

A 2014-ES JÉGTÖRÉS OKAINAK ÉS HATÁSAINAK ELEMZÉSE A BÖRZSÖNY ERDEIBEN

ZOLTÁN LÁSZLÓ ^{1*}, STANDOVÁR TIBOR ¹

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék

*e-mail: zoltan.laci93@gmail.com

Absztrakt

2014-ben az elmúlt 50 év legnagyobb intenzitású és kiterjedésű jégtörése történt a Börzsönyben. A hegység teljes területén vizsgáltuk a jégtörés hátterében állható okokat, légifotón detektált bolygatási térkép és erdőrésztlet léptékű elemzéssel, majd a kapott eredmények validálását, illetve finomabb léptékű vizsgálatot lehetővé tevő terepi felméréseket végeztünk. A vizsgált területeken a jégtörés előtt is történt adatgyűjtés, így ezek újra felvételezése lehetővé tette a jégtörés erdőre gyakorolt hatásainak felmérését. A mintegy 700 pont elemzése alapján megállapítható, hogy a lombkoronavesztés legmarkánsabban a nitrofil lágyszárúak tömeges felszaporodását, illetve az alacsony (<50 cm) újulat borításának növekedését váltotta ki. A Pogány-Rózsás Erdőrezervátum a gazdasági erdőkhöz képest kevésbé károsodott.

A háttérben állható okokat feltáró CART elemzésbe vont magyarázó változók (topográfia, fafaj elegyarányok stb.) fontossága a terepi adatokon alapuló elemzésben eltért az erdőrésztleteken alapuló modellben megállapítottaktól. Eredményeink alapján fafaj összetételben és korban homogén, magas bükk elegyarányú, gazdasági művelés alatt álló erdők a legérzékenyebbek a jégtörésekre.

Bevezetés

Az elmúlt 40-50 év során Európa erdeit egyre nagyobb intenzitású természetes bolygatások érték, sokszor jelentős gazdasági károkat okozva (Scheelhaas et al. 2003). Az erdőgazdálkodás számára az a leggazdaságosabb erdőművelési mód, ha korban, szerkezetben és faállomány összetételben homogén erdőket alakítanak ki, amik korábbi vizsgálatok alapján gyengébb ellenálló képességet eredményeznek természetes bolygatásokkal szemben. E bolygatások jellemzői (kiváltó ok, mintázat stb.) regionálisan



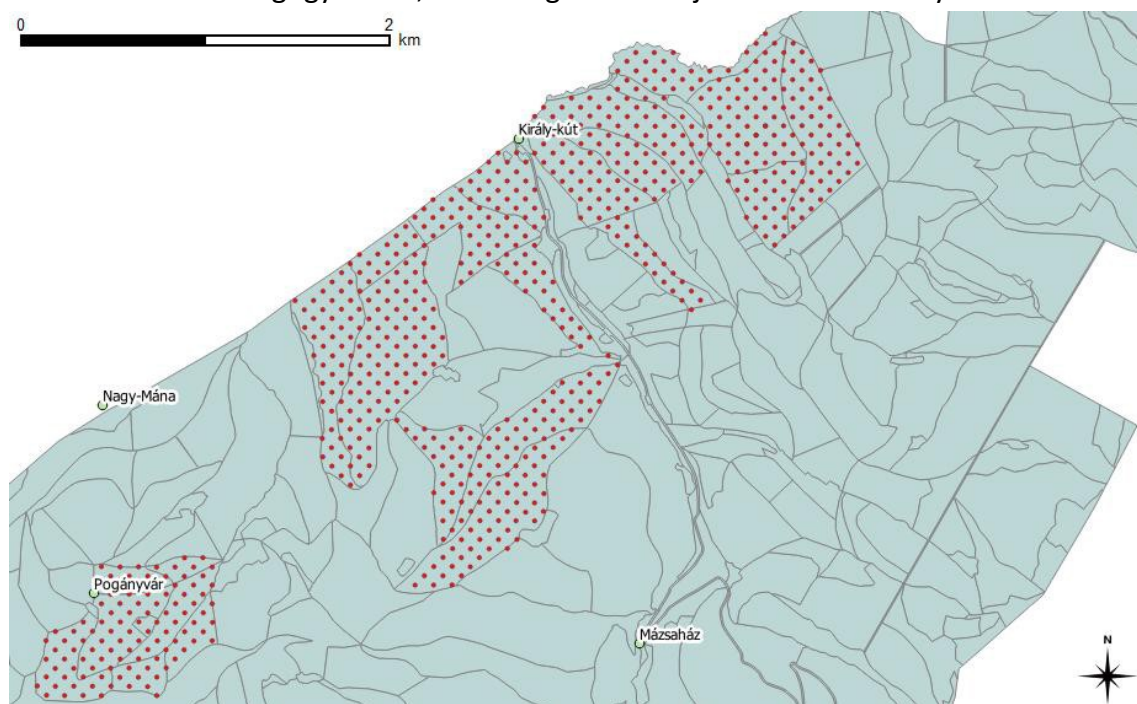
eltérőek, így időbeli összehasonlító vizsgálatokat célszerű az adott régióban végzett korábbi kutatások eredményeire alapozni.

2014. december első napjaiban az elmúlt 50 év legnagyobb kiterjedésű jégtörése történt a Börzsönyben (Hirka 2014). Korábbi börzsönyi vizsgálatok tapasztalataira építve korábbi munkánkban a hegység teljes területén vizsgáltuk a jégtörés hátterében állható okokat légifotón detektált, saját készítésű bolygatási térkép és erdőrészlet léptékű háttéradatokat (domborzat, Országos Erdőállomány Adattárból származó adatok) elemzésével. Elemzéseink egységei az átlagosan néhány hektáros kiterjedésű erdőrészletek voltak. E térbeli lépték durvaságából adódó nehézségeket korábban is kihangsúlyoztuk, hiszen nem minden esetben homogén egy-egy erdőrészlet, így nem feltétlen reprezentatívok a benne szereplő átlagos adatok egy adott dőlt foltra.

E kutatásunk célja a 2014-es börzsönyi jégtörés okainak és hatásainak elemzése terepi felméréseinken nyugvó, finomléptékű háttéradatokat alapján.

Mintaterület

Terepi felméréseinket a Diósjenői Erdészet területén végeztük el. A mintavételi területek az 1. ábrán láthatóak (N=737 db mintavételi pont). Referenciaterületként volt, ahol semmilyen károsodás sem volt megfigyelhető, másik végletként teljesen dőlt állományt is vettünk fel.



1. ábra: Az összes felmért mintavételi pont. A pontok egy-egy 500 m² területű kört jelentenek. Ezek vannak rávetítve az Országos Erdőállomány Adattári rétegre, amelyen egy-egy erdőrészletet jelenik meg. Tájékoztatóként megjelöltünk néhány nevezetesebb helyszínt. A Pogányvár környékén lévő tömb a Pogány-Rózsás Erdőrezervátumhoz tartozik (felmérve: 2015-ben), a többi gazdasági erdő (felmérve: 2016-ban). Egy-egy erdőrészlet néhány-, vagy néhány tíz hektár területű, a pontok sűrűsége pedig 2 pont/ha; ezáltal van biztosítva a finomléptékű háttéradatbázis.



Módszerek

E munkánk keretében a távérzékelte adatok terepi validálását, illetve a jelenség finomabb léptékű vizsgálatát lehetővé tevő terepi adatgyűjtést végeztünk az „Erdei életközösségek védelmét megalapozó többcélú állapotértékelés a magyar Kárpátokban” című SH-4/13 projekt erdőfelmérési módszertanát követve (Standovár et al. 2017). A projekt terepi felmérései már 2014-ben, a jégtörés előtt elkezdődtek, így vannak adataink a jégtörés előtti állapotokról is. Ezeknek a pontoknak az újrafelvételezése azonos módszertan alapján egyedülálló lehetőséget biztosít a jégtörés erdőre gyakorolt hatásainak felmérésére. N=652 db mintavételi pontot újrafelvételeztünk.

Az egyenként 500 m²-es, 2 pont/ha sűrűségű mintavételi pontokon többek között a záródás mértékéről, a fafajonkénti átmérőosztályonkénti tömegességről, a holtfák mennyiségéről és minőségéről, a lágyszárú-, és újulatborítás mértékéről, és a bolygatások jelenlétéről gyűjtöttünk adatokat. Dőltként regisztráltunk egy mintavételi pontot, ha a területén legalább 1 db fa kidőlt.

Összehasonlító elemzéseink során a károsodás mértékét egy gradiens mentén, az 5%-nál nagyobb mértékű (megengedhető becslési hiba) záródáscsökkenés mértékével kvantifikáltuk. Ehhez mérten vizsgáltuk a lágyszárú-, újulat borítás változást, valamint a faállomány összetételbeli változásait.

Összehasonlító elemzésünk részeként a Pogány-Rózsás Erdőrezervátum (N=47) és gazdasági erdők (N=605) jégtörés okozta változásainak mértékét is vizsgáltuk. Mindezeket függetlenségvizsgálatokkal és párosított nem paraméteres Wilcoxon-próbákkal végeztük el.

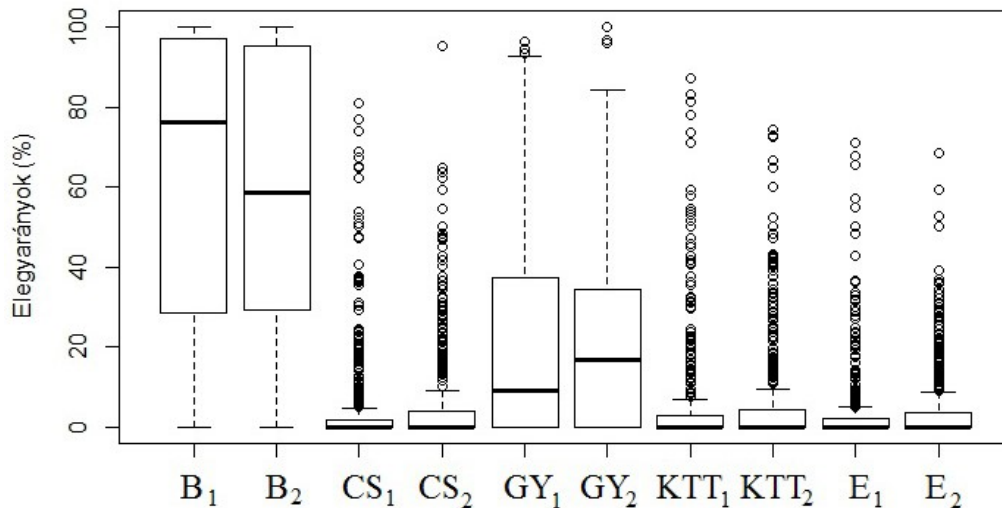
A bolygatás háttérben állható okokat CART (Classification and Regression Tree) modellekkel vizsgáltuk. A CART modell egy olyan hierarchikus klasszifikációs és regressziós fa, amely ez esetben minden lépésben a dőlt és nem dőlt foltokat választja szét (dőltnek minősítettünk egy pontot, ha legalább 1 db fa kidőlt a területen). A fa tetején az a potenciálisan legfontosabb magyarázó változó áll, amelynek megadott küszöbértéke a modell algoritmus által alkotott szabály szerint a lehető legjobban szétválasztja a dőlt és nem dőlt pontokat. A következő lépésben az előzőekben létrehozott két részadatbázist bontja tovább az algoritmus más szabályok felállításával, egészen az ágvégekig. A modell információt ad a változók fontossági sorrendjéről is.

A modellek futtatása előtt Spearman-féle rang korrelációs vizsgálatot végeztünk a fafaj elegyarányok és a topográfiai változók között. A terepi adatokon alapuló CART-modell változónak fontosságait összehasonlítottuk a korábbi munkánkból származó, a teljes Börzsönyt lefedő Országos Erdőállomány Adattárból származó erdőrésztlet léptékű modell változóinak fontosságaival. Ezen túl készítettünk egy másik modellt is, amihez terepi felmérés specifikus változókat vontunk be.

Eredmények

A gyűjtött adataink vizsgálata alapján a faállományban észlelt változások során a legnagyobb mértékű kár a bükköt érte (2. ábra).





2. ábra: Az elegyarányok százalékos megoszlása fontosabb fajokként, jégtörés előtt és után. *Jelmagyarázat: X1: jégtörés előtti elegyarányok; X2: jégtörés utáni elegyarányok (ahol X, adott faj); fajok: B: bükk, CS: cser, GY: gyertyán, KTT: kocsánytalan tölgy, E: egyéb elegyfajok; □: IQR; —: medián; —┴—: statisztikai szempontból a mintához tartozó adatok, o: $x > Q3 + 1.5 \cdot IQR$ vagy $x < Q1 - 1.5 \cdot IQR$, statisztikai szempontból kívülálló adatok. Az ábrán látható a bükk elegyarány mediánjának jelentős csökkenése: a bükk károsodott a legjobban. Ezen kívül a gyertyán elegyarány mediánja megnövekedett. Ennek hátterében az állhat, hogy néhol egy területen élt a bükkel, a bükk kidőlt, így a gyertyán elegyaránya megnövekedett. A többi faj esetében nincs jelentős mértékű változás.*

A bolygatás eddig szokatlan mértékű, nagy intenzitású volt. Ezt bizonyítja a friss holtfák jelentős mértékű megjelenése sok faj esetében, illetve az (eddigi irodalomhoz képest) újdonságként ható nagymértékű károsodása a gyertyánnak (3. ábra).

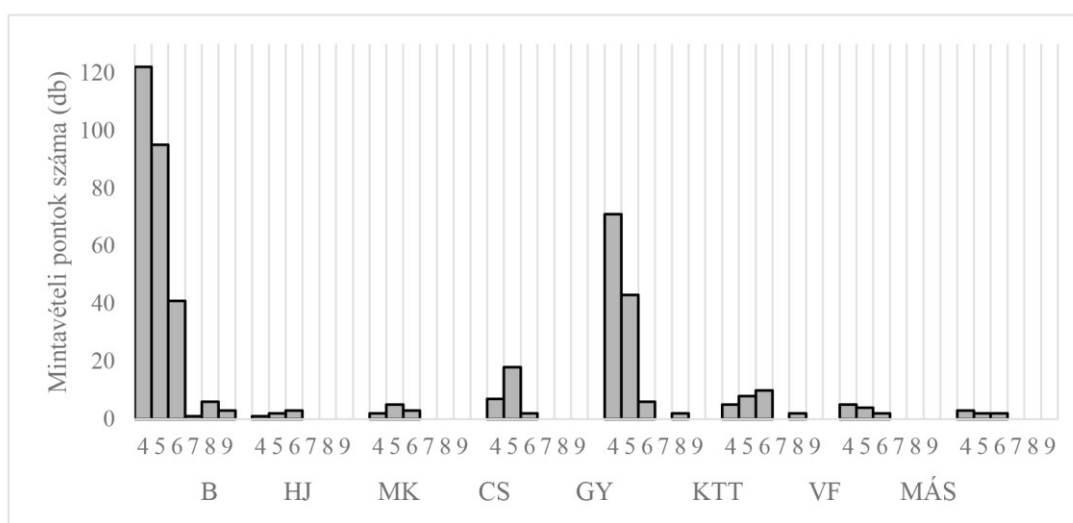
A nagy intenzításra még bizonyíték, hogy a korábbi ismert esetekkel ellentétben a fiatalabb állományok is jelentős mértékben károsodtak (a vizsgált jégtörés esetében jellemzően középkorú állományok az érintettek).

Az összehasonlító elemzés alapján megállapítható, hogy az első két vegetációperiódusban a jégkár okozta lombkoronavesztés legmarkánsabban elsősorban a nitrofil lágyszárúak tömeges felszaporodását (*Urtica dioica*, *Atropa bella-donna*, *Verbascum* spp.), az inváziós lágyszárú *Erigeron annuus* térnyerését, illetve az alacsony (<50 cm) újulat borításának növekedését (bükk, magas kőris és gyertyán) váltotta ki. Újulat borítás növekedés esetében érdemes viszont szem előtt tartani, hogy eltérő szaporodási stratégiákkal rendelkeznek ezek a fajok (pl. a bükk nem minden évben hoz termést), illetve a jégtörés során keletkezett holtfa eltávolítása során alkalmazott fakitermelési és közelítési technológiák eltérően hatnak az újulat mortalitására (Horváth 2016).

Az erdőgazdálkodásból több évtizede kivont Pogány-Rózsás Erdőrezervátum területén kevesebb dőlés történt, viszont a lombkoronavesztés mértéke nagyobb volt. Ez alapján azt lehet mondani, hogy a rezervátumi állományok állékonyasága nagyobb volt, ott inkább a lombkoronavesztés volt a jellemző. Igaz, minimális különbségek mutathatók ki, mégis afelé



mutatnak az eredmények, hogy a Rezervátum ellenállóképessége, ha kis mértékben is, de nagyobb volt, mint a gazdasági erdőké. Az alacsony újulat a Rezervátumban kizárólagosan növekedést mutatott, míg a gazdasági erdőkben megfigyelhető az újulat pusztulása is. Ennek hátterében a már említett összetermeléssel kapcsolatos hatások állhatnak. A gazdasági erdők esetében jóval nagyobb mértékű a nitrofil borítás és a borítás növekedése a jégtörés után, de szem előtt kell tartani azt is, hogy a Rezervátumban a jégtörés után egy évvel, míg a gazdasági erdőkben 2 évvel később végeztük a mintavételezést. Mindezek alapján az mondható, hogy a Pogány-Rózsás Erdőrezervátum területén az erdők a gazdaságiakhoz képest valamivel kevésbé károsodtak. Ennek hátterében a fakitermelés és mindennemű beavatkozás hiányában kialakult, változatos szerkezetű állomány állhat, amelynek nagyobb az ellenállóképessége a természetes bolygatásokkal szemben. A várt nagyobb mértékű ellenállóképesség kialakulására még nem állt rendelkezésre elegendő idő, hiszen kevesebb mint 100 éve áll a Rezervátum bolygatatlanul (Tóth 2007).



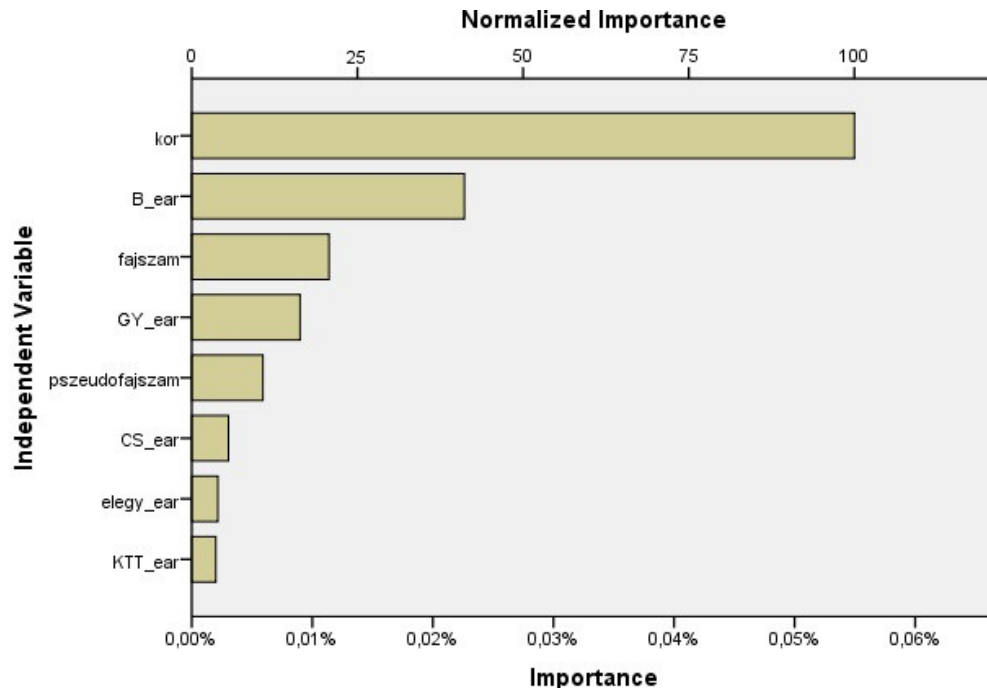
CWD kód	4	5	6	7	8	9
Mennyiség	3 m ³ /ha	10 m ³ /ha	20 m ³ /ha	5 m ³ /ha	20 m ³ /ha	50 m ³ /ha
Átmérő	8-35 cm			35 cm <		

3. ábra: A friss, vastag fekvő holtfák (CWD) mennyiségeinek gyakorisága átmérőosztályonként. Jelmagyarázat: B: bükk, HJ: hegyi juhar, MK: magas kőris, CS: cser, GY: gyertyán, KTT: kocsánytalan tölgy, VF: vörös fenyő. Az ábrán látható, hogy bükk holtfa volt a legnagyobb mennyiségben jelen a mintavételi területeken. Ezen kívül a gyertyán holtfa mennyisége is számottevő.

A háttérben állható okokat feltáró CART elemzésbe vont potenciális magyarázó változók (kitettség: keletiesség, déliesség; magasság; meredekség; fafajszám; fafaj elegyarányok stb.) relatív fontossága az új – finomabb léptékű terepi adatokon alapuló – elemzésben eltért a korábbi vizsgálatunkban megállapítottaktól. Kiemelendő eredmény ebből, hogy mindkét modell esetében az elegyarányok közül a bükké volt a legfontosabb változó.



Szem előtt kell tartani, hogy az abiotikus változók esetében reprezentativitási problémák vannak (pl. A mintavételi pontok kitétségeinek eloszlása nem volt egyenletes). Ezen kívül korrelációt is kimutattunk az abiotikus változók és több faj elegyarányai között. Ezeket figyelembe véve terepi adatokon alapuló biotikus CART modellt is készítettünk. A változók fontosságait a 4. ábra mutatja.



4. ábra: A terepi biotikus CART modell változóinak fontosságai. Az x tengelyen az abszolút-, a z tengelyen a relatív fontosságok, az y tengelyen pedig a változók láthatók. Jelmagyarázat:

kor: korátlag; *B_ear*: bükk elegyarány; *GY_ear*: gyertyán elegyarány; *CS_ear*: cser elegyarány; *elegy_ear*: elegyfajok elegyaránya; *KTT_ear*: kocsánytalan tölgy elegyarány. A korátlag az Országos Erdőállomány Adattárból származó átlagos állományi értékek (ez durva léptékű, mivel nem vizsgáltuk a fák koreloszlását terepen). A pszeudofajszám egy általunk bevezetett változó, amely egyszerre adja meg a fajok és az átmérőosztályok számosságát.

A modell alapján a korátlag a legfontosabb változó: összehasonlító vizsgálathoz hasonlóan a középkorú állományok károsodását mutatta a modell. Következő a sorrendben a bükk elegyaránya: homogén erdők károsodtak inkább (nagy mértékű záródáscsökkenés magas bükk elegyarányú területeken történt). Ez után a fajszám következett: fajban szegény állományok érzékenyebbek voltak. A gyertyán elegyaránya is jelentős szereppel bírt, csak itt nincs értelme a modell által alkotott szabályról beszélni, hiszen az összehasonlító elemzés során kiderült, hogy a gyertyán szerepe kettős: egyrészt közvetett (a bükkal egy területen nőtt) hatása, másrészt holt faként való nagy mértékű megjelenése (tehát a gyertyán is károsodott) miatt hozta ki fontos változónak a modell. Pszeudofajszám is még viszonylag nagy jelentőséggel rendelkezett. Megjelenése a fajszám változóval együtt a magasabb fontossági értékek között felhívja a figyelmet az állomány-szerkezeti változók fontosságára.



A modell alapján azt lehet mondani, amit a korábbi kutatások is sugalltak (pl. Kenderes et al. 2006): összetételben és korban homogén, magas bükk elegyarányú, gazdasági művelés alatt álló területek a legérzékenyebbek a jégtörésekre.

Eredményeink rávilágítanak, hogy nem feltétlen elég egy-egy CART modellel elemezni egy természetes bolygatást, hanem célszerű tételesen megnézni, hogy milyen változások következtek be. E (jövőbeli) változások nyomkövetéséhez megfelelő alapot nyújthat az SH-4/13 projekt finomléptékű háttéradatbázisa, amely a Börzsöny, Mátra és Aggteleki-karszt területén összesen ~60.000 db mintavételi pont adatait tartalmazza.

Munkánk eredményei egy, a természeteshez közelebbi gazdálkodási módszer kialakításának szükségességét támasztják alá. Gazdasági erdők esetében célszerű lenne olyan erdőkezelési módszert választani, amely során növelhető lenne az állomány heterogenitása, több elegyfajt ajánlott hagyni, illetve törekedni érdemes a többkorúságra. Szükséges lenne olyan természetközeli erdőgazdálkodás kialakítására és szélesebb körben történő alkalmazására, amely az őserdőkben zajló természetes folyamatokat igyekszik utánozni. E módszer fakitermelés szempontjából ugyan drágább, mint egy tarvágás, de a fenntarthatóság jegyében végzett ilyen típusú gazdálkodás hosszú távon jó az erdészeteknek (hiszen a kitermelhető faanyag értékesebb mivolta miatt gazdaságilag is előnyös), és a természetnek is.

Összegzés

Az elmúlt 40-50 év során Európa erdeit egyre nagyobb intenzitású természetes bolygatások érték, sokszor jelentős gazdasági károkat okozva. E bolygatások jellemzői (kiváltó ok, mintázat stb.) regionálisan eltérőek, így időbeli összehasonlító vizsgálatokat célszerű az adott régióban végzett korábbi kutatások eredményeire alapozni.

2014. december első napjaiban az elmúlt 50 év legnagyobb intenzitású és kiterjedésű jégtörése történt a Börzsönyben. Korábbi börzsönyi vizsgálatok tapasztalataira építve korábbi munkánkban a hegység teljes területén vizsgáltuk a jégtörés hátterében állható okokat légifotón detektált, saját készítésű bolygatási térkép és erdőrészlet léptékű háttéradatok (domborzat, erdőállomány) elemzésével.

E kutatásunk keretében a távérzékelte adatok terepi validálását, illetve a jelenség finomabb léptékű vizsgálatát lehetővé tevő terepi felméréseket végeztünk (egyenként 500 m²-es mintavételi pont).

A vizsgált területek egy részén a jégtörés előtt is történt adatgyűjtés (azonos módszertan alapján), így ezek újra felvételezése lehetővé tette a jégtörés erdőre gyakorolt hatásainak felmérését. A mintegy 700 pont elemzése alapján megállapítható, hogy az első két vegetációperiódusban a jégkár okozta lombkoronavesztés legmarkánsabban a nitrofil lágyszárúak tömeges felszaporodását, illetve az alacsony (<50 cm) újulat borításának növekedését váltotta ki.

Az erdőgazdálkodásból több évtizede kivont Pogány-Rózsás Erdőrezervátum területén az erdők a gazdaságiakhoz képest valamivel kevésbé károsodtak: mind a dőlés/koronatörés



arányban, mind a nitrofil lágyszárúak borításának és az újulat mennyiségének növekedésében.

A háttérben állható okokat feltáró (összehasonlító vizsgálatot kiegészítendő) CART elemzésbe vont potenciális magyarázó változók (kitettség, magasság, meredekség, fafajszám, fafaj elegyarányok stb.) relatív fontossága az új – finomabb léptékű adatokon alapuló – elemzésben eltért a korábbi munkánk során megállapítottaktól. Ennek ellenére azt lehet mondani, amit a korábbi kutatások is sugalltak: összetételben és korban homogén, magas bükk elegyarányú, gazdasági művelés alatt álló területek a legérzékenyebbek a jégtörésekre. Új eredményként a korábbi jégtörésekhez képest megjelent a gyertyán nagymértékű károsodása, illetve a középkorú állományok alacsonyabb ellenállóképessége. Ezeknek az oka a jégtörés nagy intenzitása lehet.

A kutatásunk eredményei egy, a természeteshez közelebbi gazdálkodási módszer kialakításának szükségességét támasztják alá.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az „Erdei életközösségek védelmét megalapozó többcélú állapotértékelés a magyar Kárpátokban” című SH-4/13 projekt támogatta. Ezen túl szeretnénk köszönetet mondani a Diósjenői Erdészethetnek.

Irodalomjegyzék

- Kenderes K. et al. (2006). Patterns and causes of ice break in a managed forest landscape (Börzsöny Mts., Hungary). In Patterns and processes in forest landscapes. Proceedings of the 4th Meeting of IUFRO Working Party 8.01.03, Sept. 26-29, 2006 - Locorotondo, Bari Italy, pp. 29-34. Accademia Italiana di Scienze forestali, Firenze.
- Hirka A. (szerk.) (2014). Országos erdőkár nyilvántartási rendszer. A 2014. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint 2015-ben várható károsítások. NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság
- Horváth S. (2016). Kemencei Erdészet. Újulatmonitoring, I/2 felvétel, 2015 Ősz. Miskolc-Kemence.
- Scheelhaas MJ. et al. (2003). Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9, 1620–1633
- Standovár T. et al. (2017). Erdőállapot-értékelés középhegységi erdeinkben. Forest state assessment in submontane woodlands. Rosalia 9. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság
- Tóth T. (2007). A Börzsönyi Pogány-Rózsás erdőrezervátum erdőtörténetének összefoglalása, holtfa viszonyainak és faállomány-szerkezetének vizsgálata. Diplomadolgozat. Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar

