

## A 2014. DECEMBERI JÉGKÁR OKAI ÉS KÖVETKEZMÉNYEI A PILISI PARKERDŐ ZRT. ÁLTAL KEZELT ERDŐÁLLOMÁNYOKRA

**Csepányi Péter, Magassy Erik, Kontor Csilla, Szabó Csilla, Szentpéteri Sándor, Németh Rita, Némedy Zoltán, Müller Szabolcs, Szabó Miklós, Kovács András, Szenthe Gábor, Limp Gábor, Ocsovai Zoltán, Brandhuber Ádám, Farkas Viktor, Petrik János**

*Pilisi Parkerdő Zrt.*

### Kivonat

Jelen tanulmány a 2014. december 1-3 között ónos eső okozta jégkár okait és hatását vizsgálja a Pilisi Parkerdő Zrt. Visegrádi, Pilismaróti, Szentendrei és Pilisszentkeresztii Erdészetének területén. A vizsgálat arra kereste a választ, hogy mely állományok károsodtak leginkább, és melyek azok a tényezők, amelyek a kár mértékét befolyásolhatták. Az elemzésekhez a kár mértékéről készült erdőrésztlet szintű becslési adatokat, valamint faegyed szintű saját mérési eredményeket használtunk fel. A vizsgálatok során kiderült, hogy jég, zúzmara, hó okozta károsítások esetén a vegyeskorúság, a vastag, idősebb fák jelenléte nagyobb mértékben járul hozzá az állományok jobb ellenállóképességéhez, mint az elegyesség. Az egykorú állományok vizsgálata alapján megállapítható, hogy a faegyedek méretei kapcsolatban állnak a kár mértékével.

*Kulcsszavak:* jégkár, kár mértéke, állományszerkezet, elegyarány, korszerkezet, faegyed méretek.

### REASONS AND CONSEQUENCES OF ICE DAMAGE OF THE FOREST STANDS AT THE PILIS PARK FORESTRY COMPANY

### Abstract

This paper discusses the reasons and consequences of freezing rain of 1st - 3rd December 2014 on the territory of Szentendre, Visegrád, Pilismarót, Pilisszentkereszt Forestry Units at the Pilisi Park Forestry Company. During the assessment the answer was looked for which stands are damaged most and which factors contributed principally to the size of the damage. For the analysis the assessed data of the damaged forest subcompartments and the data of self-measured tree individuals were used. As a result it became clear that uneven-aged structure, containing the thick older trees contributed more to the resistance of the stands against ice, rime and snow damage than mixture ratio of tree species. In even-aged stands tree dimensions are in connection with the size of the damage.

*Keywords:* ice damage, damage rate, stand structure, mixture proportion, age structure, tree dimensions

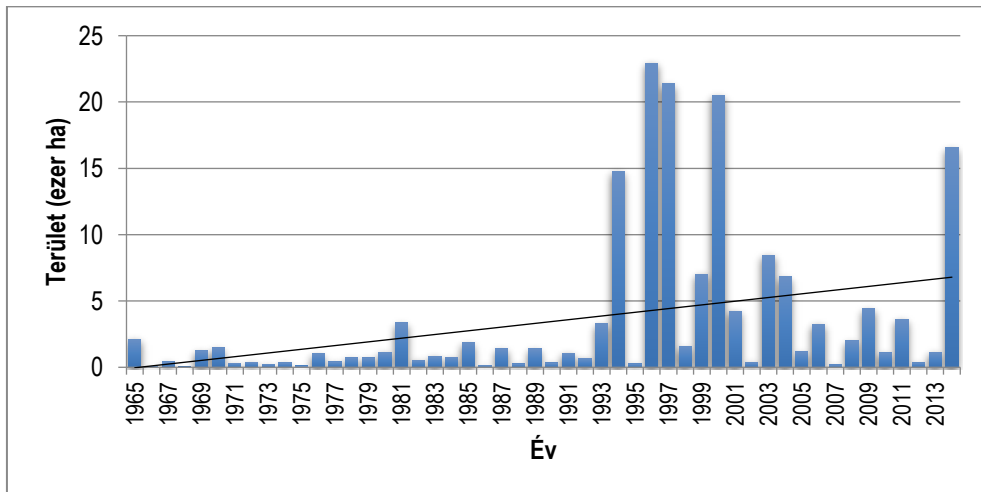
*Levelező szerző/Correspondence:*

Csepányi Péter, H-2025 Visegrád, Mátyás király. u. 4. e-mail: csepanyi.peter@pprt.hu

## BEVEZETÉS

Az erdőgazdálkodás gyakran válik kiszolgáltatottá a természet erőivel szemben. 2014. december 1. és 3. között a megszokottnál jóval nagyobb időtartamban és mennyiségben hullott ónos eső Magyarország északi területein. Az időjárási jelenség a Dunántúli-középhegység északkeleti részein, illetve az Északi-középhegység nyugati és középső részén – főként a 400 méternél magasabban fekvő területeken – különböző mértékben károsította az erdőállományokat (Nagy 2015a). A Pilisi Parkerdő Zrt. első tapasztalatai (Csépanyi 2015) alapján feltételezhető volt, hogy a jégkár nagyobb mértékben érintette az egykorú, elegyetlen erdőket, amelyek egy adott korcsoportba, ezáltal egy adott átmérőtartományba tartoznak, ez volt egyben a vizsgálat hipotézise is. A szakemberek szerint a 2014-eshez hasonló mértékű jégkár csupán 100-200 évenként keletkezik, azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a további – csapadékformák okozta – károk (hótörés, hónyomás, zúzmara-károk) létrejöttének állományszerkezeti feltételei hasonlóak. Amennyiben ezeket a károkat is figyelembe vesszük, a 100-200 év kisebb intervallumra zsugorodik.

Jól szemlélteti ezt az ERTI Erdővédelmi Osztálya által közölt adatsor, amely a hó, jég és zúzmara által okozott kár területét mutatja be 1965-től 2014-ig (1. ábra). Az adatsor alapján az elmúlt 25 év alatt jelentősen megnőtt a vizsgált kárformák gyakorisága, illetve az általuk sújtott terület nagysága (Hirka és Csóka 2010, Aszalós et al. 2012).



1. ábra: Hó-, jég- és zúzmara károk 1965-től 2014-ig (Forrás: ERTI Erdővédelmi Osztály)

Figure 1: Snow, ice and rime damages from 1965 till 2014 (Source: Forest Research Institute, Department of Forest Protection)

Az említett tényeket tekintve szükségesnek éreztük a 2014 decemberében történt jégkár felmérése során felvetődött kérdések jelen tanulmány keretein belüli tisztázását.

A jégkárt megelőző időjárási eseménysor nagy hasonlóságot mutat az 1996-ban bekövetkezett ónos eső által okozott károk körülményeivel (Csépanyi et al 1998). 2014. november utolsó napjaiban a Kárpát-medence fölött Szibériából és Afrikából érkező légtömegek találkoztak. A Kelet-európai-síkság irányából a talajfelszín közelében hideg levegő, ezzel egyidejűleg déli, délnyugati irányból melegebb légtömeg érkezett. A hőmérséklet vertikális rétegződése napokon keresztül nem változott, középhegységeink 400 m feletti részein a felhők és köd uralták a tájat. Az erdőkben már ekkor folyamatos volt a zúzmaraképződés, amely november 30-ra önmagában is jelentős terhet jelentett a fák számára. December 1-én a Földközi-tenger irányából egy erős melegfront felhő- és csapadékrendszere érkezett hazánk fölé, amely nagy mennyiségű csapadékot hozott. Mivel az ország északi és középső területein – főként a 300-400 m tengerszint feletti magasságot meghaladó részeken – fagypontra alatti volt a hőmérséklet, a csapadék ónos eső formájában több, mint 48 órán keresztül folyamatosan esett, mely nagyjából 20-50 mm csapadékot jelentett (Kolláth és Simon, 2015). A keletkezett jégkár nagysága 1965 óta a legnagyobb területű volt (Hirka 2015). A jelenség a Vértesben, a Gerecsében, a Pilisben, a Budai- és a Visegrádi-hegységben, illetve a Börzsönyben, a Karancs-Medves vidékén, a Mátrában és a Bükkben - főként a 400 méter feletti régiókban – megközelítőleg 40.000 hektáron károsította az erdőállományokat. Erdőfelújítási kötelezettség nagyjából 500 hektáron keletkezett (Bányai 2015, Csépanyi 2015, Kubinyi 2015, Nagy 2015b, Szi-Benedek 2015, Urbán 2015).

A Pilisi Parkerdő Zrt. által kezelt 58.000 ha-os erdőterületből megközelítőleg 20.000 ha volt érintett, amelyből 9.200 ha súlyosan károsodott, ez közel 320.000 bruttó m<sup>3</sup> sérült faanyagot jelentett, ezen felül körülbelül 100 ha felújítási kötelezettség keletkezett.



2. ábra: Jellemző kárkép a Dunabogdány 24D erdőrészetben (Fotó: Csépanyi P. 2014)

Figure 2: Characteristic damage symptom in Dunabogdány 24D subcompartment (Photo: Csépanyi, P. 2014)

Az általunk vizsgált négy erdészet (Visegrádi, Pilismaróti, Pilisszentkereszti és Szentendrei Erdészet) területén közel 4.000 ha erdő sérült, ebből megközelítőleg 2500 ha súlyosabban (2. ábra). Erdőfelújítási kötelezettség megközelítőleg összesen 20 ha-on, nagyjából 0,5-3 ha-os foltokban keletkezett.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálat arra kereste a választ, hogy mely állományok károsodtak leginkább, és melyek azok a tényezők, amelyek a kár mértékét leginkább befolyásolták.

Az erdészetek által felbecsült káradatok alapján minden erdőrésztlet esetében kiszámítottuk a faállomány károsodott területét és a károsodott fatérfogatot (Kontor 2016, Magassy 2016). Ezt követően az erdőrésztletekhez hozzárendeltük az erdőtervből az **állomány területét és** a hektáronkénti élőfakészletet, melynek segítségével meg lehetett állapítani a kár mértékét, azaz az élőfakészlet károsodott részét százalékban megadva. **Ezzel lehetővé vált a különböző területtel rendelkező állományok összehasonlítása.** A későbbi kimutatásokban az erdőrésztletek területtel súlyozottan szerepelnek.

**Terepi méréseink célja az volt, hogy közvetlen képet kapjunk a kiválasztott erdőrésztletek állományszerkezeti jellemzőiről, illetve a faegyedek méreteiről. Ezáltal az állékonyságra utaló jellemzőket nem csupán erdőtervi átlagadatok alapján, hanem faegyed szinten is vizsgálhattuk.**

Az erdőrésztletek nagy száma miatt előzetes terepi bejárásra nem volt lehetőség, így az erdőtervi adatok alapján választottuk ki a vizsgálni kívánt állományokat. Minden korosztályból legalább két olyan erdőrésztlet került ki, melyek térben távolabb helyezkedtek el egymástól, és különböző termőhelyi adottságokkal rendelkeznek. **A mérés során hektáronként legalább 10 db sértetlen, a környező állományrészhez képest átlagos faegyedet választottunk ki. Minden egyednél mértünk magasságot, mellmagassági átmérőt és koronaátmérőt. A terepi vizsgálatok során 55 erdőrésztletben 3066 faegyedet mértünk meg.**

Az összehasonlítás elvégzéséhez a vizsgált erdőrésztleteket kategóriákba soroltuk. Ehhez négy kategóriát alakítottunk ki korszerkezet és elegyesség szerint; ezek az alábbiak:

- egykorú, elegyetlen erdő
- egykorú, elegyes erdő
- többkorú, elegyetlen erdő
- többkorú, elegyes erdő

A besoroláshoz a vizsgálatnak megfelelő módon határoztuk meg az elegyesség, illetve a többkorúság fogalmát.

Az elegyességet az erdőtervi adatok alapján állapítottuk meg. A többszintes állományok esetén a nagyobb fatérfogattal rendelkező állományrész elegyarányát vettük alapul. Egyes állományok közé azokat az erdőrésztleteket soroltuk, amelyekben a főfafaj legfeljebb 60%-ban, az elegyfafajok legalább 40%-ban vannak jelen. Véleményünk szerint, ennél kisebb



elegyesség esetén az elegyfaj nincs akkora hatással az erdő szerkezetére, hogy az a tárgyalt csapadékformák okozta károsításokkal szemben jelentősen ellenállóbb legyen.

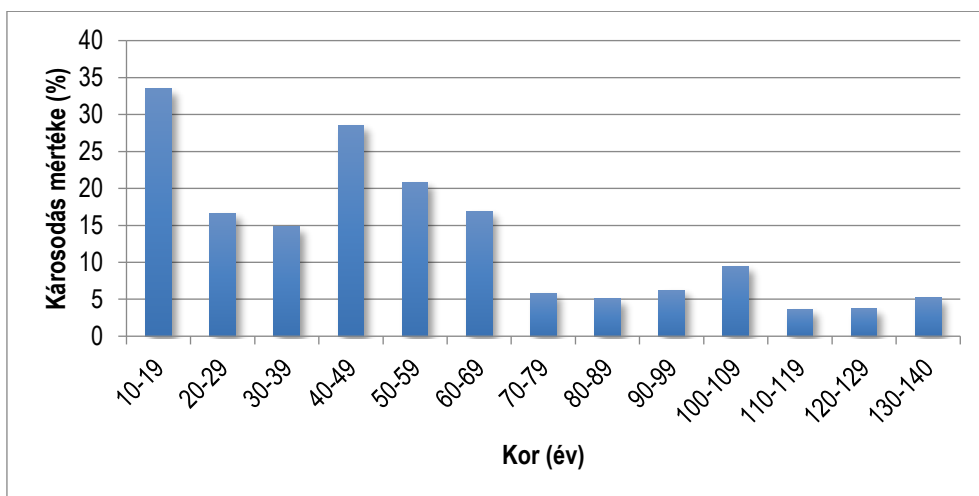
A vizsgálat szempontjából a korszerkezet szintén fontos jellemző, hiszen közvetetten utal az átmérőeloszlásra, amely lényegesen eltérően alakul az egykorú, homogén, illetve a többkorú, heterogén szerkezetű állományokban. A korszerkezet vizsgálata során szintén az erdőtervi adatokból indultunk ki. A fellelhető átlagkorokból csupán az volt megállapítható, hogy egy vagy több korosztály található az erdőrészletben. Az esetek jelentős részénél a korosztályok horizontálisan elkülönülnek (a többkorúság vertikálisan nem jelentkezik), ezért csupán a terepi mérést követően tudtuk a korszerkezetet meghatározni.

A többkorú állományok közé azok az erdőrészletek kerültek, melyekben igaz valamely korosztályra, hogy legalább 10 éves, és legalább 20 évvel fiatalabb a legidősebb állományrésznel, illetve a többkorúságból adódó változatos erdőszerkezet legalább a részlet felénel vertikálisan is jelentkezik.

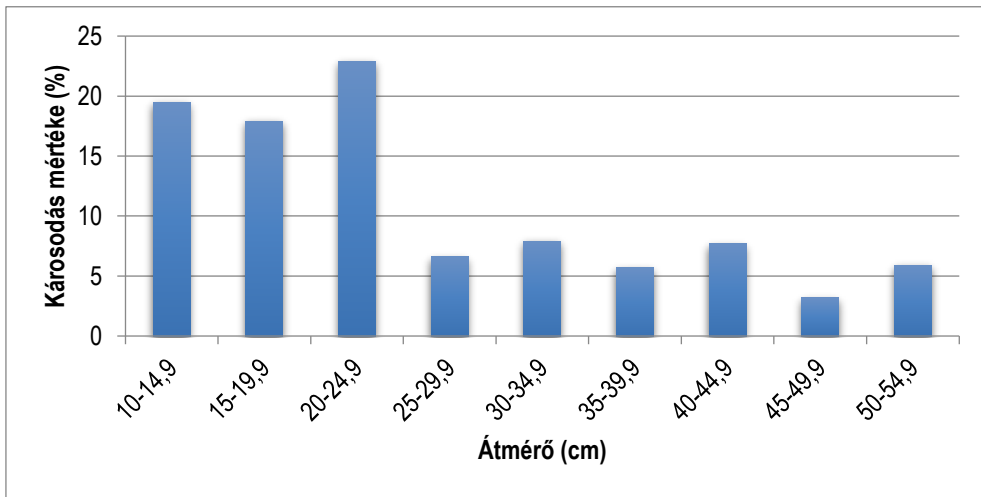
## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az erdőrészletek kategóriákba sorolását követően a kiinduló hipotézist vizsgáltuk, miszerint az egykorú, elegyetlen állományokat – amelyek egy adott korcsoporthoz tartoznak – lényegesen nagyobb kár sújtotta, mint a többkorú, elegyes állományokat.

A jobb szemléltethetőség kedvéért a hipotézist két részre osztottuk, és előbb az egykorú erdőket ért károsodást ábrázoljuk, melyet az alábbi diagramok (3. és 4. ábra) szemléltetnek. A 3. ábrán korosztályonként, a 4. ábrán átmérőcsoportonként látható a kár mértéke.



3. ábra: Az egykorú állományokban keletkezett károk a különböző korosztályokban  
 Figure 3: Damages occurred in even-aged stands in different age classes



4. ábra: Az egykorú állományokban keletkezett kár átmérőcsoportonként  
 Figure 4: Damages occurred in even-aged stands in different diameter groups

Jól látható, hogy a fiatal és középkorú állományok, amelyek a 25 cm alatti átmérőcsoportokba tartoznak, nagyobb mértékben sérültek. A 10-24,9 cm közötti átmérőcsoportok esetén a kár eléri vagy meghaladja a 18%-os értéket. Ezzel szemben az idősebb és vastagabb állományok esetében a kár nem éri el a 10%-ot.

Hipotézisünk első felét számos korábban keletkezett károsodás kapcsán íródott tanulmány is alátámasztja (Papp 1962, Papp 1997, Veperdi 1997, Reiningger 2000), amelyek szerint ugyancsak a fiatal és középkorú állományokat érintette legsúlyosabban az elemi kár.

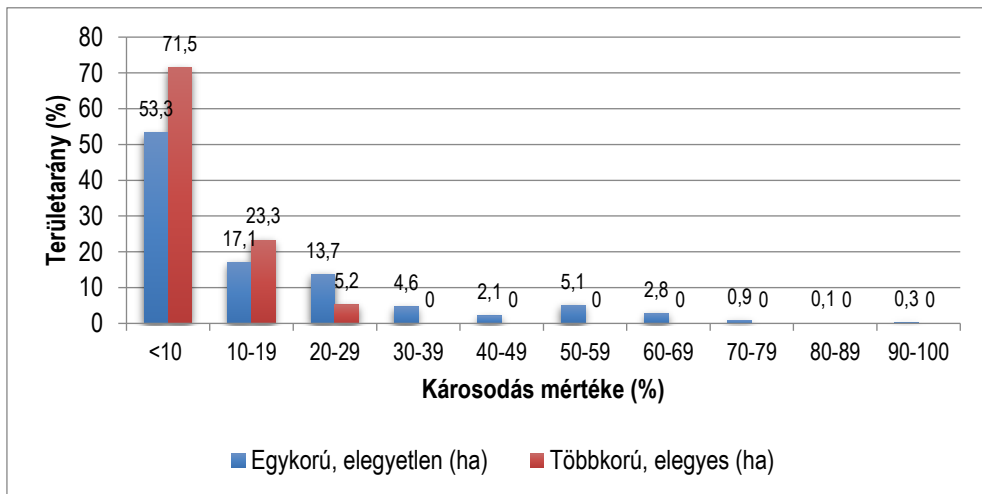
A hipotézis másik felét vizsgálandó, a többkorú, elegyes és az egykorú, elegyetlen állományokat ért károsodást hasonlítottuk össze. Mivel a többkorú állományok esetében átlagkor és átlagátmérő szerint nincs értelme rendezni az adatsort, így az alábbi diagramon az látható, hogy a károsodás mértéke hogyan oszlik el a két állományszerkezeti kategória esetén (5. ábra).

A különbség azonnal szembetűnő. A többkorú, elegyes állományoknál a legsúlyosabb kár mértéke sem éri el a 30%-ot, az erdőrészetek 72%-ánál a kár mértéke kisebb 10%-nál. Ezzel szemben az egykorú elegyetlen állományoknál a legsúlyosabb kár meghaladja a 90%-ot, és az állományok közel 16%-a 30%-nál nagyobb mértékben károsodott.

A hipotézis tehát mindkét esetben igaznak bizonyult. A továbbiakban a károsodás mértékének okait szeretnénk feltárni.

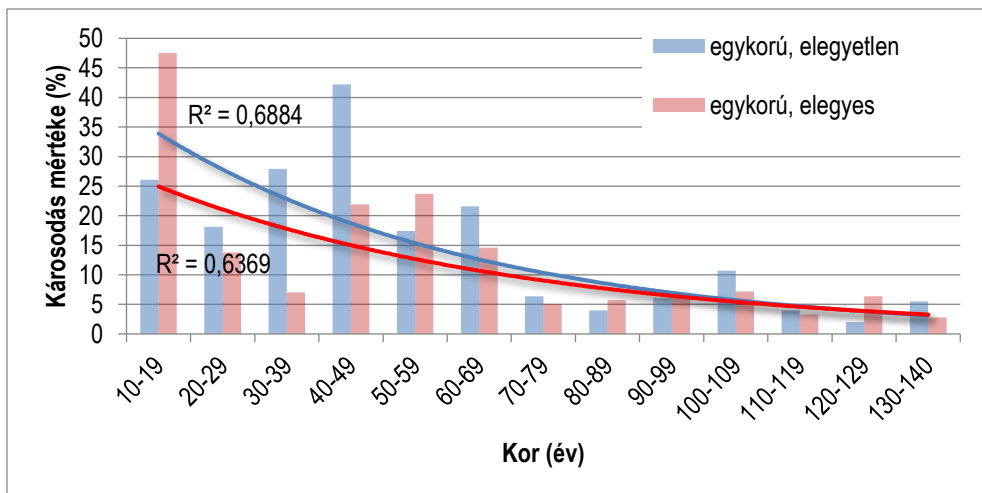
Következő lépésként azt vizsgáltuk meg, hogy a jobb ellenálló képességhez milyen mértékben járult hozzá az elegyesség, illetve a vegyeskorúság.

Az elegyesség vizsgálatához az egykorú, elegyetlen és az egykorú, elegyes állományokat hasonlítottuk össze, hiszen így kizárható a többkorúságból fakadó strukturális heterogenitás. Az alábbi diagramon (6. ábra) mindkét állományszerkezet-típusra vonatkozóan korosztályonként látható a kár mértéke.



5. ábra: A károsodott területek eloszlása a kár intenzitásának függvényében az egykorú, elegyetlen és a többkorú, elegyes állományok esetében

Figure 5: Distribution of damaged area depending on the intensity of damage in even-aged pure stands and in uneven-aged mixed stands



6. ábra: A kár mértéke a kor függvényében az egykorú, elegyetlen és az egykorú, elegyes állományoknál  
 Figure 6: The intensity of damage depending on the age in even-aged pure stands and in even-aged mixed stands



A fenti diagramon az látható, hogy néhány kiugró adattól (10-19, 30-39, 40-49 év) eltekintve hasonlóan alakul a két adatsor.

Mint az már korábban említésre került, az elegyes állományok közé azok az erdőrészetek kerültek, amelyekben a főfafaj legfeljebb 60%-ban, az elegy fafajok legalább 40%-ban vannak jelen. Ez azonban azt eredményezi, hogy az elegyes állományoknál sok erdőrészetben éppen 60% alatt van a főfafaj aránya, az elegyetlen állományoknál pedig nem sokkal 60% felett, tehát a két kategória nem válik el élesen. Ennek ellenére az adatok jó kezelhetősége és átláthatósága miatt nem szerettünk volna több elegyességi kategóriát kialakítani, így ezt a határt éreztük megfelelőnek.

Következő lépésként leszűrtük azokat az erdőrészeteket, amelyek esetén a főfafaj aránya legalább 85%. Ebbe a kategóriába meglehetősen kevés erdőrészet tartozik, ezért az eredményt grafikusán nem érdemes ábrázolni, azonban mindenképp említésre méltó, hogy az egyes fafajokra nézve igen nagy különbségek mutatkoznak.

Példának a két véglet kerül említésre. A 85%-ot meghaladó bükk elegyaránnyal rendelkező erdőrészetek károsodásának mértéke meglehetősen alacsony volt, az átlagos kár 13% körül alakult, de volt 1% alatti károsodással rendelkező részlet is. Ez is azt bizonyítja, hogy a bükknek kiváló a társulásképesége, szálankénti eleggyel is képes stabil szerkezetet létrehozni (Mendlik 1986). Ezzel szemben a 85%-ot meghaladó gyertyán elegyaránnyal rendelkező erdőrészetek károsodásának mértéke kifejezetten magas volt. Az átlagos károsodás 60% körül alakult, azonban volt olyan részlet, ahol a kár mértéke meghaladta a 80%-ot. A gyertyán ezekben a részletekben konzociációt alkot, és nem képes kellően stabil, a szélsőséges abiotikus hatásoknak ellenálló faállomány létrehozására. Ilyen esetekben egyértelmű az elegyesség hiánya.

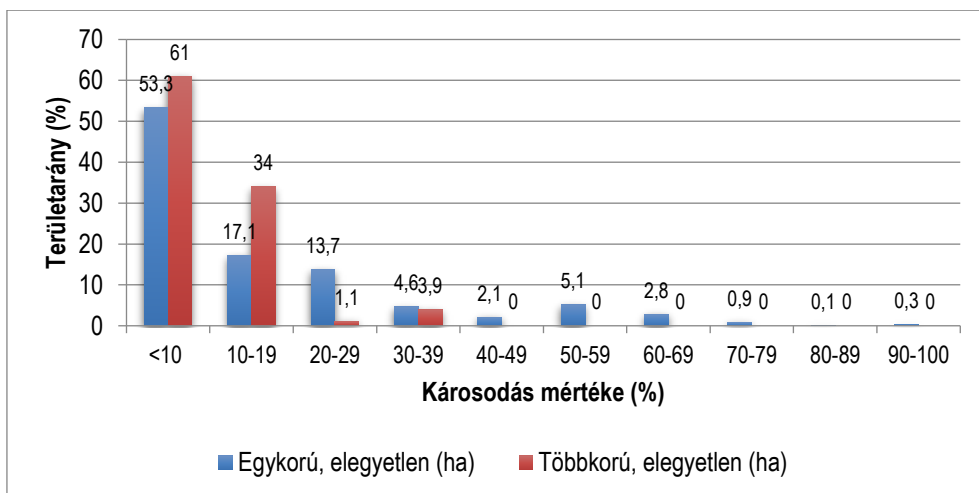
A korszerkezet vizsgálata során az egykorú, elegyetlen és a többkorú, elegyetlen állományokat hasonlítottuk össze, kizárva ezzel az elegyességből fakadó esetleges különbségeket. A károsodás mértéke a kategóriákon belül területarányosan kerül bemutatásra (7. ábra).

A korábbi összehasonlításhoz (egykorú, elegyetlen és többkorú, elegyes állományok) hasonló képet kapunk. A két, jelenleg vizsgált kategória között is jelentős különbség mutatkozik. Az egykorú, elegyetlen állományoknál a legsúlyosabb kár meghaladta a 90%-ot, és az állományok több, mint 29%-a 30%-nál nagyobb mértékben károsodott. A többkorú, elegyetlen állományok esetében a legsúlyosabb kár sem érte el a 40%-ot, az ide tartozó erdőrészetek 61%-ánál a károsodás mértéke 10% alatti, és csupán az állományok 5%-ánál volt 20% feletti.

A vizsgált adatok alapján úgy tűnik, hogy a vegyeskorúság és az azzal járó állomány szerkezeti változatosság volt nagyobb hatással az állományok stabilitására.

Ennek fényében a következő bekezdésekben kizárólag az egykorú erdőrészeteket vizsgáljuk, és arra keressük a választ, hogy a különböző korosztályokhoz tartozó állomány szerkezeti jellemzők hogyan befolyásolják a faegyedek ellenálló képességét a különböző csapadékformák által okozott terheléssel szemben.





7. ábra: A károsodott területek eloszlása a kár intenzitásának függvényében az egykorú és a többkorú, elegenden állományoknál

Figure 7: Distribution of damaged area depending on the intensity of damage in even-aged and in uneven-aged pure stands

Az erdőállományok abiotikus károkkal szembeni ellenállóképességét általában két mutató segítségével szokták jellemezni, ezek az állékonysági mutató (sudarlósság reciproka) és a koronaterpeszség.

Az állékonysági mutató a faegyedek állékonyságát jellemzi. Az állékonyságukat veszített faállományok könnyebben válhatnak szél-, hó-, jég- vagy zúzmaratórés áldozatává (Koloszár, 2002).

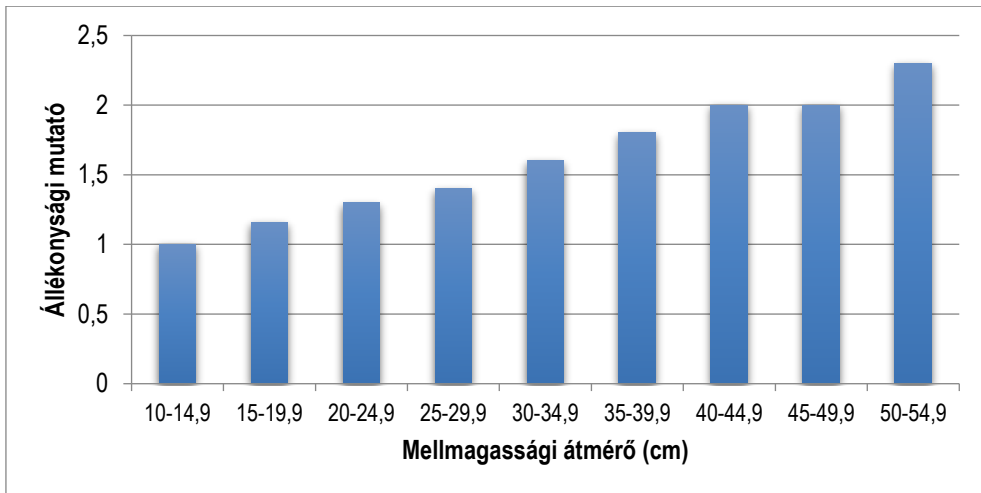
Az állékonysági mutatót (ÁM) úgy kapjuk, hogy a mellmagassági átmérő (d<sub>1,3</sub>) és a magasság (h) hányadosát vesszük. A szakmai gyakorlatban a képlet úgy rögzült, hogy a számlálóban a mellmagassági átmérő cm-ben, míg a nevezőben a magasság m-ben szerepel.

A matematikai korrektség miatt (a végeredmény megváltoztatása nélkül) a vizsgálat során a képletet az alábbi módon alkalmaztuk:

$$\text{ÁM} = \frac{d_{1,3} [\text{m}]}{h[\text{m}]} \cdot 100 \quad (1)$$

Az állékonysági mutató fajonként változó. Jellemzően nagy különbséget mutatnak a fenyő, illetve a lombos állományok. A kezdeti gyorsabb magassági növekedés miatt a fiatal állományok mutatója általában kisebb, mint egy, majd a kor növekedésével folyamatosan növekszik (Koloszár, 2002).

Az általunk vizsgált átmérőosztályok esetében az állékonysági mutató az alábbi diagramon (8. ábra) szemléltetett módon alakul.



8. ábra: Az átlagos állékonysági mutató a különböző átmérőcsoportokban  
 Figure 8: The mean stability index in the different diameter groups

Jól látható a korábban említett emelkedő tendencia. A 10,0 és 14,9 cm közötti átmérőcsoport esetén az átlagos állékonysági mutató alig éri el az 1-es értéket, ezzel szemben az 50,0 és 54,9 cm közötti csoportnál meghaladja a 2-es értéket. A két átmérőcsoport között az állékonysági mutató (a 45,0 és 49,9 cm-es csoport kivételével) folyamatosan növekszik.

Az érték monoton növekedése miatt az állékonysági mutató nem követi azt a mintázatot, amit a kár mértékének ábrázolásánál jelen vizsgálat során megszoktunk. A korábban bemutatott 3. ábrán az látható, hogy a fiatalabb, 10,0 és 24,9 cm közötti átmérőosztály lényegesen nagyobb mértékben károsodott, mint az idősebb, nagyobb átmérővel rendelkező állományok. Ezzel szemben az állékonysági mutató azt sugallja, hogy a kárnak fokozatosan kellene csökkennie az átmérő növekedésével.

Az átlagos adatok jól szemléltetik az átmérőosztályokra jellemző értéket, azonban mindenképp meg kell említeni, hogy az állékonysági mutató az átmérőcsoportokon belül egyenként igen széles spektrumban változik. Ezt elsősorban a növőter és a termőhelyi különbségek okozzák, amelyek a jelenlévő fafaj ökológiai igényeinek, és az erdőtársulásban betöltött szerepének függvényében a faegyedek magassági, illetve vastagsági növekedését határozzák meg.

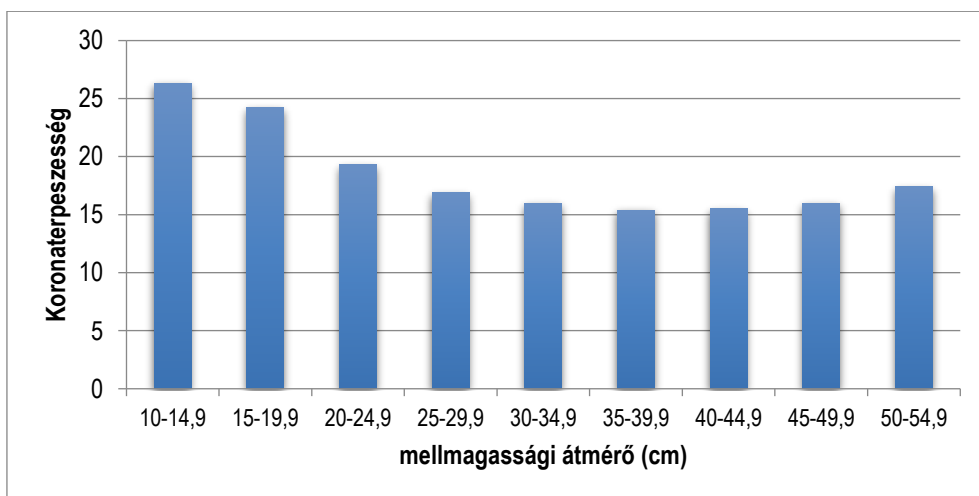
Míg az állékonysági mutató a faegyedek vertikális növekedésére utal, addig a koronaterpeszességgel a fa horizontális méreteinek arányáról kapunk képet.

A *koronaterpeszesség* (KT) egy viszonyszám, amely az átlagos koronaátmérő ( $d_K$ ) és az átlagos mellmagassági átmérő ( $d_{1,3}$ ) hányadosából adódik:

$$KT = \frac{d_K[\text{cm}]}{d_{1,3}[\text{cm}]} \quad (2)$$

A koronaterpeszesség megmutatja a faegyed törzsvastagságának és az elfoglalt növértérnek a viszonyát. A megfelelő méretű korona elengedhetetlen a kívánatos növedék képződéséhez, az aránytalanul nagy korona viszont könnyen a faegyed stabilitásának romlását okozhatja.

A koronaterpeszesség alakulását az általunk vizsgált átmérőosztályok esetén a következő diagramon ábrázoljuk (9. ábra).

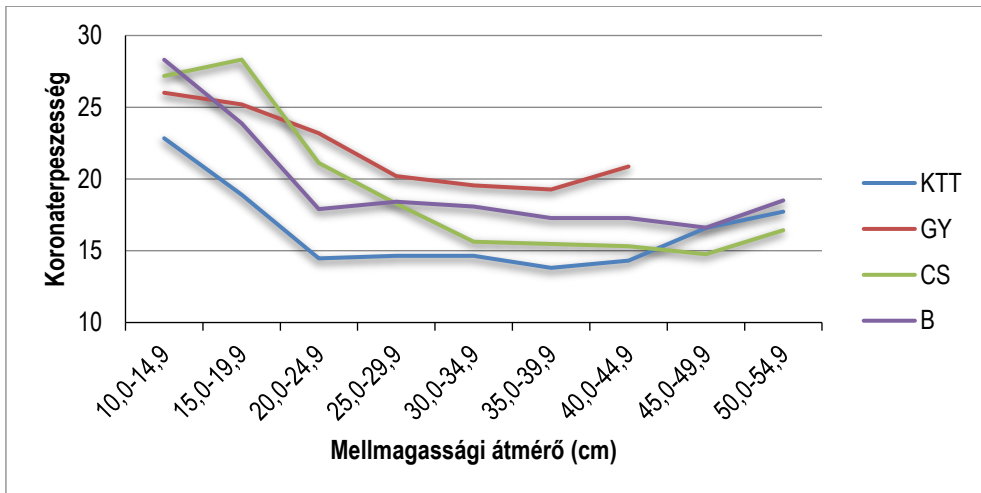


9. ábra: A koronaterpeszesség alakulása a különböző átmérőcsoportokban

Figure 9: The crown breadth-DBH ratio in the different diameter groups

A fenti diagramon azt látjuk, hogy az első kettő átmérőcsoport esetén (10,0-19,9 cm) kimagasló, 25 feletti az érték. A 20,0-24,9 cm-es átmérőcsoportnál a 19-es érték a jellemző, majd a 25,0 és 49,9 cm közé eső csoportoknál 16 és 17 között állandósul a koronaterpeszesség. Az 50,0-54,9 cm-es átmérőosztálynál ismét 18-ra emelkedik. Madas (1956) a koronaterpeszességet növekedési mutatónak nevezi és megállapítja, hogy állományban nevelkedett idősebb fák esetén ennek értéke 18-20 körül alakul.

Ez a mutató már sokkal inkább követi a kár mértékének alakulását. Az első két átmérőosztály esetén a koronaátmérő igen nagy a mellmagassági átmérőhöz képest, így a jég által megterhelt koronákat a törzs nem bírja megtartani. A harmadik átmérőosztályban még szintén nagy volt a károsodás, azonban az átlagos koronaterpeszesség már alacsonyabb. Ezt azzal lehet magyarázni, hogy ebben az átmérőosztályban már igen nagy arányban (~50%) jelen vannak az ideálisnak tűnő 17 körüli értékek, azonban a 17 fölötti értékek is nagy arányban képviselik magukat.



10. ábra: A koronaterpeszség fajonként különböző átmérőcsoportokban  
 Figure 10: The crown breadth-DBH ratio of the tree species in the different diameter groups

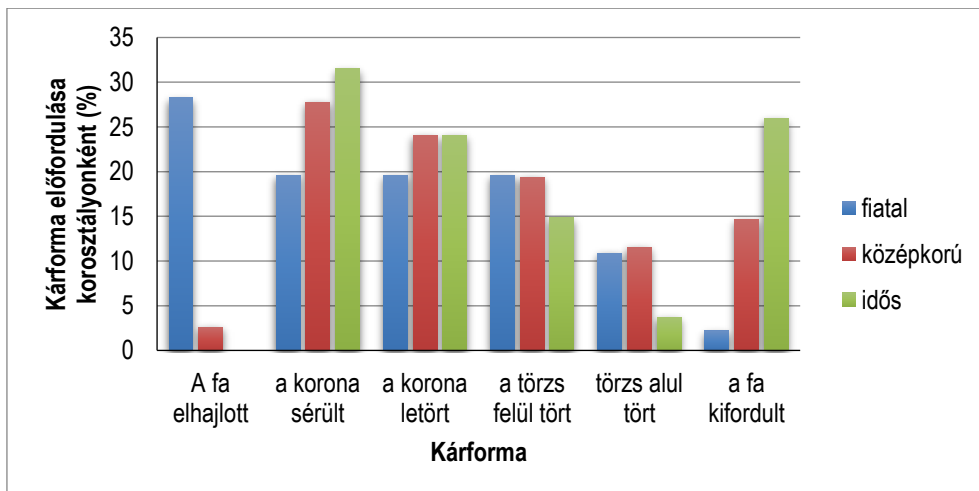
A 10. ábra jól mutatja azt, hogy az átmérő (és kor) növekedésével összefüggésben a koronaterpeszség 18-20 körüli értékre csökken, amely hozzájárul a faegyedek stabilitásának növekedéséhez (Madas 1956). Jól látható az is, hogy a gyertyán különösen érzékeny az ilyen jellegű mechanikai igénybevételekre.

Az egykorú állományok vizsgálata alapján megállapítható, hogy a faegyedek méretei kapcsolatban állnak a kár mértékével. Az általunk vizsgált két mutató (állékonysági mutató, koronaterpeszség) közül a koronaterpeszség mutatott kielégítő hasonlóságot a kár mértékével. Ebből arra lehet következtetni, hogy a koronaátmérő és a mellmagassági átmérő viszonya a legmeghatározóbb tényező a jégkár esetében. A 11. ábra szintén jól mutatja az összefüggéseket: A fiatal- és középkorú állományok szenvedik meg a legsúlyosabb károkat.

A fentiekből következik, hogy a hasonló katasztrófák kockázata mérsékelhető az erdőművelés eszközeivel is. A legfontosabb, hogy vegyeskorú, átmérőben differenciált állományokat alakítsunk ki, melyek vertikálisan is tagoltak. A felső szintben lévő, kedvezőbb koronaterpeszséggel és állékonysági mutatóval rendelkező fák stabilabbak, ugyanakkor megvédik az alattuk, illetve közöttük elhelyezkedő fiatalabb, vékonyabb faegyedeket, amelyek ezáltal az uralkodó szintbe kerülésre oltalom alatt készülhetnek fel.

Hasonló megállapításra jut Reiningger (2000), aki kiemeli az idősebb, uralkodó szintben lévő, vastagabb faegyedek védőhatásának fontosságát, és leírja, hogy a felső szint tehermentesítő hatásával óvja meg a fiatalabb alászorult egyedeket.

Vegyeskorú, elegyesebb és változatosabb erdők jönnek létre az örökzöld-gazdálkodás alapelveinek bevezetésének köszönhetően, mely örökzöldök - a fenti eredmények alapján igazolhatóan - kevésbé sérülékenyek (Csépanyi 2013a, 2013b).



11. ábra: A jégkártípusok előfordulása fiatal-, középkorú és idős állományokban (Visegrádi és Pilismaróti Erdészetről)

Figure 11: The ice damage types young, middle-aged and old stands (at Visegrád and Pilismarót Forestry Units)

Hasonló következtetésre jutottak a viharkárok esetében Nyugat-Európában is (Kaulfuß 2012), melynek alapján a kockázatsökkentésben jelentős szerepet játszhat az állományok elegyessége, az erdőszerkezet változatossága. Ezért a termőhelynek megfelelő, változatos szerkezetű, többszintes, elegyes állományok a legmegfelelőbbek. A fiatalabb állományokban a megfelelő számú javafa (hektáronként 40-80 db) kiválasztása és következetes támogatása révén e fák korona-, törzs- és gyökérzetarányai kedvezőbben alakulnak, melynek eredményeként stabilabb állományváz kialakítása lehetséges. Kaulfuß (2012) szerint a 1999-ben bekövetkezett szélvihar (Lothar) után Svájcban végzett vizsgálatok kimutatták, hogy az örökerdők viselték legjobban a terhelést, a kisterületenként változó erdőszerkezet és a folyamatos felújulás a kockázatot csökkenti. Az örökerdők optimális élőfakészlete a véghasználati korhoz közeli egykorú erdőktől általában kisebb, ez szintén kedvezően hat a kárjelenségek által okozható gazdasági veszteség kockázatára.

Az ónos eső okozta jégkárhoz legközelebb a hónyomás okozta töréskár áll. Collin (2016) szerint, ekkor a 6-15 m magasságú fák a leginkább veszélyeztetettek. Véleményünk szerint, ez különösen az egykorú fiatal állományokat érinti leginkább. Bár a magas állománysűrűség ebben a korban faanyagminőségi szempontból kívánatos, ugyanakkor megnöveli a hó- és jégtörés kockázatát. Collin (2016) kiemeli az erdőfelújítás, és erdőnevelés szerepét, mely a törzsszáma, a növőterre, a koronahosszra, törzsalakra, illetve az állományban uralkodó szociális viszonyokra van hatással, és megállapítja, hogy fiatal lucfenyvesekben a hónyomás magasabb kockázata esetén kisebb tőszámot kell alkalmazni.

Veperdi (1997) szintén megállapítja, hogy leginkább a 20-40 éves korú erdeifenyvesek a veszélyeztetettek. Továbbá a közepes termőhelyű erdeifenyveseket 25-30 éves korban nem érdemes 2300-2500 db/ha törzsszámmal, illetve 17-18% növőter indexnél sűrűbben tartani.



Jellemző, hogy ha a Visegrádi-hegységben és a Pilisben ilyen jelenségek fordulnak elő, akkor az innen északra, nem messze eső Börzsöny területén (Aszalós et al 2001, Kenderes et al 2006, Kenderes et al 2007, Aszalós et al 2012) is hasonló károk keletkeznek (korábban és 2014 decemberében is). Eredményeik visszaigazolták, hogy többek között a faj, az elegység, a kor, illetve a sudarlósság is szerepet játszott a jégtörések kialakulásában, melynek okai között az erdészeti beavatkozásokat is említik (Aszalós et al 2003). Ezen kívül megállapítják, hogy a rendszeres nevelővágások és szelekció következtében kialakult sudarlóssabb és kevésbé villás koronájú fák, melyek könnyebben törnek vagy kidőlnek (Aszalós et al 2001).

A Börzsönyben keletkezett intenzívebb károk elsősorban arra vezethetők vissza, hogy a korábbi vágásos erdőgazdálkodás eredményeként létrejött egykorú erdők kedvezőtlenebb állékonysági és koronaterpeszességi mutatókkal rendelkeznek, mely elsősorban a gyengébb feltártság következtében, az első 50-60 évben ritkán és gyenge eréllyel végrehajtott erdőnevelési beavatkozásoknak köszönhető. A sudarlósság inkább az egykorú fiatal állományok magas sűrűségével magyarázható, mint a szelekcióval. A fiatal korban sűrűn tartott és a késői növedékfokozó gyéritéseknél a közeledő véghasználati korról kényszerűen nagyobb fahasználati eréllyel érintett erdők rendkívül sebezhetőek. Amennyiben a gyéritések ritkán és alacsony eréllyel kerültek végrehajtásra a magas sűrűség a folyónövedék alakulása miatt elkerülhetetlen. A villás koronájú törzsek kisebb arányú dőlése és törése a Pilisben és a Visegrádi-hegységben nem volt megfigyelhető. Egyébként a természetes bükkös őserdőkben sem látható a villás egyedek magas gyakorisága. A villás fák, különösen bükk esetében sokkal sérülékenyebbek, így koronájuk hamarabb szenved kárt. A Visegrádi-hegység és a Pilis kedvezőbb feltártsági viszonyai következtében a nevelővágások gyakrabban és nagyobb eréllyel kerültek végrehajtásra, így az egykorú erdők is nagyobb stabilitással rendelkeznek.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során azt vizsgáltuk, hogy a 2014. decemberi jégkár mely állományokat károsította leginkább, és melyek azok a tényezők, amelyek a kár mértékét befolyásolhatták.

A kezdeti hipotézis az volt, hogy az egykorú, elegyetlen állományokat – amelyek egy adott korcsoporthoz tartoznak – lényegesen nagyobb kár sújtotta, mint a többkorú, elegyes részleteket. Ez a rendelkezésünkre álló adatok és a terepi mérések alapján igaznak bizonyult.

Összességében azt mondhatjuk, hogy valóban a többkorú, elegyes állományok voltak a legellenállóbbak, őket a többkorú, elegyetlen, az egykorú, elegyes, majd az egykorú, elegyetlen állományok követik. A többkorúság egyelőre még nem kellően reprezentált a terüle-



ten, azonban az egyértelmű, hogy az idősebb állományok, a bennük található jobb állékony-sági és koronaterpeszességi mutatókkal rendelkező, stabilabb faegyedeknek köszönhetően kevésbé sérültek.

Az elegyesség és a korszerkezet vizsgálata során kiderült, hogy a zúzmara, az ónos eső és a nedves hó okozta károkkal szemben a vegyeskorúság lényegesen nagyobb mértékben járul hozzá az állományok jobb ellenállóképességéhez, mint az elegyesség. Természetesen ez a megállapítás csak az említett kárformák esetében érvényes, hiszen például a biotikus károkkal szemben az elegyesség a fontosabb a szakirodalmak szerint (Varga 2001, Szmodrad et al 2002, Csóka 2013).

Fontos, hogy a vegyeskorúságból adódó kedvező állományszerkezethez közelítő struktúra egykorú erdőben is kialakítható. Amennyiben az ígéretes fákat már fiatal korban kiválasztjuk, megfelelő állományneveléssel javítható az egyes faegyedek stabilitása.

Milyen megoldások segíthetnek a kockázatok csökkentésében? Általános szabály, hogy az erdőnevelési beavatkozásokat minél gyakrabban, viszont annál mérsékelttel eréllyel kell végrehajtani. Azonban a terepi és gazdasági feltételek, továbbá a természetvédelmi szempontok ennek határt szabhatnak. Javasolható - különösen a jég- és a széltörés magas kockázata esetén -, az egykorú erdőkben a korai erdőnevelés szakaszában a stabilitási mutatók alakulását figyelembe véve (törzsszám, növtér, állékony-ság, sudarlósság, koronaterpeszesség) sűrűbben és megfelelő eréllyel végezni a beavatkozásokat. Különösen fontos a változatos erdőszerkezet, a többszintesség és az elegyesség kialakítása (Kenderes et al 2007), és végül a folyton jelenlévő újulat, ez azonban már örökerdők irányába mutat, mely sokkal szélesebb körben kezeli a kockázatot.

Összességében megállapítható, hogy az ónos eső okozta jégtöréssel szemben leghatékonyabb védekezést az örökerdő-gazdálkodás következtében létrejövő változatos szerkezetű, elegyes erdők jelenthetik.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Aszalós R., Somodi I., Kenderes K., Ruff J., Czúcz B. & Standovár, T. 2012: Accurate prediction of ice disturbance in European deciduous forests with generalized linear models: a comparison of field-based and airborne-based approaches. *European Journal of Forest Research* 131:1905–1915. DOI: [10.1007/s10342-012-0641-6](https://doi.org/10.1007/s10342-012-0641-6)
- Aszalós R., Standovár T., Ruff J. & Barton Zs. 2001: Jégtörések és széldöntések a Börzsöny erdeiben. A termőhely, a faállomány és az erdészeti kezelés szerepe a dölések kialakulásában. In: Mátyás Cs., Führer E., & Tóth J. (eds.): *Gondolatok az erdővédelemről az ezredfordulón*. Az MTA Erdészeti Bizottsága és az Erdészeti Tudományos Intézet jubileumi ülése Pagony Hubert és Szontagh Pál 75. születésnapja alkalmából. Budapest: ERTI, 103–116.
- Aszalós R., Standovár, T., Ruff J. & Barton Zs. 2003: Natural disturbances (ice and wind) in the forest of Börzsöny. *The NatMan Project. Working Report* 27, 15.
- Bányai P. 2015: Ónos eső okozta károk az ÉSZAKERDŐ Zrt. területén. *Erdészeti Lapok* 150(1): 11.

- Csépanyi P. 2013a: Az örökzöld elvek szerinti és a hagyományos bükkgazdálkodás ökonómiai elemzése és összehasonlítása. Erdészettudományi Közlemények 3(1): 111–124.
- Csépanyi P. 2013b: Ökonómiai Kérdések: gazdaságosság folyamatos erdőborítottság mellett. in Varga B. (ed.): A folyamatos erdőborítás fenntartása melletti erdőgazdálkodás alapjai. Tankönyvkeret a száraló és átalakító üzemmódba sorolt erdőrészekben folytatott erdőgazdálkodást irányító szakemberek továbbképzéséhez. Pro Silva Hungaria 141–148.
- Csépanyi P. 2015: Jégkár a Pilisi Parkerdőnél. Erdészeti Lapok 150(1): 8.
- Csépanyi P., H. Bóna M. & Maller A. 1998: Milliós károkat okozó eső a Pilisi Parkerdőben. In: Tar K. & Szilágyi K. (eds.): II. Erdő és Klíma Konferencia. Sopron, 1997.06.04. – 1997.06.06. 119–122.
- Csóka Gy. 2013: A természetesség hatása az erdők egészségi állapotára. in Varga, B. (ed.): A folyamatos erdőborítás fenntartása melletti erdőgazdálkodás alapjai. Tankönyvkeret a száraló és átalakító üzemmódba sorolt erdőrészekben folytatott erdőgazdálkodást irányító szakemberek továbbképzéséhez. Pro Silva Hungaria 49–63.
- Hirka A. (ed) 2015: A 2015. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2016-ban várható károsítások. NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság, Budapest
- Hirka A. & Csóka Gy. 2010: Abiotikus erdőkárok Magyarországon (1961-2009). Erdészeti Lapok 145(7-8): 246–248.
- Kenderes K., Aszalós, R., Ruff J., Barton, Zs. & Standovár T. 2007: Effects of topography and tree stand characteristics on susceptibility of forests to natural disturbances (ice and wind) in the Börzsöny Mountains (Hungary). Community Ecology 8(2): 209–220. DOI: [10.1556/comec.8.2007.2.7](https://doi.org/10.1556/comec.8.2007.2.7)
- Kenderes K., Standovár T., Ruff, J. & Aszalós R. 2006: Patterns and causes of ice break in a managed forest landscape (Börzsöny Mts., Hungary). IUFRO Landscape Ecology Conference, Locorotondo, Bari (ITALY)
- Kolozsár J. 2002: Erdőneveléstan. Egyetemi jegyzet. Kézirat, Sopron
- Kontor Cs. 2016: A jégkár okai és hatása a Pilisi Parkerdő Zrt. Szentendrei és Pilisszentkereszti Erdészetének területén található erdőállományokra. Diplomaterv. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet
- Kubinyi B. 2015: A Vértesben is a „víz” volt az úr! Erdészeti Lapok 150(1): 6.
- Madas L. 1956: Ígéretes fákra alapított fatermesztési terv a Visegrád 77/A erdőrészletben. Országos Erdészeti Főigazgatóság
- Magassy E. 2016: A jégkár okai és hatása a Pilisi Parkerdő Zrt. Visegrádi és Pilismaróti Erdészetének területén található erdőállományokra. Diplomaterv. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet
- Mendlik G. 1986: Erdőművelési tulajdonságok. in: Bondor A. (ed.): A bükk. Akadémiai kiadó, Budapest, 24-31.
- Nagy L. 2015a: A decemberi jégkár meteorológiai háttere. Erdészeti Lapok 150(1): 5.
- Nagy L. 2015b: Jégkárok az Ipoly Erdő Zrt. területén. Erdészeti Lapok 150(1): 9
- Papp L 1962: Ónoseső károsítása a délsomogyi erdőkben. Az Erdő 11(6): 249–257.
- Papp T. 1997. Elemi erdőkárok a Mecseki Erdészeti Rt területén 1996-1997. évben. Erdészeti Lapok 132(10): 308.
- Reininger, H. 2000: Das Plenterprinzip oder Überführung des Altersklassenwaldes. Leopold Stocker Verlag, Graz.
- Szi-Benedek J. 2015: Jégkárosítás a Budapesti Erdőgazdaság Zrt. erdőterületén. Erdészeti Lapok 150(1): 7
- Szomorad F., Csépanyi P., Csóka Gy., Frank N., Ilonczai Z. & Kovács T. 2002: A fafajok és az elegyesség szerepe erdeinkben. Erdészeti Lapok 137(2): 57–60.
- Urbán P. 2015: Jégkárok az EGERERDŐ Zrt. által kezelt erdőkben. Erdészeti Lapok 150(1): 10.
- Varga F. 2001: A kártevő tömeges elszaporodását befolyásoló tényezők. In: Varga F. 2001: Erdővédelemtan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest 29–31.
- Veperdi G. 1997: Hőtörés és gyérülés vizsgálata 27 éves nyírségi homoki erdeifenyő kísérleti területen. Erdészeti Kutatások 86-87: 101–113.

### Interneten közzétett források

- Collin S. 2016: Dufteis und Schneebruch – Wenn Eis und Schnee die Äste biegen. [http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/sturm\\_schnee\\_eis/fva\\_schneebruch\\_w4/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/sturm_schnee_eis/fva_schneebruch_w4/index_DE) (letöltés időpontja 2017.03.31.)
- Kolláth K., & Simon A. 2014: Szibériai és afrikai légtömegek találkozása – a 2014. december 1-i ónos esős helyzet elemzése. Tanulmány. Országos Meteorológiai Szolgálat, Ismerettár [http://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=1249&hir=Sziberiai\\_es\\_afrikai\\_legtomegek\\_talalkozasa\\_%E2%80%93\\_a\\_2014.\\_december\\_1-i\\_onos\\_esos\\_helyzet\\_elemzese](http://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1249&hir=Sziberiai_es_afrikai_legtomegek_talalkozasa_%E2%80%93_a_2014._december_1-i_onos_esos_helyzet_elemzese) (letöltés időpontja 2017.03.31.)
- Kaulfuß S. 2012: Nach dem Sturm ist vor dem Sturm oder Wie senke ich Sturmrisko meines Waldes. [http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/sturm\\_schnee\\_eis/fva\\_sturmrisko/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/sturm_schnee_eis/fva_sturmrisko/index_DE) (letöltés időpontja 2017.03.31.)

*Érkezett: 2017. április 5.  
Közlésre elfogadva: 2017. június 13.*