Tímár G. 2016: Erdei mikroélelőhelyek és védelmük lehetőségei az erdőgazdálkodás során. In: Korda M. (ed): Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 533–548.
- Tóth V. 2014: A holtfán történő felújulás jelentősége az erdőkben. In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds): A holtfa. Silva Naturalis 5., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 171–176.
- Vacek S., Vacek Z., Bílek L., Hejzmanová P., Stícha V. & Remes J. 2015: The dynamics and structure of dead wood in natural spruce-beech forest stand – a 40 year case study in the Krokonos National Park. Dendrobiology 73: 21–32. DOI: [10.12657/denbio.073.003](https://doi.org/10.12657/denbio.073.003)
- van Wagner C.E. 1968: The line intersect method in forest fuel sampling. Forest Science 14: 20–26.
- Warren W.G. & Olsen P.F. 1964: A line intersect technique for assessing logging waste. Forest Science 10: 267–276. DOI: [10.1093/forestscience/14.1.20](https://doi.org/10.1093/forestscience/14.1.20)
- Winkler D. 2000: A madárközösségek, mint bioindikátorok alkalmazási lehetősége. In: Frank T. (ed): Természet – Erdő – Gazdálkodás. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület & Pro Silva Hungaria Egyesület, Eger, 163–167.
- Winkler D. 2005: Ecological succession of breeding bird communities in deciduous and coniferous forests in the Sopron Mountains, Hungary. Acta silvatica & Lignaria Hungarica 1: 49–58.

Érkezett: 2018. március 31.

Közlésre elfogadva: 2018. július 9.