

# ÜZEMI LÉPTÉKBEN ALKALMAZOTT ÁTALAKÍTÓ ÜZEMMÓD LÉKES FELÚJÍTÁSÁNAK TAPASZTALATAI A KIRÁLYRÉTI ERDÉSZET TERÜLETÉN

Kovács Bence<sup>1</sup>, Kelemen Kristóf<sup>1</sup>, Ruff János<sup>2</sup> és Standovár Tibor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar

<sup>2</sup>Ipoly Erdő Zrt., Királyréti Erdészet

## Kivonat

A Királyréti Erdészet 2007-től alkalmazza üzemtervszerűen az átalakító üzemmódot, melynek folyamatai, például a lékek újulati viszonyai, az eltelt idő rövidsége miatt pontosan nem ismertek. Az erdészet által kialakított mintegy 6000 lék közül rétegzett mintavétellel az anyaállomány korát, domináns fafaját és a léknyitás idejét figyelembe véve 52 erdőrésztben 124 mesterséges léket vizsgáltunk. Felmértük a lékek méretét, rögzítettük pontos földrajzi elhelyezkedésüket, a beavatkozás kíméletességére utaló jeleket, valamint az újulat borítását és rágottságát fafajonként három méretkategóriában.

A vizsgált lékek kétharmada meghaladja az ideálisnak tekintett egy fahossznyi átmérőt, és több mint felük jelentősen elnyújtott. A beavatkozások 51%-ban idéztek elő törzskárt, 21 esetben újulati kárt. A lékekben összesen 23 fafajt regisztráltunk, melyek 30%-a nem fordul elő a környező állományban. A legnagyobb csemeterborítást a 20–150 cm-es méretkategóriában tapasztaltuk: főfafajokra ez az érték átlagosan 3%, míg az elegyfajokra 9%. A legnagyobb vadnyomásnak a 20 és 150 cm közötti újulat van kitéve. A rágottság különösen jelentős a sarjeredetű újulat, valamint az elegyfajok esetében.

*Kulcsszavak:* átalakító üzemmód, lékes felújítás, természetes újulat, elegyfajok, rágottság, Börzsöny

## EXPERIENCE OF LARGE-SCALE CONVERSION FROM EVEN-AGED TO CONTINUOUS COVER FORESTRY BY GAP-CUTTING IN THE KIRÁLYRÉT FOREST DIRECTORATE

### Abstract

A transition system to continuous cover forestry has been introduced at large scale (over 5,000 hectares) by Királyrét Directorate of the Ipoly Erdő Ltd. Due to the short time period since the start of the transition in 2007, the processes including natural regeneration are not well known. Of the 6,000 gaps created, we included 124 using stratified sampling by stand age, dominant tree species and time since gap opening. Position and size of the gaps as well as cutting damage were noted. Sapling cover and browsing damage were estimated for each tree species in three size categories.

Two thirds of the gaps exceeded the diameter of stand height and more than half of them have an oblong shape. Forestry operations caused stem damage in 51% of the gaps and saplings were harmed in 21 cases. During the sampling 23 tree species were registered 30% of which did not occur in the adjacent stand. Sapling cover was highest in the 20–150 cm size category reaching 3% for the dominant and 9% for the admixing tree species. Game pressure was high and affected especially saplings between 20–150 cm, sprouts and admixing tree species.

*Keywords:* transition system, artificial gaps, natural regeneration, admixing tree species, game browsing, Börzsöny Mountains

Levelező szerző/Correspondence:

Standovár Tibor, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C; e-mail: standy@ludens.elte.hu

## BEVEZETÉS

Magyarországon a 2009. évi XXXVII. sz. törvény teszi lehetővé az átalakító, a szálaló és a faanyagtermelést nem szolgáló üzemmódok tervezését, sőt az állami tulajdonú, különleges rendeltetésű erdőkre mennyiségi előírás is megfogalmaz. Hazánkban elsőként az Ipoly Erdő Zrt. Királyréti Erdészete területére készült olyan üzemterv, amely 2007-től kezdődően üzemi léptékben, az erdészet teljes területére megteremtette a vágásos üzemmód felváltásának lehetőségét. Mindez még az új erdőtörvény életbelépése előtt megtörténhetett, mert a szakigazgatás a törvényi kötelezettségekre való felkészülés jegyében már 2005-től engedélyezte az új üzemmódok tervezését.

A Királyréti Erdésznél a vágásost felváltó erdőgazdálkodási módszerek bevezetésének és üzemi méretű alkalmazásának több oka és előzménye volt. Az erdőállományok korosztályszerkezete az 1900-as évek első harmadának rendkívül intenzív fakitermelései miatt igen egyenlőtlen. Az erdészet területét a 70–100 éves korosztály magas aránya és az 50 év körüli erdők alacsony aránya jellemzi. A nem megfelelő korosztályszerkezet a távlatokban időben változó hozamokat jelentett volna. További problémát jelentett, hogy a korábbi gazdálkodási mód következtében homogenizálódott kor- és állományszerkezetű, valamint fajösszetételű állományok kiemelten érzékenyek különböző, elsősorban abiotikus károsításokra. Ezt híven igazolták az elmúlt két évtized nagy kiterjedésű természetes bolygatási eseményei: 1996-ban, 2001-ben jégtörés, 1999-ben és 2010-ben széldöntés (Kenderes és mtsai 2007, Aszalós és mtsai 2004, 2012). E gazdasági megfontolásokon felül fontos szempont Budapest közelsége, hiszen a Királyréti Erdészet területe közkedvelt kirándulóhely, a látogatók éves létszáma fél millió körüli. Emiatt a közjóléti, rekreációs hasznosítás mértéke jelentős, ami a folyamatos erdőborítás iránti megnövekedett társadalmi igénnyel is együtt jár. Fontos elvárások következnek abból is, hogy a terület legnagyobb része a Duna-Ipoly Nemzeti Park részét képező védett természeti terület.

Az átalakító üzemmód tervezési fázisában jelentős szerepe volt a Nat-Man (Nature-based Management of Beech in Europe EU 5th Framework Programme) európai kutatási program keretein belül az alternatív gazdálkodási módszerek ökológiai megalapozását célzó, 2000-ben indult vizsgálatainknak. A kezdeti kísérleti beavatkozások hatására beinduló dinamikai folyamatok hosszú távú kutatása során a lékekben a természetes felújítás lehetőségeire, a lékméretek ökológiai optimalizációjára, a fásszárú újulat és a lágyszárú aljnövényzet léknyitást követő reakciójára koncentráltunk. A vizsgálatok során a léknyitás következtében megváltozó abiotikus tényezők felmérése, azok függése a lékmérettől és hiányfolton belüli mintázatának alakulása, a fajok eltérő lékméretre adott válaszreakciói, a magoncok rágottságának és fajkompozíciójának alakulása voltak a központi kérdések. A 2000 óta folyamatosan gyűlt tapasztalatok (Mihók és mtsai 2005, 2007; Gálhidy és mtsai 2006; Kelemen és mtsai 2012), valamint egyéb szakirodalmi adatok mind segítették az átalakítás tervezését. Ugyanakkor egy üzemi léptékű átalakítás tervezése természetesen nem nélkülözhetette a körültekintő gazdasági számításokat és a technológiai kivitelezés gyakorlati megfontolásainak számbavételét sem.

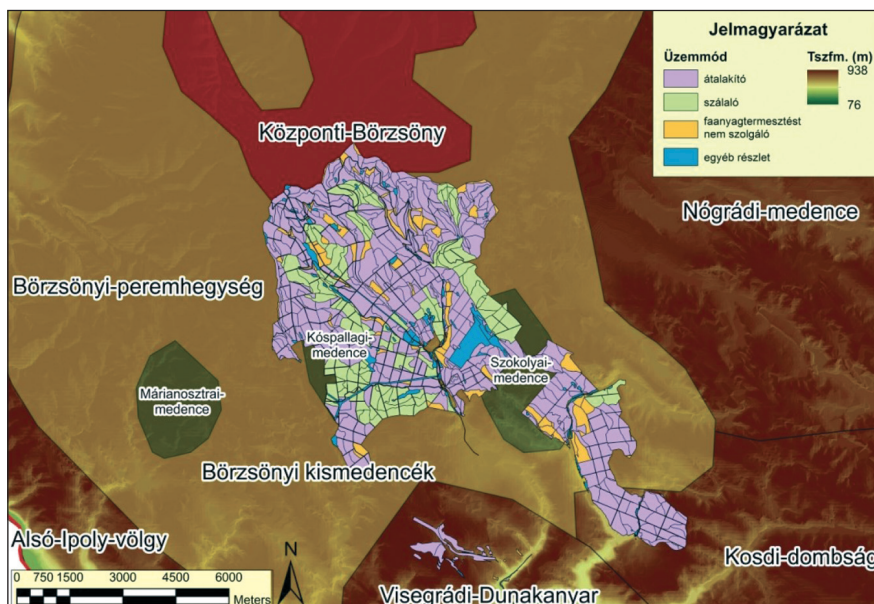
A tervezett munka célja a vágásos gazdálkodás nyomait magán viselő erdők elegyességének, korszerkezeti diverzitásának és vertikális színteztettségének növelése, az állományok szálaló szerkezetének kialakítása hosszú távon. Az átalakítás tervezéséhez és nyomon követéséhez, az áttérés idejének és módjának meghatározásához, illetve ellenőrzéséhez terület alapelvű beavatkozási szisztémát alkalmaztunk. Minden erdőrészletre megállapítottunk egy elméleti maximális vágáskort, amellyel az becsülhető, hogy hány éves lesz az adott állomány az utolsó léknyitás (faanyagkivétel) időpontjában, és ez megszabja az átalakítás erélyét. A konkrét beavatkozások helyére a kerületvezető erdészek légi fotók és a saját terepi tapasztalataik alapján jelölték ki a lehetőleg fahossznyi átmérőjű lékeket, amelyek darabszámáról, az állományjellemezőkből levezetett területéről és a pontos elhelyezésről évről évre részletes „léktervet” is készítenek, amelyet az erdészet vezetésével közösen véglegesítenek. A természetes újulatra alapozott lékes felújítás költségei a hagyományos erdőgazdálkodási gyakorlat során tapasztalhatókhöz képest nagyon alacsonyak. Csak az invazív fafajok eltávolításának költségével és egyes, rosszul felújuló lékekben a mesterséges pótlást magába foglaló erdősítési költséggel jár. Ez utóbbi az erdésznél évente kb. 1000–1200 darab csemete ültetését jelenti.

Egy ilyen üzemi léptékű kísérlet esetében kiemelt jelentőségű az elvégzett beavatkozások hatásainak nyomon követése, a kialakuló helyzet összevetése az eredeti tervekkel. Vizsgálatainkkal ehhez szeretnénk hozzájárulni. Célkitűzésünk alapvetően átfogó kép felvázolása volt az elmúlt évek során kialakított mesterséges lékekről. Kiemelten az alábbi kérdésekre kerestünk választ:

1. Milyen méretű lékeket alakítottak ki az egyes faállománytípusokat reprezentáló erdőrészekben?
2. Milyen mértékű károsításokat okoztak a beavatkozások a maradó állományban és az újulatan?
3. Milyen általános domborzati helyzet és léksűrűség jellemzi az egyes faállománytípusokat reprezentáló erdőrészeket?
4. Milyen hatása volt a léknyitásnak a fafajösszetételre?
5. Milyen mennyiségben jelent meg a fő- és elegyfajok újulata az eltérő méretű, korú és anyaállományú lékekben?
6. Milyen mértékű a nagytestű növényevők hatása az újulatra?

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### A vizsgálat helyszínének bemutatása



1. ábra: A Börzsöny középtáj – az egyes kistájakkal – és a Királyréti Erdészet elhelyezkedése, feltüntetve az egyes erdőrészekre meghatározott üzemmódokat

Figure 1: The Börzsöny mesoarea – with the microareas – and the localization of the Királyréti Directorate. The compartments are coloured according to the applied silvicultural system. Purple: transition system; green: selective logging; orange: no management practices; blue: other

A Királyréti Erdészet kezelésébe (1. ábra) a Börzsöny délkeleti részének mintegy 5070 hektáros területe tartozik (MgSzH 2007). Tájföldrajzi szempontból területének legnagyobb része a Börzsöny középtájba, a Börzsönyi-peremhegység kistájba esik (Dövényi 2010). A tájegység mai képét is alapvetően meghatározza a 14–16 millió évvel ezelőtti, több szakaszra osztható vulkáni, illetve az azt követő posztvulkáni tevékenység. Kőzettani alapját leg-

nagyobb tömegben miocén andezit és andezittufa képezi; a peremhegység déli részén lösszel vagy pleisztocén anyaggal borított bádeni lajtamészko és középső miocén slir is előfordul (Nagy 2007; Dövényi 2010). A kismedencék változatosabb földtani felépítésűek, például a lajtamészko mellett pliocén kavics, valamint a Kóspallagi-medence felszínén löszanyaggal elegyes vályogos üledék is előfordul (Dövényi 2010). A meredekebb lejtőkön miocén korú eruptív alapkőzeteken kialakuló kőzethatású talajok a leggyakoribbak (a legtömegesebb talajtípus a ranker és az erubáz). A területen előforduló barna erdőtalajok közül az agyagbemosódásos barna erdőtalaj és a Ramann-típusú barna erdőtalaj (barnaföld) fordul elő legnagyobb felszínborítással (MgSzH 2007; Dövényi 2010).

A hegység zártságából, a nagy kiterjedésű erdőtakaró mezoklímára gyakorolt hőelvonó-hűtő hatásából, a domborzati viszonyokból és a tengerszint feletti magasságból eredően a terület éves átlaghőmérséklete 8–9 °C, a peremterületek éves csapadékátlagja 600–00 mm, a központi területeké 800–900 mm.

A Börzsöny 54%-át borítja erdő, így hazánk legerdősültebb tájai közé tartozik (Dövényi 2010). A 2007-től érvényes üzemterv szerint a Királyréti Erdészet területén a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) részaránya a legnagyobb (43%), a bükk (*Fagus sylvatica* L.) aránya 19%, a csertölgyé (*Quercus cerris* L., a továbbiakban cser) 16%, a gyertyáné (*Carpinus betulus* L.) 13%, a kőrisé (magas kőris, *Fraxinus excelsior* L. és virágos kőris, *Fraxinus ornus* L.) 4%.

## A mintavételi területek kiválasztása

1. táblázat: A rétegzett mintavételhez használt változók, lehetséges értékeik és rövid leírásuk

Table 1: Variables used for the stratified sampling with categories and short descriptions

Változó	Lehetséges értékek	
Faállomány-kategória	BÜKKÖS	a bükk elegyaránya meghaladja a 60%-ot
	TÖLGYES	a kocsánytalan tölgy és a cser együttes elegyaránya nagyobb, mint 60%
	KEVERT	a bükk és tölgyek összegzett elegyaránya nagyobb, mint 60%
Lékkor	VP1-2	a léknyitás időpontjától eltelt vegetációs periódusok száma 1 vagy 2
	VP3-4	három és négy vegetációs periódussal megelőző nyitott lékek
	VP5-6	öt vagy hat éve nyitott lékek
Az anyaállomány kora	1	60 évnél fiatalabb
	2	61–70 éves
	3	71–90 éves
	4	90 évnél idősebb állományok

A mintavételi protokoll kialakításakor alapvető szempont volt, hogy törekedjünk egyrészt minél több lék vizsgálatára, ugyanakkor minél bővebb és sokrétűbb információt szerezzünk egy-egy lékről. Vizsgálatunkba csak az átalakító és száraló üzemmódban kezelt erdőrészeket vontuk be. A vizsgált lékeket rétegzett mintavétellel választottuk ki, amelynek során a faállománytípus, a léknyitás óta eltelt idő és az anyaállomány kora szerinti csoportok reprezentálása volt a cél (1. táblázat). A térbeli autokorreláció elkerülése érdekében a hasonló paraméterekkel jellemzett mesterséges lékek közül a térben egymástól távol eső erdőrészekben találhatóakat választottuk ki. A szelekcióhoz az Ipoly Erdő Zrt. erdészeti információit használtuk: digitális erdészeti üzemtervi térkép leíró adatokkal; fahasználati adatok; 2007-es és 2010-es években készült légi fotók (terepi felbontásuk 0,4, illetve 0,2 m, digitális terepmodell). Az ortorektifikált légi fényképek alapján azonosított, a 2010 májusi ciklon (Horváth és mtsai 2010) után nagyszámú kidőlt faegyeddel rendelkező lékeket kihagytuk a mintavételből.

A 2011 júliustól szeptemberig tartó mintavétel során az átalakító és száraló üzemmódban kezelt 692 erdőrészekben található mintegy 6000 lék közül 124-et vizsgáltunk meg. A fahasználati adattáblákban dokumentált 4533 db lék közül (2010-es nyilvántartás szerinti érték) 2236 tölgyes, 1259 kevert, 1038 bükkös faállományú – ezeknek kb. 2,5%-át vizsgáltuk meg.

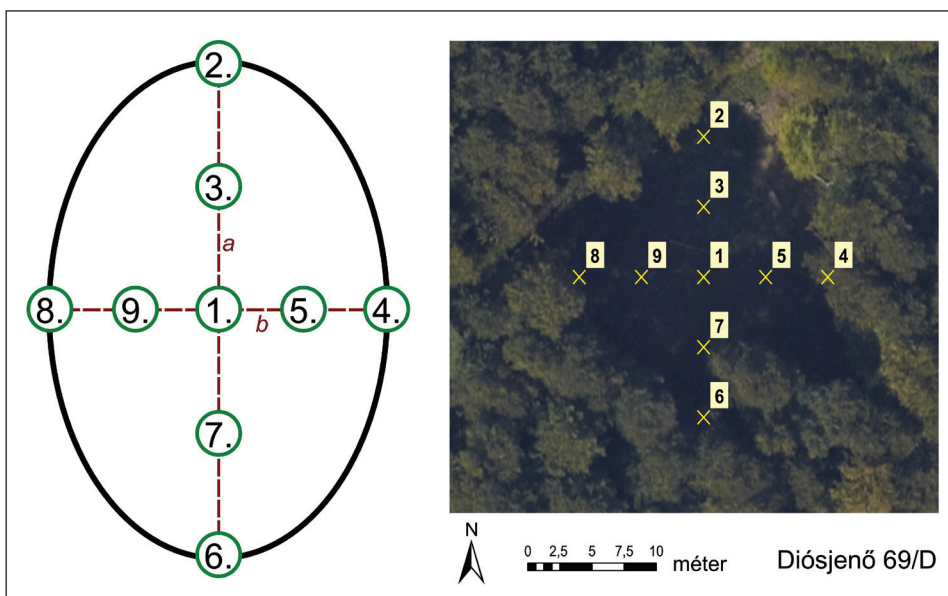
## A mintavétel menete

A lékméretet ellipszissel közelítettük, a terület meghatározásához a kézi tájolóval kijelölt É-D, illetve K-Ny irányú tengely hosszát mértük meg (Haglőf Forestor DME típusú ultrahangos távolságmérővel). Ha az adott lék alakja szemmel láthatóan elnyújtott volt, a hosszú és a rövid tengelyt mértük meg. A lékek határának a környező (maradó) állomány szélső egyedeinek koronavetülete által kirajzolt sávot tekintettük, amelyet nem koronatükörrel mértünk ki, hanem „szemrevételezéssel” közelítettünk. Az utólagos kvalitatív jellemzésekhez minden lékben égtájorientált fotodokumentációt készítettünk. A reprodukálhatóság érdekében a kezdőpontot megközelítőleg a lék közepén jelöltük ki, helyét GPS-koordináta felvételével rögzítettük, (Magellan MobileMapper 6 készülékkel).

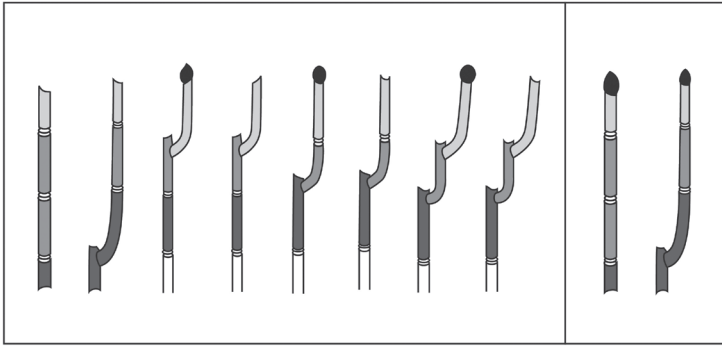
Mivel az erdőrészelek elegyarányadatai egy egész erdőreszletre átlagolt értékek, az egyes lékek körül jellemző fafajösszetétel meghatározását a (felismerhető) tuskók és a lék szélével közvetlenül érintkező faegyedek fájának meghatározásával és az esetszámok rögzítésével végeztük.

Lékszínten prezencia-abszencia adatokkal rögzítettük a léknyitás előtti újulat (a kb. 2 métert meghaladó egyedek) jelenlétét és az erdészeti beavatkozás kíméletességére utaló jeleket, azaz a talajkárt (kiterjedését %-ban is becsültük), a már meglévő újulatban okozott közelítési károkat, valamint a maradó állomány egyedein tapasztalható törzskárt. Külön feljegyeztük azokat az eseteket, amikor az egyedek több mint 5%-a sérült. A hagyásfák számát fafajonként jegyeztük fel.

Az újulatot, a rágottságot, a cserje- és lágyszárú szintet az É-D és K-Ny tengelyek mentén összesen 9 pontban, 2 m sugarú körben jellemeztük. A mintavételi elrendezést a 2. ábra szemlélteti. A mintavétel egységként alkalmazott kategóriák a fafajok, a méretkategóriák (0–0,2 m; 0,2–1,5 m; illetve >1,5 m) és az eredet (mag; sarj) kombinációból adódtak. Ezeket a kategóriákat használtuk a borítás és a vadhatás (rágottság) becsléséhez. A rágottság jellemzésekor azt becsültük, hogy adott pontban jelen lévő, az adott kategóriába sorolt egyedek hány százaléka szenvedett a 3. ábra útmutatása szerint rágás- és/vagy hántáskárt az elmúlt két vegetációs periódus alatt (Zinggeler és Schwyzer 2001). Ez a módszer alkalmas a vad okozta rágottság intenzitásváltozásának követésére is.



2. ábra: A mintavételi pontok elhelyezésének sematikus ábrája és bemutatása a Diósjenő 69 C erdőreszletben  
 Figure 2: Schematic illustration of the sampling plots and an example in compartment Diósjenő 69 C



3. ábra: A „rágott” és „nem rágott” minősítésű hajtások lehetséges megjelenési formái a svájci nemzeti erdőléltár definíciója alapján (Zinggeler és Schwyzer 2001 szerint), módosítva

Figure 3: Plants considered “browsed” and “not browsed” according to the definition of the second Swiss national forest inventory (by Zinggeler and Schwyzer 2001), altered for our estimation

Adataink térinformatikai elemzését ESRI ArcGIS 9.2 szoftverrel végeztük. A változók többségét – statisztikailag nehéz kezelhetőségük miatt – leíró statisztikákkal (átlag, hiba, szórás) jellemeztük. A maradó állományokhoz képest a lékekben tapasztalt fajszámváltozásokat, a környező állományok elegyarányait és a lékek újulatának borításszázalékát Mann-Whitney-féle U-teszttel, a bükkös lékek bükk és kőris borításvizonyainak jellemzését nemparaméteres Kruskal-Wallis-teszttel végeztük. A statisztikai elemzésekhez a Tinn-R-rel kombinált R statisztikai programot használtuk (The R Development Core Team 2008). Az ábrákon az erdőrésztel-leíró lap kódjegyzékében használt rövidített fajnevek szerepelnek.

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

### A lékek leíró jellemzése

#### Méret

A 124 db mintára számolt, ellipszissel közelített lékterületek átlaga  $455 (\pm 267) \text{ m}^2$  (2. táblázat). A fajsorok adatai közül az erdőrészteltek főfajainak maximális magasságával számolva becsültük meg a fahossznyi átmérő értékét. Az anyaállomány kora és típusa szerinti lebontásban megállapíthatjuk, hogy a legnagyobb átlagos lékterület az idős bükkös anyaállományú részletekben tapasztalható, míg a fiatalabb állományokban kisebb alapterületű lékeket alakítottak ki.

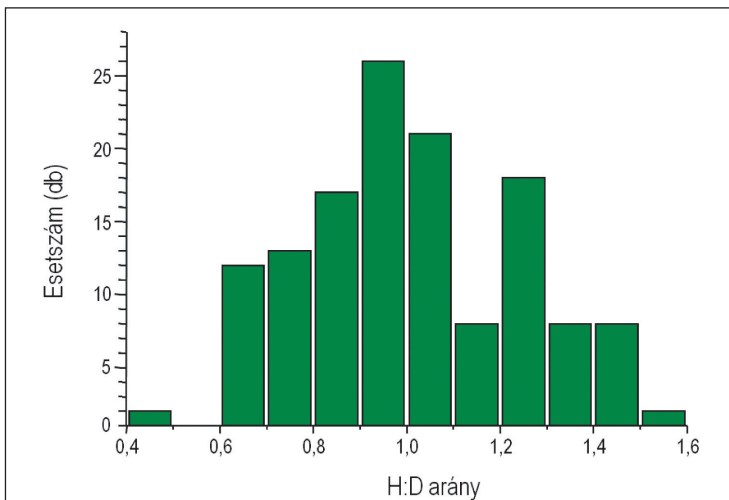
Az általunk vizsgált lékek 52%-a (65 db) számít nagy léknek, azaz a fahosszátmérő (H:D) arányuk kisebb, mint 1. Ezek közül 6 (~5%) a kifejezetten nagy lékek közé sorolható (H:D > 1:1,5), míg kis lékeket (H:D > 1:0,5) nem mintáztunk (Mihók és mtsai 2005 kategóriáit használva). A 4. ábráról leolvasható az is, hogy a lékek kb. 60%-a a 0,8–1,2 értéket veszi fel, azaz megközelíti a célul kitűzött fahossznyi átmérőt. Léknýtás utáni hozzádőlést (például a 2010. májusi viharok következtében) összesen 11 lékben regisztráltunk. A kidőlt fák (1–3, legfeljebb 7 darab) többnyire bükk egyedek voltak. A várttal ellentétben a léknýtás utáni hozzádőlések nem eredményeztek szignifikánsan nagyobb lékterületeket (sem elnyújtottabb lékalakot).

A Nat-Man-vizsgálatok egyik ajánlása a bükkös lékekre, hogy táji léptékben több lékméret alkalmazandó. Az elővizsgálatok alapján már a fél fahossz átmérőjű lékekben is biztosítható a bükk természetes felújulása (lásd Mihók és mtsai 2005), mert ebben az esetben kevesebb kompetitor akadályozza az újulat növekedé-

sét. Elszórtan, nagyobb lékek kialakításával pedig az elegyfafajok – például magas kőrös, mezei juhar (*Acer campestre* L.) – megtelepedését segíthetjük elő (Kelemen és mtsai 2012). Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a javasolt fahosszátmérő arány helyett a bükkös állományokban nyitották a legnagyobb lékeket. Ennek oka, hogy a bükkdominált erdőrészeket az említett természetes bolygatási események erősen érintették: az állományok állapota miatt rövid átalakítási időt, azaz intenzívebb területi haladást állapítottak meg.

2. táblázat: A vizsgált lékek legfontosabb jellemzői  
Table 2: Descriptive statistics of the artificial gaps

	Bükkös	Kevert	Tölgyes
<i>A mintavétellel érintett erdőrészek területa (ha)</i>			
	N=14	N=16	N=26
Átlag ( $\pm$ SD)	7,84 (2,46)	8,28 (4,05)	10,00 (4,87)
Minimum	4,62	3,52	4,16
Maximum	13,75	17,48	31,10
<i>Lékerület (m<sup>2</sup>)</i>			
	N=28	N=32	N=64
Átlag ( $\pm$ SD)	593,83 ( $\pm$ 255,83)	454,55 ( $\pm$ 229,75)	394,80 ( $\pm$ 270,81)
Minimum	233,40	193,41	152,63
Maximum	1242,33	1263,42	2102,08
<i>H:D arány</i>			
	N=28	N=32	N=64
Átlag ( $\pm$ SD)	0,95 ( $\pm$ 0,17)	1,05 ( $\pm$ 0,23)	1,02 ( $\pm$ 0,25)
Minimum	0,68	0,62	0,44
Maximum	1,41	1,58	1,49
<i>Excentricitás</i>			
	N=28	N=32	N=64
Átlag ( $\pm$ SD)	0,62 ( $\pm$ 0,23)	0,48 ( $\pm$ 0,23)	0,54 ( $\pm$ 0,2)
Minimum	0,13	0,12	0,04
Maximum	0,95	0,85	0,87



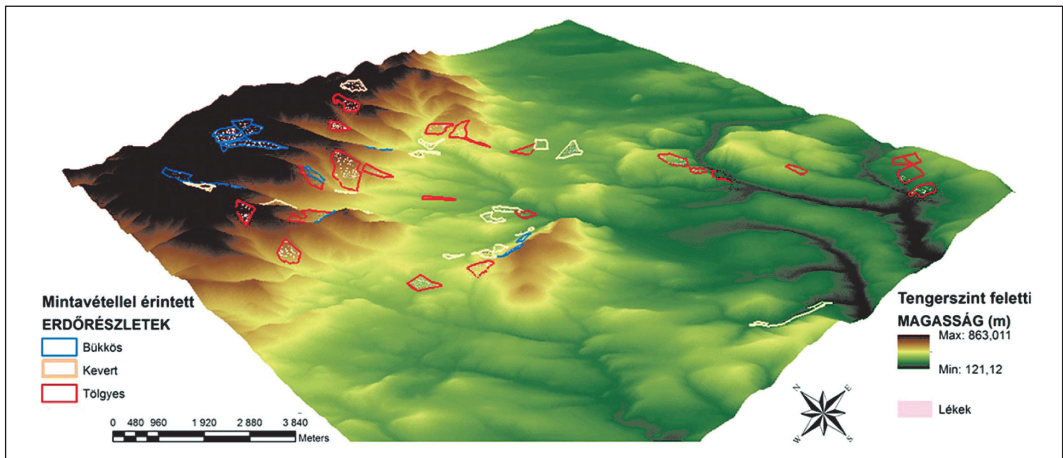
4. ábra: A jellemző fmagasság és a lékátmérő értékeiből számolt H:D index hisztogramja  
Figure 4: Histogram showing stand height to diameter ratio

### A fahasználatból eredő károk

Tölgyes állományokban például Csépanyi (2008) kezdetben kisebb, majd többszöri beavatkozással megnövelt hiányfoltok kialakítását javasolja. Annak érdekében, hogy a megjelenő fényigényes, lassú növekedésű kocsánytalan tölgy újulat a fejlődéséhez szükséges napi kb. 3 óras közvetlen megvilágítottságot megkapja, összességében nagyobb lékekre van szükség. A Pilisi Parkerdő Zrt. tapasztalatai szerint a kíméletes korai beavatkozás nem idéz elő gyomosodást vagy a lékek belsejének elvizesedését, illetve a magszórást követő csírázási siker a lékek közepén is biztosítható. A Királyréti Erdészet területén a kialakított hiányfoltok kiterjedésének utólagos növelése nem jellemző.

A környező állományrészben erdészeti beavatkozás hatására keletkezett törzskárt a megmintázott lécek 51%-ában jegyeztünk fel. Összesen 16 lék esetében tapasztaltunk a lábon álló egyedek több mint 5%-át érintő sérülést. Az újulati kár jellemzően a közelítés során keletkezett, a kitermelt faanyagot a már meglévő újulaton keresztül szállították ki. Újulati kár a lécek 16%-ában volt megfigyelhető. A talajkár, azaz a sokáig megmaradó talajsebzések előfordulási aránya alacsony volt, összesen a lécek 8%-ában jegyeztük fel. A beavatkozások során keletkezett károk leginkább a bükkös léceket érintették. Ennek hátterében a bükkös állományok termőhelyi jellemzői, elsősorban a nagyobb lejtőszög állhatnak.

### A lécek domborzati jellemzői



5. ábra A terepi mintavétel során vizsgált erdőrészek és a légi felvételeken elkülöníthető lécek a digitális domborzatmodell kivágatán  
 Figure 5: The position of the surveyed forest compartments and the gaps identified using aerial photographs

A 2007-es és 2010-es ortorektifikált légi felvételek felhasználásával lehetőség nyílt a diszkrét lombkoronazáródás-hiányos részek táji léptékű elkülönítésére (5. ábra). A térinformatikai elemzések csak a mintavétellel érintett 52 erdőrésztelre terjedtek ki, melyekben összesen 1367 diszkrét hiányfoltot különítettünk el. Minden, a légi fotók terepi felbontásának függvényében egyértelműen elkülöníthető léket bevontunk a vizsgálatba a kialakulás módjától függetlenül. A digitális terepmodellből a digitalizált lécek magasságadatait, kitétségi és lejtőszögértékeit használtuk fel a jellemzésükhöz. A lejtőkitétség meghatározásához az erdészeti kódjegyzék égtájbeosztási kategóriáit használtuk.



3. táblázat: A lékek digitális domborzatmodell felhasználásával megadott jellemzőinek összefoglalása állománytípusonként  
 Table 3: Elevation, aspect, slope and gap density based on the digital evaluation model, stratified by forest types

	Bükkös	Kevert	Tölgyes
<i>Tengerszint feletti magasság (m)</i>			
	N=278	N=381	N=708
Átlag (±SD)	646,58 (±22,53)	404,82 (±17,35)	385,25 (±10,84)
Min / Max	332,02 / 819,24	157,32 / 809,30	157,75 / 692,10
<i>Lejtőkiettség (területi megoszlás %)</i>			
	N=278	N=381	N=708
É	7,74	4,79	0,76
ÉK	19,43	30,50	8,11
K	19,16	20,72	16,31
DK	11,87	9,21	15,30
D	17,75	15,89	21,65
DNY	18,11	13,17	27,47
NY	2,25	4,32	8,09
ÉNY	3,68	1,40	2,31
<i>Lejtőmeredekség (°)</i>			
	N=278	N=381	N=708
Átlag (±SD)	17,29 (±3,03)	11,55 (±2,04)	13,22 (±1,00)
Min / Max	1 / 37	0 / 32	0 / 34
<i>Léksűrűség (lékterület/1 ha)</i>			
	N=278	N=381	N=708
Átlag (±SD)	0,23 (±0,06)	0,17 (±0,07)	0,14 (±0,06)
Min / Max	0,13 / 0,34	0,05 / 0,38	0,03 / 0,25

A 3. táblázatban foglaltuk össze a távérzékeléssel mért, illetve származtatott változókat. A vártan megfelelően a legnagyobb tengerszint feletti átlagos magassággal a bükk dominanciájú erdőrészeket jellemezhetők (645 m), míg a tölgyes zónában elhelyezkedő gazdálkodási egységek fekszenek legalacsonyabban (385 m). A kiettségi viszonyok is a legtömesebb fafajok ökológiai igényeit tükrözik, a meleg- és fényigényesebb tölgyesek esetében a lékek területének 21,7%-a délies kiettségű, további 27,5% délnyugatis. A bükkös lékekre jellemző az északi kiettségű lejtők legnagyobb aránya. Az egyes erdőrészek elhelyezkedéséből adódóan a bükkdominált részek a legmeredekebbek – a Központi-Börzsönyt is érintő egységek vannak –, míg a peremhegységen elhelyezkedő másik két állománytípus kisebb lejtőszögű és kevésbé tagolt területeken fekszik.

## A lékek hatása a fásszárú újulatra

### *Fafajösszetétel*

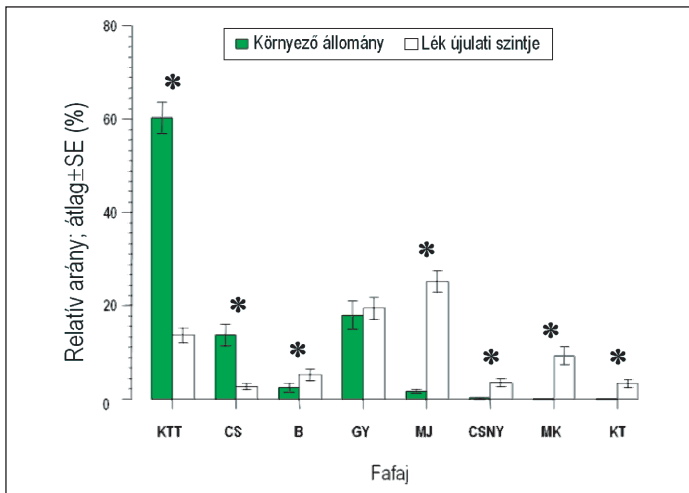
A mintavétel során a lékekben összesen 23 fafajt regisztráltunk. Ezek 30%-a (tatárjuhar: *Acer tataricum* L., községes boróka: *Juniperus communis* L., vadalma: *Malus sylvestris* (L.) Mill., fehér nyár: *Populus alba* L., akác: *Robinia pseudoacacia* L., kecskefűz: *Salix caprea* L., vénic-szil: *Ulmus laevis* Pall.) nem fordult elő a környező állományban, megtelepedésük feltételezhetően a lékeknek köszönhető. Az adventív fafajok közül az akác jelenlétét hat lékben jegyeztük fel. Ezek megjelenése sporadikus, a magoncok minden esetben a közvetlen környezetből származnak (20–30 m-en belül regisztrált előfordulása az akácnak, például villanypászta-nyiladékhöz köthetően).

A fásszárú újulat fajszámát Mann-Whitney-féle U-tesztel hasonlítottuk össze a környező állományban tapasztalható fajgazdagsággal. A maradó állomány lékekkel érintkező része és a hiányfoltok között – mindhárom áll-

mánytípus esetében – szignifikáns különbség van ( $W = 1051, p < 0,01$ ), a lékek fajgazdagabbak a hiányfoltokat határoló állományrészeknél. Az előbbi fajszáma 3 és 13 között változik, a 124 mintára számított átlagos értéke  $7 (\pm 2)$ , a környező állományé viszont csupán  $3 (\pm 1)$ . Eredményeink egybecsengenek Busing és White (1997) megállapításaival. Idős mérsékelt övi erdőkben kialakított mintaterületeiken a lékekben  $5 (\pm 2)$  fajt jegyeztek fel, míg a lékszéleken és az állomány alatt  $3 (\pm 2)$  fajfaj találtak.

A fajszámnövekedés mellett az elegyarányok változását is kimutattuk a lékek fásszárú újulatában. Megjelent és jelentős relatív borításaránya tett szert több elegyfafa, például tölgyesekben kiemelhető a mezei juhar, bükkösökben a magas kőris és a hegyi juhar. Természetvédelmi, ökológiai – és közvetetten ökonómiai – okokból is fontos lehet ez a jelenség, ugyanis az elegyesebb állományok ellenállóbbak a biotikus és abiotikus bolygatásokkal szemben, és az állományok diverzitása is nő (Somogyi 1998; Frank 2000; Csépanyi 2008; Reininger 2010).

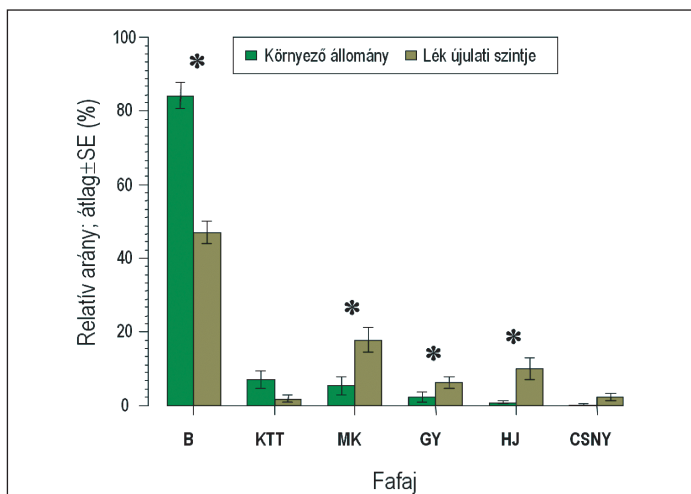
A tölgyes lékekben a kocsánytalan tölgy és a cser újulatának relatív borításaránya egyaránt csökkent a környező állományhoz képest. A 64 lék átlagértékeit vizsgálva (6. ábra) a tölgy és a cser aránya nagymértékben csökkent (60%-ról 14%-ra, illetve 14%-ról 3%-ra). A mezei juhar relatív aránya nőtt a legnagyobb mértékben (2%-ról 25%-ra), meghaladva a maradó állományban jellemző gyertyán elegyarányát. Megnőtt az elegyfajok, különösen a mezei juhar, vadkörte (*Pyrus pyraeaster* Burgsd.), a madárcseresznye (*Cerasus avium* (L.) Mönch.), a hársak (*Tilia cordata* Mill. és *Tilia platyphyllos* Scop.) és a kőrisek borításszázaléka. A bükk újulati szintre vonatkoztatott aránya 26 lékben nőtt, míg mindössze hét esetben lett nagyobb a cser és két hiányfoltban a kocsánytalan tölgy borításszázaléka a maradó állomány lokális elegyarányához képest.



6. ábra: Az általunk vizsgált 64 tölgyes lék és a környező állományban becsült borításszázalék néhány fajra. A csillaggal jelölt fajok esetében szignifikáns ( $p < 0,001$  szignifikanciaszint mellett) a különbség.

Figure 6: The percentage cover of selected tree species in the 64 surveyed gaps in oak dominated stands as compared to the surrounding stands. Significant results are marked by an asterisk ( $p < 0,001$ ).

The following abbreviations of tree species are used in figures 6–10.): **MJ**: *Acer campestre*, **KJ**: *Acer platanoides*, **HJ**: *Acer pseudoplatanus*, **GY**: *Carpinus betulus*, **CSNY**: *Cerasus avium*, **B**: *Fagus sylvatica*, **MK**: *Fraxinus excelsior*, **VK**: *Fraxinus ornus*, **KT**: *Pyrus pyraeaster*, **CS**: *Quercus cerris*, **KTT**: *Quercus petraea*, **BABE**: *Sorbus torminalis*, **KH**: *Tilia cordata*, **NH**: *Tilia platyphyllos*. The term „sarj” is referred to sprouts (e.g. „Bsarj” means the sprouts of *Fagus sylvatica*).



7. ábra: A bükkös lékek és a környező állomány elegyaránya (N=28). A csillaggal jelölt fajok elegyarányában szignifikáns ( $p < 0,001$  szignifikanciaszint mellett) a különbség.

Figure 7: Percentage cover of selected tree species in the 28 surveyed gaps in the beech dominated stands as compared to the surrounding stands. Significant results are marked by an asterisk ( $p < 0,001$ ).

A bükkösökben szintén az elegyesség növekedése figyelhető meg a lékek kialakításával (7. ábra). Az általunk vizsgált területeken a bükk elegyaránya a környező állományban 84% volt, mellette a kocsánytalan tölgy és a magas kőris a két fő állományalkotó. A kialakított hiányfoltokban az előbbi két faj borítása lecsökkent (a bükk aránya 47%-ra), a magas kőris viszont 5%-ról 18%-ra nőtt. A 28 lékkel érintkező maradó állományban jelen nem lévő fajok közül például kecskefűz, rezgő nyár, mezei juhar és hegyi szil megtelepedését tapasztaltuk (ezek újulati elegyaránya nagyobb, mint 1%).

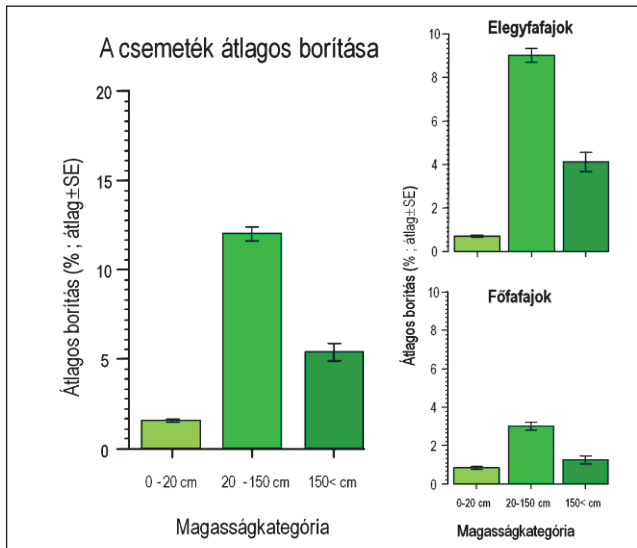
A kevert állományok ( $N = 32$ ) esetében a legfeltűnőbb változást a tölgyek és a gyertyán arányában fellépő csökkenés (29,6%-ról 6,9%-ra, illetve 39,7%-ról 15,8%-ra), valamint a bükknél tapasztalt növekedés (18,3% helyett 25,9%) jelentette. A mezei juhar térnyerése a tölgyes lékekhez hasonlóan ezekben az állományokban is nagymértékű volt, 1% alatti elegyarányjal jellemezhető kiindulási állapotból 15%-ra nőtt a borítása.

### A fásszárú újulat borítása

Gazdálkodói szempontból az újulat fajösszetételén túl kiemelkedően fontos kérdés, hogy a felújuláshoz kellő számú csemete telepedik-e meg a lékekben. A magassági csoportok átlagos összborítása mellett a főfafajok borítását az elegyfajaktól elkülönítve is vizsgáltuk (8. ábra). A 20–150 cm-es kategóriában tapasztaltuk a legnagyobb átlagos összborítást (12,4%). A fő- és elegyfajok átlagos borításában is ez a méretkategória jellemezhető a legnagyobb értékkel. Az elegyfajok újulatának borítása többszöröse a tölgy, cser és bükk összesített átlagos borításának. Ennek hátterében az áll, hogy a hagyományos vágásos üzemmódnál megszokott fajszám az átalakítás során megnő, és emiatt a gazdaságilag preferált fajok elegyaránya csökken. A megváltozott fényviszonyok és a nagyobb propagulumhozamok is a könnyebben terjedő lékfajok gyorsabb kezdeti növekedésének kedveznek.

A bükkdominálta lékekben megfigyeltük, és méréseinkkel alátámasztottuk a két fő állományalkotó faj, a bükk és a magas kőris egymáshoz viszonyított borításában tapasztalható időbeli – azaz méretkategóriák közötti – változást. Az egyes méretkategóriák relatív bükkborításértékeit nem-paraméteres Kruskal-Wallis teszttel hasonlítottuk össze. A mért relatív bükkborítások közötti különbség szignifikáns volt ( $H = 76,4673$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,001$ ). A kezdetben dominánsabb kőris a 150 cm feletti csemeték esetében csupán a vizsgált lékek 32%-ában van jelen, ezekben

is a bükkcsemetéknél lényegesen kisebb borításértékekkel. Ugyanezt a dominanciaváltást írta le Kenderes munkatársaival a bükki Óserdő Erdőrezervátumban (Kenderes és Standovár 2007; Kenderes és mtsai 2008). Terepi tapasztalatunkat, azaz a kőris-bükk dominanciaviszonyban bekövetkező eltolódást Emborg és munkatársai (Emborg 1998; Emborg és mtsai. 2000) is megfigyelték nagyobb időskálára nézve. A jelenség háttérében a két faj eltérő terjedési stratégiája áll. A záródáshiányos foltok – jelen esetben a vágástér – kialakulását követően a kőris szinte azonnal képes megtelepedni és gyors ütemben növekedni. A bükk a kezdeti lassabb növekedés ellenére, árnyéktűrése következtében, kisebb fényintenzitás mellett is dominánssá válhat. Ezt fokozza a kőris jelentősebb mértékű öngyűrülése. A vizsgálatunk eredményével kapcsolatban figyelembe kell venni további lehetséges ható tényezőket is. Ezek közül kézenfekvő, hogy a léknyitás előtt egyes lékekben esetlegesen már jelenlévő bükkmagoncok alatt a kőris számára nem volt ideális a fényklíma, valamint szerepet játszhat a nagytestű növényevők kőris iránti táplálékpreferenciája is (Kenderes és Standovár 2007; Čermák és mtsai. 2009). A rágottságbeli különbségek mellett (csatolt jelenségeként) említést kell tenni a Nagy-Hideg-hegy környéki lékek *Chalara fraxinea* T. Kowalski fertőzöttségéről is. A magas kőris kéregnekroízisát okozó gombát eddig elsődlegesen fiatal egyedeken azonosították – Magyarországon először 2008-ban (Szabó és mtsai. 2009). A kórokozó megtelepedését és a fertőzés kialakulását elősegítik a szöveti sérülések, így a vadhatás is. Az említett területen található mérési pontokban azt tapasztaltuk, hogy a rágott egyedek szinte mindegyikét érintette a gombabetegség.



8. ábra: Az újulat összborítása, valamint a főfajok és az elegyfajok méretkategóriánkénti átlagos borítása

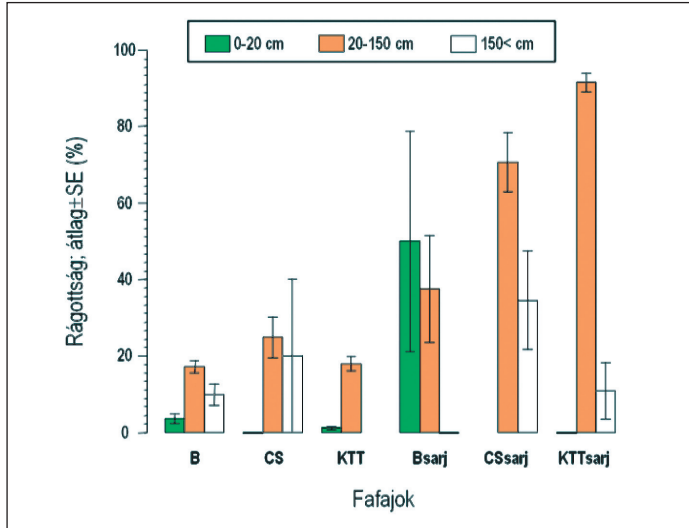
Figure 8: The total cover of the natural regeneration, the cover of the saplings of dominant tree species and admixing tree species

### Az újulat rágottsága

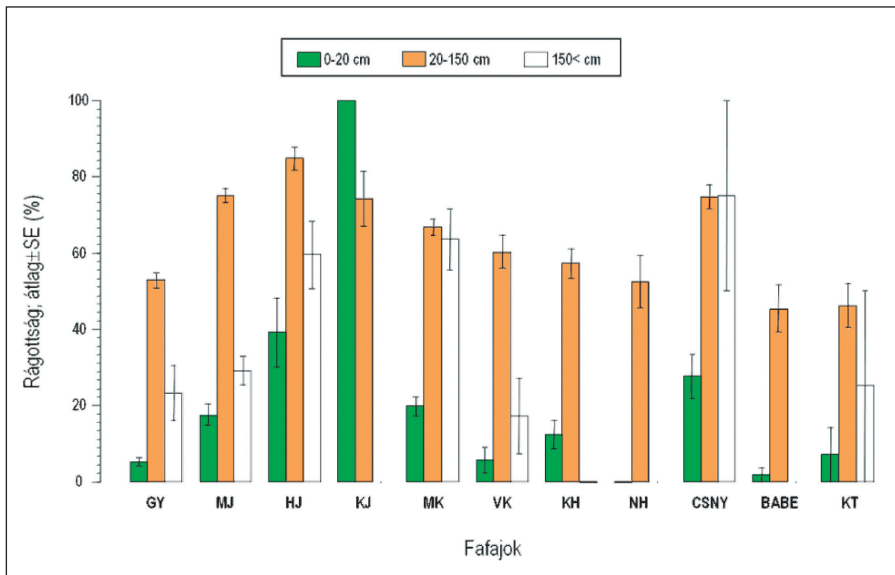
Az újulat rágottságának vizsgálata azt mutatta, hogy a főfajok (bükk, kocsánytalan tölgy, cser) a vad által leginkább elérhető 20–150 cm-es kategóriában károsodtak (9. ábra). Ennek mértéke átlagosan 20% körüli, azaz az egyedek 20%-át érinti. A sarjeredetű újulat rágottsága – e kategórián belül is – kiemelkedően magas, az egyedek 80%-án tapasztalható rágáskár.

Az elegyfajok rágottságát vizsgálva (10. ábra) szintén a 20–150 cm-es csemeték rágottsága adódik legnagyobbnak, de ez az érték – például a hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*) és a madárcseresznye esetében – eléri a 80%-ot. A vad okozta rágottság a nagyobb méretkategória felé általában szintén csökken (kivételek alól

a madárcseresznye). A 20 cm-nél alacsonyabb korai juhar (*Acer platanoides*) újulatának 100%-os rágottsága abból adódik, hogy a faj ebben a méretkategóriában kevés egyeddel lett mintázva. Ahol bekerült a mintavételbe, ott minden magonc rágott volt, de hogy ez a nagymértékű preferencia mennyire általánosítható a korai juharra, több lék és egyed felméréséből lehetne egyértelműen megmondani.



9. ábra: A gazdasági szempontból fontos állományalkotó fajok rágottsága. A minták átlagait (és azok standard hibáját) három méretkategóriában, a mag- és sarjeredetű egyedek rágottságát külön ábrázolva  
 Figure 9: The browsing intensity on the dominant tree species. The mean values ( $\pm$  SE) are shown for the three size-categories. Natural regeneration and sprouts are treated separately.



10. ábra: Az általunk vizsgált lékekben legnagyobb borításértékkel jelen lévő elegyfajok rágottsága (átlag  $\pm$  SE), három méretkategóriában  
 Figure 10: Browsing intensity on some admixing tree species (mean  $\pm$  SE) in three size-categories



A fő- és elegyfajok rágottságának intenzitásában tapasztalható különbség egybecseng például Ammer (1996), illetve Kenderes és Standovár (2007) tapasztalataival. Varga (in: Frank 2000) az elegyfajok iránti táplálékpreferenciában az elegyes állományok kialakulásának egyik legjelentősebb biogén gátját látja. Rendkívül nagy volt a kontraszt a magas kőris és a bükk (kb. 60% a 20%-kal szemben), valamint a mezei juhar és a kocsánytalan tölgy (76%, illetve 25%) rágottsága között. Számos szerző hangsúlyozza a kocsánytalan tölgy vaddal szembeni érzékenységét (például Gill és Beardall 2001; Csépanyi 2008), de vizsgálatunkkal nem tudtuk kimutatni a tölgy és a bükk – mint két domináns állományalkotó faj – között a vadhatásban megmutatókozó különbséget.

Becslésünkkel kimutattuk, hogy a nagyvadállomány komoly problémát okozhat, elsősorban a 20–150 cm-es méretkategóriába tartozó csemeték rágásával. Meg kell jegyezni, hogy további – jelen vizsgálattal ki nem mutatható – vadhatással is számolni kell. Ilyen, az újulat mennyiségi viszonyait csökkentő és fejlődését korlátozó jelenség a makk kitérés és elfogyasztása, a fiatal csemeték föld alatti részének károsítása, a hántás- és dörzsöléskár, a magoncok letörése és a vad okozta talajsebzés (Frank 2000). Azonban a nagyvad fajok növényzetre gyakorolt hatása tájleptékben vizsgálandó (Kenderes és Standovár 2007), hiszen az adott területen táplálkozó állatok általában lényegesen nagyobb területet használnak, mint egy lék vagy erdőrészet. Ennek megfelelően az adott területen problémát jelenthet a környező állományokban folyó eltérő szemléletű erdő- és vadgazdálkodói gyakorlat, különösen a vágásos üzemmód sematikus erdőkezelési protokollja. A kezelések során a cserjeszint eltávolítása a vad számára elérhető táplálékválasztékot jelentősen csökkenti, ezen felül mennyiségi táplálékkiesést is okoz (Frank 2000; Mátrai és Szemethy 2000; Katona és mtsai 2007; Kenderes és Standovár 2007), megnövelve a lékes átalakítással kezelt állományok újulatát érintő vadhatást.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat eredményeinek gazdálkodó szempontú értékelése során először azt kell figyelembe venni, hogy a 2007 óta eltelt idő igen rövid az átalakítás teljes tervezett időtartamához viszonyítva. Ennek ellenére már látszik néhány tendencia (pl. az elegyesség növekedése), illetve a vizsgálatok is felhívják a figyelmet néhány – az átalakítás sikerességét veszélyeztető – tényezőre (pl. vad és invazív fajok), valamint ezeknek a kockázati mértékére. A vizsgálatok további folytatása jelentős segítséget nyújt majd a beavatkozások módjának, módszerének módosításához.

Az általunk gyűjtött adatok elsődlegesen az erdőtervezés során lehetnek fontosak, eredményeinket felhasználva a további beavatkozások szempontjából vonhatók le tanulságok a Királyréti Erdészet és az átalakító üzemmódot alkalmazó valamennyi hazai erdészet számára. Munkánk során a gyakrabban vizsgált bükkös lékek mellett a kevésbé dokumentált tölgydominálta és kevert állományokat is bevontuk a mintavételezésbe. Az általunk kidolgozott protokoll megteremti a hosszú távú vizsgálatok lehetőségét (GPS-koordináták felvétele, fotodokumentáció stb.), kiindulási alapot nyújthat a lékes átalakítások jövőbeni értékelésének terepi mintavételéhez, valamint célirányos kutatási tervek és kísérletek előkészítését is segíti. A legrobusztusabb összefüggések az alkalmazott mintavételi módszerrel is kimutathatók, azonban a további vizsgálatokhoz célszerű felülvizsgálni bizonyos elemeit. Az újulat mennyiségét borításbecslés mellett a továbbiakban érdemes lenne méretkategóriánként területegységre vonatkoztatott egyedszámban is meghatározni, ami lehetővé tenné az eredmények könnyebb összehasonlíthatóságát és értelmezését.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetet mondani Dobay Gábornak, Papp Károlynak és Tímár Gábornak, a Heves Megyei Környezetvédelmi Igazgatóság Börzsöny-Cserhát Erdőtervezési Osztály munkatársainak a mintavétel szempontrendszerének összeállításában, a protokoll kialakításában és terepi tesztelésében nyújtott segítségükért. Külön és kiemelt köszönettel tartozunk Csikós Eszternek a felmérésben végzett áldozatos munkájáért.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ammer, C. 1996: Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88: 43–53.
- Aszalós R.; Standovár T.; Ruff J. és Barton, Zs. 2004: A Börzsönyi jégtörések okairól az országosan egyre nagyobb területet érintő jégtörések fényében, Erdő és Klíma Konferencia IV., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 249–262.
- Aszalós, R.; Somodi, I.; Kenderes, K.; Ruff, J.; Czúcz, B. and 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.
- Busing, R. T. and White, P. S. 1997: Species Diversity and Small-Scale Disturbance in an Old-Growth Temperate Forest: A Consideration of Gap Partitioning Concepts. *Oikos*, 78: 562–568.
- Čermák, P.; Horsák, P.; Špiřík, M. and Mrkva, R. 2009: Relationships between browsing damage and woody species dominance. *Journal of Forest Science*, 55: 23–31.
- Csepányi P. 2008: A tölgy és a folyamatos erdőborítás, *Erdészeti Lapok*, 143: 294–297.
- Dövényi Z. (ed.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.
- Emborg, J. 1998: Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 106: 83–95.
- Emborg, J.; Christensen, M. and Heilmann-Clausen, J. 2000: The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 126: 173–189.
- Frank, T. (ed.) 2000: Természet – Erdő – Gazdálkodás. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület és Pro Silva Hungaria Egyesület, Eger.
- Gálhidy, L.; Mihók, B.; Hagyó, A.; Rajkai, K. and Standovár, T. 2006: Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a Hungarian beech forest. *Plant Ecology*, 183: 133–145.
- Gill, R. and Beardall, V. 2001: The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry*, 74: 209–218.
- Horváth Á.; Zsikla Á. és Hadvári M. 2010: A „Zsófia” ciklon meteorológiai leírása, *Erdészeti Lapok*, 145: 251–252.
- Katona K.; Szemethy L.; Nyeste M.; Fodor Á.; Székely J.; Bleier N.; Kovács V.; Olajos T.; Terhes A. és Demes, T. 2007: A hazai erdők cserjeszintjének szerepe a nagyvad-erdő kapcsolatok alakulásában. *Természetvédelmi Közlemények*, 13: 119–126.
- Kelemen, K.; Mihók, B.; Gálhidy, L. and Standovár, T. 2012: Dynamic response of herbaceous vegetation to gap opening in a Central European beech stand. *Silva Fennica*, 46: 53–65.
- Kenderes, K.; Aszalós, R.; Ruff, J.; Barton, Z. and 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: 209–220.
- Kenderes, K.; Mihók, B. and Standovár, T. 2008: Thirty years of gap dynamics in a central European beech forest reserve. *Forestry*, 81: 111–123.
- Kenderes K. és Standovár T. 2007: Természetes lékek felújulásának vizsgálata a bükki Őserdő Erdőrezervátumban. *Természetvédelmi Közlemények*, 13: 101–108.
- Mátrai K. és Szemethy L. 2000: A gímszarvas szezonális táplálékának jellegzetességei Magyarország különböző élőhelyein. *Vadbiológia*, 7: 1–9.
- MgSzH 2007: A Diósjenő-Királyréti körzet erdőterve 2007–2016. Váci Erdőtervezői Iroda, Vác.
- Mihók, B.; Gálhidy, L.; Kelemen, K. and Standovár, T. 2005: Study of Gap-phase Regeneration in a Managed Beech Forest: Relations between Tree Regeneration and Light, Substrate Features and Cover of Ground Vegetation. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 1: 25–38.
- Mihók, B.; Gálhidy, L.; Kenderes, K. and Standovár, T. 2007: Gap Regeneration Patterns in a Semi-natural Beech Forest Stand in Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 3: 31–45.
- Nagy J., 2007: A Börzsöny hegység edényes flórája. (Vascular flora of the Börzsöny Mountains). Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest.
- Reininger H. 2010: A szálalás elvei. HM Budapesti Erdőgazdaság Zrt., Budapest.



- Somogyi Z. 1998: A bolygatás jelensége, szerepe az erdei ökoszisztémákban és erdőművelési jelentősége. Erdészeti Kutatások, 88: 165–194.
- Szabó I.; Horváth L. és Nagy L. 2009: A magas kőrös hajtáspusztulása. Erdészeti Lapok, 144: 46–47.
- The R Development Core Team 2008: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Zinggeler, J. and Schwyzer, A. 2001: Game Browsing Damage Survey. 93–99. In: Brassel, P. and Lischke, H. (eds.), Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment, WSL Swiss Federal Research Institute.

*Érkezett: 2013. március 28.  
Közlésre elfogadva: 2013. június 28.*