

# GYERTYÁNOS-TÖLGYESBEN KIALAKÍTOTT LÉKEK ÚJULATÁNAK VIZSGÁLATA A SOPRONI-HEGYSÉG TERÜLETÉN

Csiszár Ágnes, Korda Márton, Zagyvai Gergely, Winkler Dániel, Tiborcz Viktor, Süle Péter,  
Šporčić Dean, Naár Dénes és Bartha Dénes

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar*

## Kivonat

Ez a vizsgálat a Soproni-hegység területén, átalakító üzemmódban kezelt gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőrésztletben mesterségesen kialakított 33 lék négyéves felvételének eredményeit közli. A növényzet felmérésekor a lékeket egy központi körre és az égtájaknak megfelelően négy körcikkre osztottuk, s a vizsgálati egységben feljegyeztük az előforduló növényfajok borítási értékeit és a természetes újulat fajonkénti egyedszámát. A vizsgált időszakban a lékekben nagyszámú és változatos fajösszetételű újulat jelent meg, kiemelkedő egyedszámban a kocsánytalan tölgy és a csertölgy, ezen kívül a közönséges gyertyán, a kislevelű hárs és a madárcseresznye újulata volt meghatározó. Legmagasabb csemeteszám az északi szegmensben fordult elő, azt követte a nyugati, a déli és a keleti körcikk, míg a központi körben szignifikánsan kisebb csemeteszám volt. Eredményeink alapján a vizsgált erdőrésztletben az elnyújtottabb elliptikus alakkal rendelkező kisebb, 250 m<sup>2</sup> terület alatti lékek bizonyultak a legoptimálisabbnak az újulat megjelenése és megmaradása szempontjából.

*Kulcsszavak:* folyamatos erdőborítás, lék regeneráció, természetes újulat

## STUDY ON WOODY REGROWTH IN SESSILE OAK-HORNBEAM FOREST GAPS IN SOPRON HILLS

### Abstract

This paper presents the four-year results of studies on 33, artificially created forest gaps of sessile oak-hornbeam forest in transform forest management subcompartments (Sopron Mts, Hungary). During the study the forest gaps have been divided into five segments: central circle and four sectors according to the point of compass; dominance of occurring plant species and number of specimens of natural regrowth has been recorded in five segments of gaps. During the study plentiful and species rich woody regrowth appeared in the studied forest gaps. Regrowth of *Quercus petraea* and *Quercus cerris* were the most prominent, although the renewal of *Carpinus betulus*, *Tilia cordata* and *Cerasus avium* were also considerable. The most specimens of woody regrowth occurred in the northern segment, followed by western, southern and eastern ones respectively; while the fewest specimens were experienced in the central circle. As our results demonstrated, the elongated elliptic and smaller, 250 m<sup>2</sup> sized gaps proved to be the most optimal in regard to appearance and survival of woody regrowth in the studied forest subcompartment.

*Keywords:* continuous cover forestry, gap regeneration, natural regrowth

*Levelező szerző/Correspondence:*

Csiszár Ágnes, 9400 Sopron, Ady E. u. 5., csiszar.agnes@emk.nyme.hu



## BEVEZETÉS

A természetes ökoszisztémák működését több, különböző bolygatás együttes hatása határozza meg, s az életközösségek működésük során adaptálódnak ezekhez a hatásokhoz, sőt a bolygatások elmaradása a biodiverzitás csökkenéséhez és az életközösség elszegényedéséhez vezethet (Kenderes és mtsai 2007). A lékek képződése szintén a természetes folyamatok egyik fontos eleme, ezért a lékek képződésének, az újulat és a lágyszárú szint regenerációjának vizsgálata kiemelkedő fontosságú a természetközeli erdőgazdálkodás kialakításához. Az elmúlt évtizedekben hazánkban és nemzetközileg is egyre jelentősebbé vált az erdők sokoldalú rendeltetésének biztosítása, aminek eredményeként az erdőgazdálkodás feladatai is átrendeződtek (Pommerening és Murphy 2004; Diaci 2006; Solymos 2008); erősödött az ökoszisztéma-szemlélet, előtérbe került a természeti folyamatokra az eddigieknél jobban támaszkodó erdőgazdálkodás szükségessége (Standovár 2006; Kenderes és mtsai 2007; Solymos 2011). A közelmúltban több hazai kutatás vizsgálta a természetes erdődinamikai folyamatokat és a természetes felújulás lehetőségeit, s ezzel nemcsak az erdei életközösségekben végbemenő folyamatok feltárásához és megértéséhez járultak hozzá, de a gyakorlati erdőgazdálkodás szempontjából is fontos ismereteket tettek közzé (Török 2000; Tobisch és Standovár 2005; Mihók 2007; Csépanyi 2008; Gálhidy 2008; Kenderes 2008; Kenderes és mtsai 2008; Tobisch 2009; Bartha és Puskás 2013).

A folyamatos erdőborítás megvalósítása az egyes erdőtársulásokban természetvédelmi és erdőgazdálkodási szempontból is számos elméleti és gyakorlati kérdést vet fel. Az egyik kardinális kérdés a változatos fajú és megfelelő egyedszámú újulat megjelenésének és megmaradásának biztosítása, amit az őshonos és adventív gyomfajok konkurenciája egyaránt veszélyeztethet. A megváltozott abiotikus tényezők együttes hatása és heterogén mintázata meghatározza a lékek fajösszetételét és dominanciaviszonyait, a lékek regenerációjának mintázatára a lékfelosztási elmélet adhat lehetséges választ. Az elmélet szerint a környezeti tényezők értékei a lékek közepétől az állomány irányában grádienset hoznak létre, amelynek különböző értékeihez különböző fajok adaptálódtak a leghatékonyabban (Brokaw és Busing 2000; McCarthy 2001; Busing és Brokaw 2002). A lékek északi részeinek besugárzása jelentősebb, így ez nagyobb számú újulathoz és fénykedvelő fajok megjelenéséhez vezethet (Collins és Pickett 1987). A fás szárú fajok lékekben való regenerációját vizsgáló kutatások nemzetközi és hazai irodalmának Mihók (2007) részletes áttekintését adja.

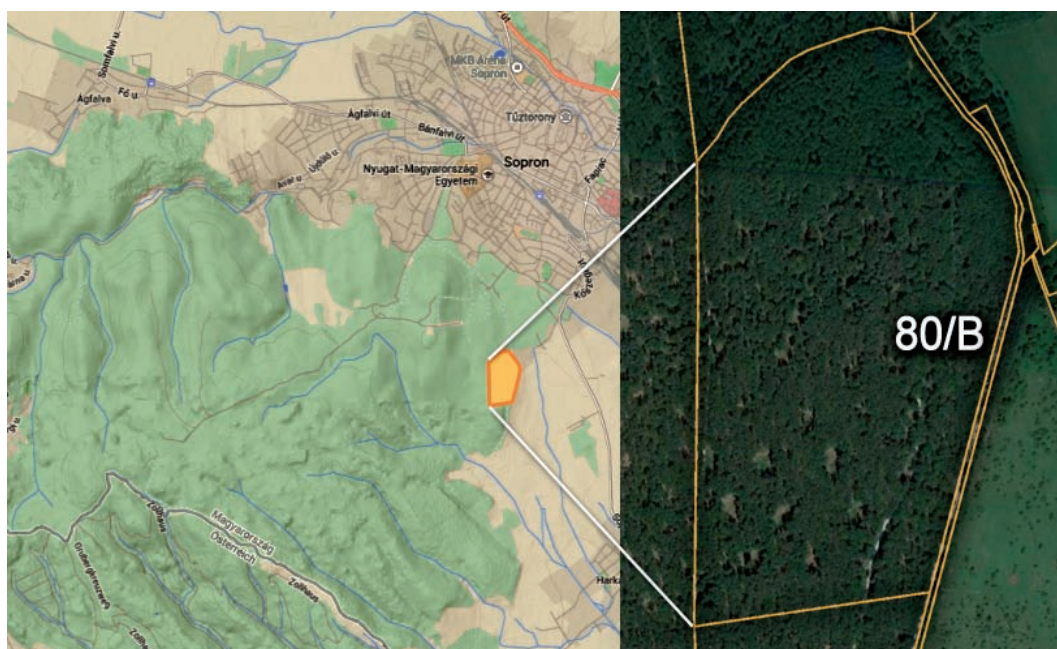
Mihók (2007) a lékek fénymintázatát és növényzeti regenerációját három hazai, középhegységi bükkösben vizsgálva az állomány alatti és a lékszéli kvadrátokban szignifikánsan több csemete előfordulását tapasztalta, mint a lék belsőbb részein. Gálhidy (2008) középhegységi bükkösökben végzett vizsgálatai során az aljnövényzet borításának enyhén befolyásoló hatását mutatta ki a fás szárú újulatra. Tobisch (2009) gyertyános-kocsánytalan tölgyesek egyenletes bontáson és lékvágáson alapuló erdőfelújítását vizsgálva azt tapasztalta, hogy az elegyfajok konkurenciája a lékekben sokkal jelentősebb volt, mint az egyenletesen megbontott parcellákban. Az elegyfajok és a kocsánytalan tölgy magoncok is elsősorban a lék központi és északi részén fejlődtek a leggyorsabban.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a Soproni-hegység területén, a Dalos-hegyen, a Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt. Soproni Erdészete által átalakító üzem módban kezelt gyertyános-kocsánytalan tölgyesben végeztük. A mintaterületünket magába foglaló Soproni-hegység domborzata erősen tagolt, fő kőzetei a gneisz, csillámpala, fillit és csillámkvarcit. A terület éghajlata mérsékeltlen hűvös, mérsékeltlen nedves. Az évi csapadékösszeg 700-750 mm (Dövényi 2010). A Soproni-hegység nyugati részén a bükkösök, a keleti részén főként a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek a domináns erdőtürsulások, de jelentős a mészkőrűlő erdők kiterjedése is. Nagy terüle-

teket foglaltak el a hegységben a telepített fenyvesek (közönséges lucfenyő, erdeifenyő), melyek napjainkra visszaszorulóban vannak (Király 2008).

A vizsgált, Sopron 80/B erdőrészet agyagbemosódásos barna erdőtalaja igen mély termőrétegű, vályog fizikai talajféleségű, termőhelye többlet vízhatástól független, keleti kietettséű, hozzávetőleg 10 fokos lejtésű. Az erdőrészet faállományát 1914-15-ben letermelték. A felújítás során a természetes kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) újulatot közönséges lucfenyővel (*Picea abies* (L.) Karst.), erdeifenyővel (*Pinus sylvestris* L.) és közönséges jegenyefenyővel (*Abies alba* Mill.) egészítették ki. 1925-ben az erdőrészet faállománya 60%-ban kocsánytalan tölgyből, 20-20%-ban luc- és erdeifenyőből, 1953-ban 60%-ban kocsánytalan tölgyből, 10%-ban lucfenyőből és 30%-ban erdeifenyőből állt (Tamás 2011). A 20. sz. második felétől a fenyők jelentős része kikerült az állományból a gyérítések (főként 1992-ben) és az aszályos évek következtében (2003 – egészségügyi termelés fenyőpusztulás miatt) (Mollay és Molnár 2011). A 2003-as üzemtervi adatok alapján az erdőrészet domináns faja a kocsánytalan tölgy (73%), de jelentős az erdeifenyő (10%), a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus* L.) (9%) és a fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) (8%) elegyaránya is. A faállomány átlagos magassága 17 és 22 méter között változott. A lombkoronaszint záródása a lécek nyitását megelőzően 77%-ot ért el (ÁESz 2007). Az erdőrészetben a fehér akác visszaszorítására 2009-ben 2, 2010-ben 0,5, 2012-ben 0,1 hektáron vegyszeres ápolást végeztek. A földi szeder (*Rubus fruticosus* agg.) vegyszeres gyomirtására 2010-ben 0,5, 2012-ben 0,4 hektáron került sor; mechanikai ápolást 2011-ben és 2012-ben végeztek, 1,39, illetve 0,5 hektáron. Tanulmányunkban az átalakító üzemmódban kezelt 80/B erdőrészetben található, 2008-2009 telén, mesterségesen kialakított 33 lék felvételének eredményeit közöljük (1. ábra), amelyek adatait az 1. táblázat tartalmazza. A vizsgált lécekben mesterséges felújítás, pótlás nem történt, kontroll parcellát nem jelöltünk ki.



1. ábra: A Sopron 80/B erdőrészet elhelyezkedése

Figure 1: Location of Sopron 80/B forest subcompartment



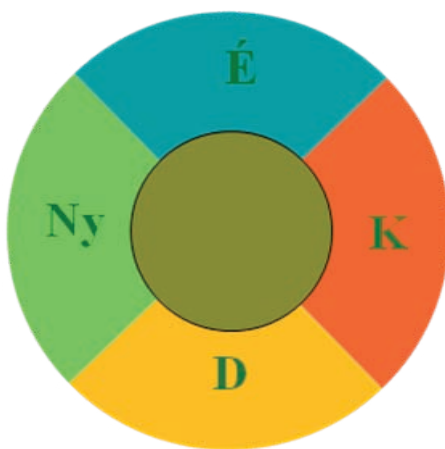
1. táblázat: A Sopron 80/B erdőrésztlet lékjeinek adatai  
 Table 1: General data of forest gaps in Sopron 80/B forest subcompartment

Abbreviations: <sup>1</sup>number of forest gaps, <sup>2</sup>length of the diagonal (m), <sup>3</sup>N-S, <sup>4</sup>E-W, <sup>5</sup>gap area, <sup>6</sup>gap shape index, <sup>7</sup>exposure, <sup>8</sup>inclination, <sup>9</sup>average tree height in the gap margin

Ssz. <sup>1</sup>	Átlóhossz <sup>2</sup>		Terület (m <sup>2</sup> ) <sup>5</sup>	Lék-index <sup>6</sup>	Kitétség <sup>7</sup>	Lejtőszög <sup>8</sup>	Átlagos lékszéli fa-magasság (m) <sup>9</sup>
	É-D <sup>3</sup>	K-Ny <sup>4</sup>					
1.	15,6	8,98	110,02	1,74	É	5	20,6
2.	17,8	17	237,66	1,05	ÉK	6	19
3.	13,2	12,6	130,63	1,05	ÉK	5,5	17,6
4.	17	3	40,06	5,67	ÉK	13,2	18,2
5.	16,9	14,1	187,15	1,20	ÉK	8,5	18,2
6.	19,2	9,8	147,78	1,96	K	8	21,4
7.	22,3	10	175,14	2,23	ÉK	5	18
8.	15,5	13	158,26	1,19	É	12,5	19,5
9.	15	14,5	170,82	1,03	É	6,5	21,3
10.	17,5	14	192,42	1,25	ÉK	9	18,5
11.	17	9,6	128,18	1,77	K	10	18
12.	15,5	13,8	168,00	1,12	ÉK	11	18,5
13.	12,9	29	293,82	0,44	K	8	19,8
14.	19,6	12	184,73	1,63	K	5	18,1
15.	23	16,5	298,06	1,39	K	13	20,5
16.	21,6	11,8	200,18	1,83	K	6	17,8
17.	24,7	14	271,59	1,76	K	12	18,2
18.	7,4	12	69,74	0,62	K	11	19,3
19.	25,2	24,3	480,95	1,04	É	11	19,3
20.	29,2	16,6	380,70	1,76	ÉK	12	19,7
21.	25,5	24,5	490,68	1,04	K	9,7	22
22.	19	13,7	204,44	1,39	K	8	19
23.	26,6	14,3	298,75	1,86	K	10	19,1
24.	23,1	15,4	279,40	1,50	ÉK	10	18,5
25.	16	14	175,93	1,14	K	13	19
26.	13,3	10	104,46	1,33	K	12	20,1
27.	14,5	12,4	141,21	1,17	ÉK	11	21,3
28.	28,3	11	244,49	2,57	K	9	23
29.	13,2	12,3	127,52	1,07	K	11	21,2
30.	19,2	11	165,88	1,75	K	11,5	18,6
31.	14,3	17	190,93	0,84	K	11	22
32.	17	7,7	102,81	2,21	Ék	11	18,2
33.	22,1	7,3	126,71	3,03	K	11	20,5

A lékek felvételezését 2009-től 2012-ig, azonos módszer szerint végeztük. A növényzet felmérése során a lékeket 5 mintaterületre osztottuk a következőképpen: a lék középpontjában kimértünk egy meghatározott sugarú kört (kis lékméret esetén 6 m, nagyméretű lékek esetén 10 m sugarú kört), a lék fennmaradó gyűrűjét ÉK-DNy-i és ÉNy-DK-i irányú vonalak mentén 4 darab körcikkre osztottuk. Az így képzett 5 egység területe hoz-

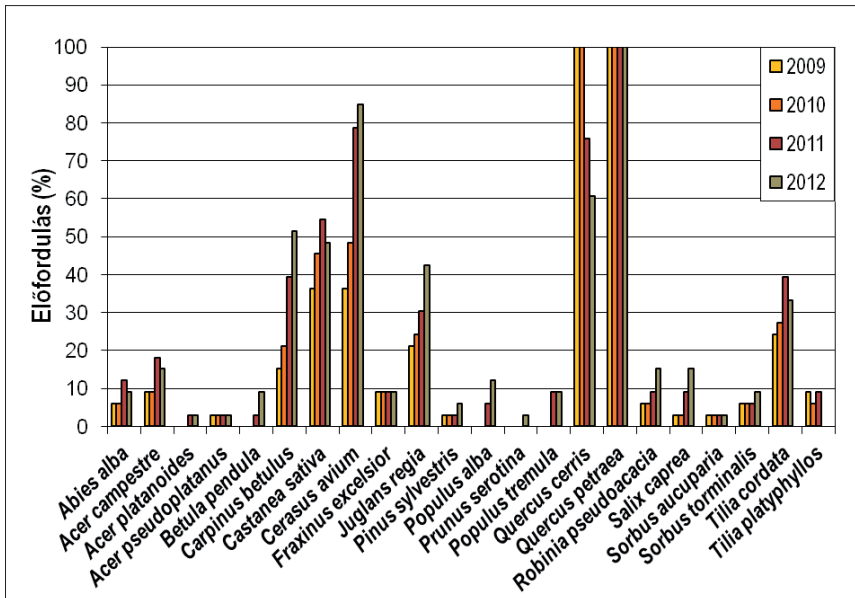
závetőleg azonos (2. ábra). Ezekben a vizsgálati egységekben feljegyeztük a fajösszetételt, az összborítást, valamint a fajokhoz tartozó borítási értékeket. Az újulat felmérésekor az öt vizsgálati egységben (4 körcikkreszlet és központi egység) feljegyeztük az újulat fajait és a fajokhoz tartozó egyedszámot. A lékek gyepszintjének felvételezésére nyáron, júniustól augusztusig, az újulat felmérésére szeptember és november között került sor. Az egyes lékek újulatában mutatkozó különbségek feltárására a lékekben előforduló csemetes szám és a lékek paraméterei (lékterület, lékindex, lejtőszög, átlagos famagasság a lék szélén, gyepszint borítása) közötti összefüggést lineáris korrelációval vizsgáltuk. A vizsgálatba a felmérés első és utolsó évének, valamint a négy év átlagos csemetes számának ( $\text{db} / \text{m}^2$ ) adatsorait vontuk be. A lékek alakját az átlók hányadosából képzett lékindexszel jellemeztük (Eysenrode és mtsai 1998). Az eredmények statisztikai kiértékelését paraméteres és nem paraméteres varianciaanalízissel és korrelációs vizsgálattal végeztük, a Past programcsomag (Hammer és mtsai 2001) segítségével. A lékparaméterek optimalizációs felületének létrehozását a MATLAB 7.2 program (Mathworks 2008) segítette.



2. ábra: A lékek vizsgálati egységei: kör: a lék közepe, É: északi szegmens, K: keleti szegmens, D: déli szegmens, Ny: nyugati szegmens  
 Figure 2: Studied segments of gaps: central circle, É: northern segment, K: eastern segment, D: southern segment, Ny: western segment

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az erdőrésztel lékjeiben a négy év során huszonnégy faj újulata jelent meg. A vizsgálat előrehaladtával a fajok többségére jellemző volt, hogy újulatuk egyre több lékben fordult elő. A leggyakrabban előforduló faj a kocsánytalan tölgy volt, magoncai mind a négy évben, mind a harminchárom lékben előfordultak, ezt követte közvetlenül a csertölgy (*Quercus cerris* L.). A madárcseresznye (*Cerasus avium* (L.) Moench), a szelídgesztenye (*Castanea sativa* Mill.) és a közönséges gyertyán a vizsgálat egyes éveiben a lékeknek legalább a felében előfordultak. A gyakoribb fajok között említhetjük a kislevelű hársat (*Tilia cordata* Mill.) és a királydiót (*Juglans regia* L.) is (3. ábra).



3. ábra: Az újulat fajainak frekvenciája (%) a lékekben való előfordulásuk alapján  
 Figure 3: Frequency of woody regrowth (%) according to their occurrence in gaps

A fajok tömegességét tekintve a kocsánytalan tölgy kiemelkedő számú újulattal jelent meg a lékekben; az első évben, a 33 lékben összesen több mint 8000 csemetét számoltunk meg, s ez az érték a negyedik évről meghaladta a 24000-t. A csertölgy és a közönséges gyertyán összesített egyedszáma a vizsgálat negyedik évében szintén meghaladta az ezret. Az említett fajokon kívül jelentősebb újulattal még a madárcseresznye és a kislevelű hárs jelent meg. A fehér akác, a szelídgesztenye és a közönséges dió magoncainak száma a vizsgálat szinte mindegyik évében meghaladta az 50-et (2. táblázat).

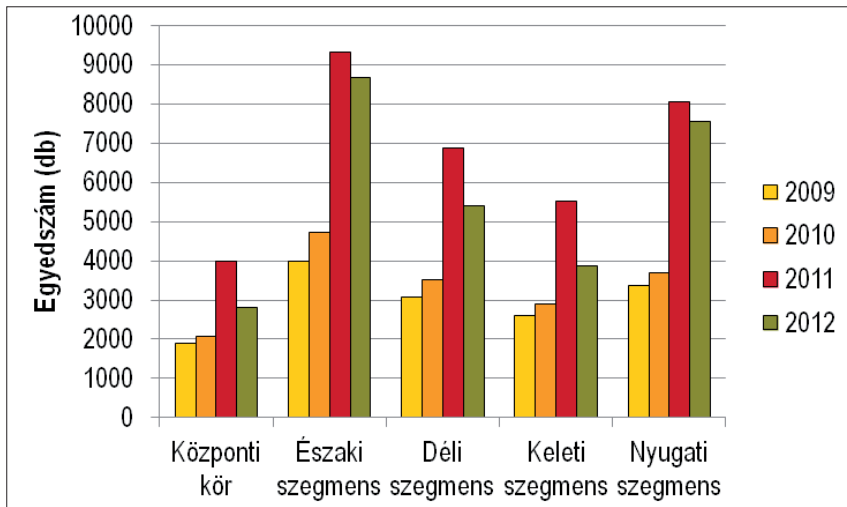
2. táblázat: Az újulat fajainak tömegessége (db) a felvételezés négy évében  
 Table 2: Amount of woody regrowth (specimens) in the four years of study  
 Abbreviations: <sup>1</sup>species, <sup>2</sup>years of study, <sup>3</sup>total number

Fajok <sup>1</sup>	A vizsgálat éve <sup>2</sup>			
	2009	2010	2011	2012
<i>Abies alba</i> Mill.	7	8	15	10
<i>Acer campestre</i> L.	14	17	30	29
<i>Acer platanoides</i> L.	0	0	1	1
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	1	4	1	7
<i>Betula pendula</i> Roth.	0	0	1	8
<i>Carpinus betulus</i> L.	937	1002	1217	1587
<i>Castanea sativa</i> Mill.	54	73	78	84
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	49	68	231	330
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	15	21	20	9
<i>Juglans regia</i> L.	34	59	63	57
<i>Pinus sylvestris</i> L.	1	1	1	21



Fajok <sup>1</sup>	A vizsgálat éve <sup>2</sup>			
	2009	2010	2011	2012
<i>Populus alba</i> L.	0	0	4	14
<i>Populus tremula</i> L.	0	0	5	9
<i>Quercus cerris</i> L.	5097	6050	1875	1283
<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	8385	9333	29800	24356
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	70	88	74	59
<i>Salix caprea</i> L.	1	3	7	9
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1	2	4	4
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz.	4	4	11	5
<i>Tilia cordata</i> Mill.	262	268	320	406
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	5	4	5	0
<b>Összesen<sup>3</sup></b>	14937	17005	33763	28288

A lékekben megjelent újulat összesített egyedszámát tekintve az egyes vizsgálati egységekben szignifikáns különbség mutatkozott (Repeated Measures ANOVA  $P < 0,0001$ ). A páronkénti elemzésben a központi és északi szegmens, valamint a központi és nyugati szegmens közötti különbség extrém szignifikánsnak ( $P < 0,001$ ), az északi és keleti szegmens közötti különbség nagyon szignifikánsnak ( $P < 0,01$ ) adódott. Legmagasabb csemeteszáma az északi szegmensben fordult elő, azt követte a nyugati, a déli és a keleti körök. A lékek közepén található vizsgálati egységben szignifikánsan kevesebb csemete volt (4. ábra). A jelentősebb újulattal jelentkező fafajok megoszlását vizsgálva a két tölgyfaj összesített egyedszáma hasonló eloszlást mutatott az összes csemeteszámmal viszonyítva. Ennek magyarázata nyilvánvalóan az, hogy a kocsánytalan tölgy és a csertölgy csemeteszáma az összes csemeteszámnak több mint 90 %-át adja.



4. ábra: Az újulat előfordulása a lékek vizsgálati egységeiben

Figure 4: Specimens of woody regrowth in the studied segments of gaps (columns: 1, central circle, 2, northern, 3, southern, 4, eastern, and 5, western segment)



A lécek egyes szegmenseiben található újulat egyedszámának összehasonlítását minden jelentősebb újulattal rendelkező faj esetén elvégeztük. A közönséges gyertyán és a madárcceresznye esetén nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget ( $P=0,5670$ ,  $P=0,3329$ ), míg a kislevelű hárs magoncainak egyedszáma a tölgyekhez hasonlóan szintén az északi és a nyugati szegmensben volt a legmagasabb ( $P=0,0394$ ).

A vizsgált 33 lék újulatának összehasonlítása során azt tapasztaltuk, hogy az egyes lécekben az egy négyzetméterre eső csemeték darabszáma között jelentős különbség adódott, a legnagyobb szórás az északi és a nyugati szegmensben jelentkezett (3. táblázat). A lécek minimális újulati egyedszáma hasonlóan alakult, míg a maximális értékek közötti eltérés sokkal szembeötlőbb volt. Az átlagos csemetes szám minden vizsgálati egységben a 3. évig fokozatosan növekedett, 2011-ben kiugróan magas volt az értéke, majd a 4. évre kismértékben visszaesett.

3. táblázat: Az újulat fajainak egyedszáma (db / m<sup>2</sup>) a felvételezés négy évében, a lécek vizsgálati egységeiben

Table 3: Amount of woody regrowth (specimens / m<sup>2</sup>) in the four years of study, in studied segments of gaps

Abbreviations: <sup>1</sup>studied segment, <sup>2</sup>years of study, <sup>3</sup>amount of woody regrowth (specimens / m<sup>2</sup>), <sup>4</sup>mean, <sup>5</sup>deviation, <sup>6</sup>central circle, <sup>7</sup>northern segment, <sup>8</sup>eastern segment <sup>9</sup>southern segment, <sup>10</sup>western segment

Vizsgálati egység <sup>1</sup>	Vizsgálat éve <sup>2</sup>	Újulat egyedszáma (db / m <sup>2</sup> ) <sup>3</sup>			
		átlag <sup>4</sup>	maximum	minimum	szórás <sup>5</sup>
Központi kör <sup>6</sup>	2009	0,55	6,43	0,01	1,12
	2010	0,63	7,15	0,01	1,24
	2011	0,92	5,32	0,01	1,10
	2012	0,72	4,40	0,02	0,79
Északi szegmens <sup>7</sup>	2009	0,86	5,12	0,01	1,01
	2010	1,04	6,34	0,01	1,20
	2011	2,14	14,80	0,12	2,67
	2012	1,94	7,56	0,09	1,72
Keleti szegmens <sup>8</sup>	2009	0,57	2,68	0,03	0,71
	2010	0,66	3,46	0,04	0,78
	2011	1,35	5,74	0,05	1,17
	2012	0,92	4,62	0,09	0,88
Déli szegmens <sup>9</sup>	2009	0,73	3,24	0,07	0,78
	2010	0,85	4,06	0,12	0,89
	2011	1,58	5,50	0,14	1,27
	2012	1,41	5,43	0,11	1,29
Nyugati szegmens <sup>10</sup>	2009	0,77	3,03	0,02	0,73
	2010	0,85	3,78	0,05	0,83
	2011	1,83	8,21	0,26	1,68
	2012	1,69	6,26	0,23	1,46



Az egyes lécek újulatában mutatkozó különbségek okainak feltárása érdekében megvizsgáltuk a lécekben előforduló csemeteszám korrelációját a lékterülettel, a lékindexszel, a lejtőszöggel és az átlagos famagassággal a vizsgálat első (2009) és utolsó (2012) évének, valamint a négy év átlagos csemeteszámának felhasználásával. Az átlagos csemeteszám és a gyepszint összborításának kapcsolatát a lécekben szegmensenként és a lécek egész területére vonatkozóan is elemeztük. A statisztikai elemzés a vizsgált paraméterek közül a lékindex pozitív, valamint a lékterület negatív korrelációját igazolta az átlagos csemeteszámmal (4. táblázat).

4. táblázat: A lécek átlagos csemeteszáma (db / m<sup>2</sup>) és a lékparaméterek közötti összefüggés korrelációs együtthatói

Table 4: Correlation coefficients between woody regrowth (specimens / m<sup>2</sup>) and the gap parameters

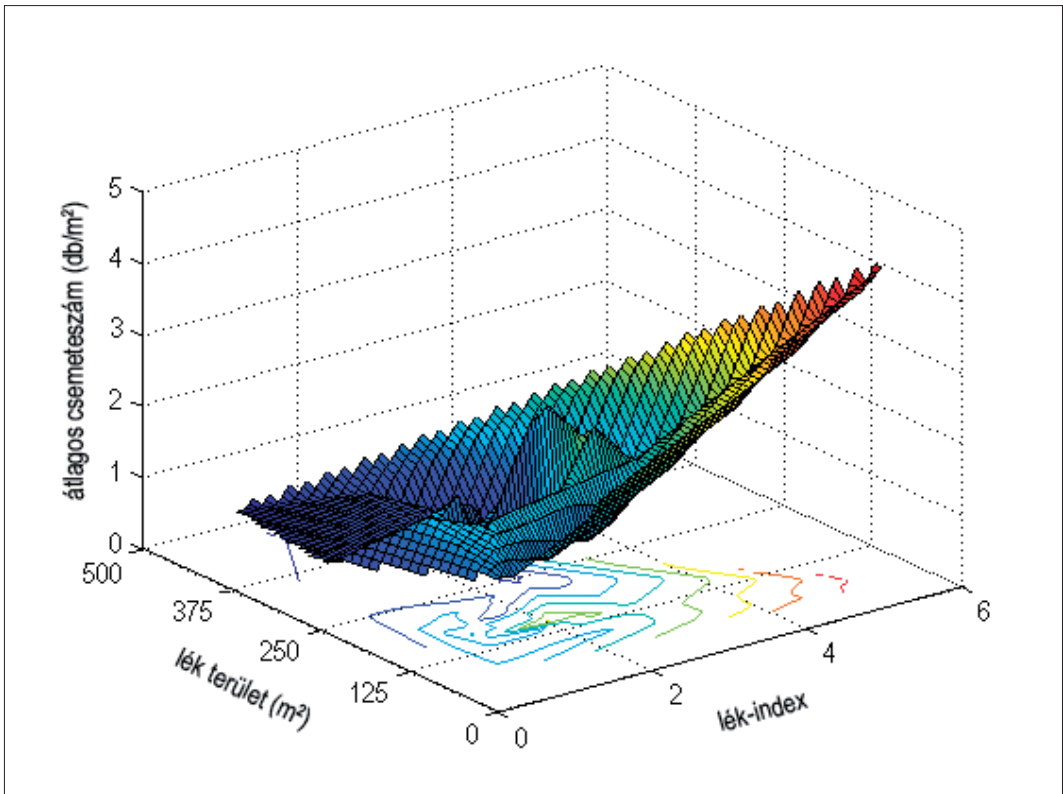
Abbreviations: <sup>1</sup>gap shape index, <sup>2</sup>gap area, <sup>3</sup>inclination, <sup>4</sup>average tree height in the gap margin, <sup>5</sup>woody regrowth (specimens / m<sup>2</sup>)

	Lékindex <sup>1</sup>	Lékterület (m <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Lejtőszög <sup>3</sup>	Átlagos lékszéli famagasság (m) <sup>4</sup>
Átlagos csemeteszám <sup>5</sup> (db / m <sup>2</sup> ) (2009)	0,7003**	-0,3742*	0,1271 NS	-0,2061 NS
Átlagos csemeteszám (db / m <sup>2</sup> ) (2012)	0,6352**	-0,6200**	0,0393 NS	-0,0906 NS
Átlagos csemeteszám (db / m <sup>2</sup> ) (2009-2012)	0,7522**	-0,5568**	0,1230 NS	-0,1683 NS

Jelmagyarázat: \*p<0,05; \*\*p<0,01; NS – nem szignifikáns, non-significant

A vizsgálat kezdő és utolsó évének átlagos csemeteszáma, valamint a négyéves adatsorból képzett átlagos csemeteszám is erős pozitív korrelációt mutatott a lékindexszel (2009: R<sup>2</sup>=0,4905; F=29,85, p<0,01; 2012: R<sup>2</sup>=0,4035; F=20,97, p<0,01; 2009-2012 átlag: R<sup>2</sup>=0,5658; F=40,39, p<0,01); vagyis a lécek hosszának növekedése növelte az egy négyzetméterre eső újulat darabszámát. A lékterület esetén mindhárom vizsgálati időpontban negatív összefüggést tapasztaltunk (2009: R<sup>2</sup>=0,1400; F=5,04, p<0,05; 2012: R<sup>2</sup>=0,3844; F=19,36, p<0,01; 2009-2012 átlag: R<sup>2</sup>=0,3100; F=13,93, p<0,01), a korreláció mértéke a 2012-es adatsor esetén bizonyult a legerősebbnek; a lékterület növekedése tehát csökkentette az átlagos csemeteszámot. A lejtőszög és az átlagos lékszéli famagasság egyik évben sem korrelált szignifikánsan az átlagos csemeteszámmal; megjegyzendő, hogy jelentős különbségek a lécek e paramétereiben nem is voltak. A gyepszint borítása és az átlagos csemeteszám között szintén nem tapasztaltunk szignifikáns korrelációt (P<0,05) sem az egyes szegmensekben, sem a lécek teljes területén.

Az 5. ábra a lékterület és lékindex összegzett hatását szemlélteti a 2012-es év átlagos csemeteszámára vonatkozóan. A színskála sötétkék színe az újulat szempontjából legkedvezőtlenebb, a vörös a legoptimálisabb lékparamétereket jelzi, s a modell vetülete alapján leolvashatók a lékterületnek és a lékindexnek az újulat szempontjából optimális értékei. Jól láthatóan az optimális tartomány (magasabb átlagos csemeteszám) a kisebb (250 m<sup>2</sup>>) területű és magasabb (2<) lékindexszel jellemezhető lécekben figyelhető meg elsősorban. Az ábrán a felület növekvő, egy irányba tartó kicsúcsosodása (sárga-vörös tartomány, illetve annak kontúrvonalvetülete) azonban egyetlen kiugróan magas indexű (5,67), elnyújtott ellipszis alakú és kis területű (~40 m<sup>2</sup>) léknek és az ott tapasztalt magas átlagos csemeteszám értékének köszönhető. A vizsgálati területen hasonló paraméterekkel jellemezhető további lécek nem fordultak elő. Az említett, kiugró paraméterekkel jellemezhető lék mellett a további felmért lécek adatai alapján lokális optimum figyelhető meg a 2-4 indexű és 125-250 m<sup>2</sup> közötti tartományban. Általános következtetések azonban nem vonhatók le az elemzés alapján, mivel ebben a tartományban kis mintaszámmal és – az említett kiugró paraméterekkel rendelkező lék kivételével – relatíve kis szórású lékparaméterekkel dolgoztunk.



5. ábra: A lékterület és a lékindex összefüggése az átlagos csemeteszámmal ( $db/m^2$ )  
 Figure 5: Connection between gap shape index, gap area ( $m^2$ ) and mean woody regrowth (specimens /  $m^2$ )

## ÖSSZEFOGLALÁS

A négyéves vizsgálat során a felmért 33 lékben nagyszámú és változatos fajösszetételű újulat jelent meg, melynek fajösszetétele és tömegessége erdőgazdálkodási és természetvédelmi szempontból egyaránt kedvezőnek tűnik. A fajok többségénél az egyedszám és a lékekben való előfordulás gyakorisága a négy év során növekvő tendenciát mutatott. A 2011-ben tapasztalt kiugróan magas csemeteszám valószínűleg a kocsánytalan tölgy 2010-es makktermésének köszönhető (Köveskúti ex verb.). A vizsgálat negyedik évében az átlagos csemeteszám a lék mindegyik vizsgálati egységében csökkent, melynek magyarázatául szolgálhat, hogy a Soproni Meteorológiai Állomás adatai szerint a 2012. júniusi, illetve augusztusi csapadékösszeg az előző évhez képest jelentősen elmaradt: a megelőző évinek csupán 55, illetve 22 %-a volt (Kiss 2014).

Az erdőgazdálkodási szempontból jelentős fajok újulata a lékekben kiemelkedő volt, a kocsánytalan tölgy és a csertölgy esetén különösen magas egyedszámot tapasztaltunk, a gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdő-társulásra jellemző fajok szintén jelentős faj- és egyedszámban jelentek meg a lékekben. Az inváziós fajok jelenléte a lékekben nem volt meghatározó, a fehér akác azonban minden egyes évben előfordult a lékekben, változó egyedszámban, ezért visszaszorítása továbbra is szükséges lehet.

Kutatásunk eredményei az újulat térbeli mintázatáról részben alátámasztják az eddigi ismereteket, noha az ilyen irányú ismeretek hazánkban eddig többnyire bükkösökből származnak. Tobisch (2009) a gyertyános-kocsánytalan tölgyesekben végzett vizsgálata alapján azt tapasztalta, hogy az elegyfajok és a kocsánytalan tölgy

magoncok is elsősorban a lék központi és északi részén fejlődtek a leggyorsabban, míg saját vizsgálatunkban a kocsánytalan tölgy és a csertölgy magoncai elsősorban az északi és nyugati lékszegmensekben növekedtek. A tölgycsemeték lékbeli mintázatának magyarázatát adhatja, hogy a lékszéli koronarészletek magprodukciója magasabb, a nagyméretű lékek esetén a makkok nem jutottak el a lék közepéig (Mátyás 1965; Márkus és Mátyás 1966; Mendlik 1989; Standovár és Kenderes 2003). Az elegyfajok közül csak a kislevelű hárs esetén tapasztaltuk az újulat előfordulásának égtáj szerinti meghatározottságát, lehetséges azonban, hogy nagyobb egyedszám esetén ez a tendencia más fajoknál is megnyilvánulna. Kutatásunk során az újulat legkisebb egyedszámában a központi körben jelent meg, valószínűleg a fényben gazdag élőhelyen megjelenő lágyszárú fajok és a földi szeder kompetitív hatása miatt.

Vizsgálatunk során a lékparaméterek közül az újulatra gyakorolt szignifikáns hatását a lékalaknak és a lékterületnek sikerült statisztikailag igazolni. A lékek kitétsége, lejtőszöge, az átlagos lékszéli famagasság és a gyepszint borítása nem volt meghatározó a csemeteszám szempontjából, fontos azonban megjegyezni, hogy a lékek egy erdőrésztelen belül helyezkednek el, és e paramétereik jelentősen nem különböznek. A 80/B erdőrészlet lékjeinek esetén az elnyújtottabb, elliptikus alakú lékek újulata kedvezőbbnek bizonyult, mint a szabályosabb körhöz hasonlító lékeké. Eredményünk összhangban van Csépanyi (2008) megállapításával, mely szerint a kör alakú lékek kialakítása főleg délies kitétség és erősebb lejtés esetén javasolható, sík területeken és északias kitétségnél inkább az ellipszis vagy ellipsziszből származó szabálytalan alakú lék kialakítása célszerű a lék gyomosodásának, illetve elvizesedésének elkerülése érdekében. A keskenyebb, elliptikusabb lékalak jobban modellezi a természetes módon kidőlt fák hatására keletkező lékeket, mely számos faj esetében megfelelő mikroklímátikus adottságokat biztosít a természetes felújuláshoz (Brown 1993; Eysenrode és mtsai 1998, Hunter és Barbour 2001; Cowell és mtsai 2010; de Lima és mtsai 2012). Vizsgálati területünkön a kisebb méretű lékekben is jelentős volt az újulat, míg a növekvő lékméret az újulat számának csökkenéséhez vezetett, ezért az újulat megtelepedése és megmaradása szempontjából a vizsgált erdőrészletben az 50-250m<sup>2</sup> nagyságú lékek bizonyultak a legoptimálisabbnak. Vizsgálataink révén a szukcessziós folyamatok és a lékregeneráció kezdeti folyamatának előzetes eredményeiről tudunk beszámolni, a természetes felújítás érdekében alkalmazott módszerek értékeléséhez és további javaslatok megfogalmazásához hosszabb távú vizsgálatok szükségesek.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetünket kifejezni Teleki Balázsnak a terepi felvételezésben való részvételért, Köveskúti Zoltánnak, Bánáti Lászlónak és Gergác Péternek (TAEG Zrt.) az erdőrészlettel kapcsolatos információkért, Kiss Mártonnak és Schmidt Dávidnak a meteorológiai adatok közzétételéért. Kutatásainkat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004 támogatta.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Állami Erdészeti Szolgálat (ÁESz): Országos Erdőállomány Adattár 2007.
- Bartha D. és Puskás L. 2013: *Silva naturalis* Vol.1. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- Brokaw, N. and Busing, R.T. 2000: Niche versus chance and tree diversity in forest gaps. *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 183-188.
- Brown, N.D. 1993: The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 153-168.
- Busing, R.T. and Brokaw, N. 2002: Tree species diversity in temperate and tropical forest gaps: the role of lottery recruitment. *Folia Geobotanica*, 37: 33-43.



- Collins, B.S. and Pickett, S.T.A. 1987: Influence of canopy opening on the environment and herb-layer in a northern hardwoods forest. *Vegetatio*, 70: 3-10.
- Cowell, C.M.; Hoalst-Pullen, N. and Jackson, M.T. 2010: The limited role of canopy gaps in the successional dynamics of a mature mixed Quercus forest remnant. *Journal of Vegetation Science* 21: 201-212.
- Csépányi P. 2008: A tölgy és folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok*, 143 (10): 294-297.
- de Lima, R.A.F.; Prado, P.I. Martini, A.M.Z.; Fonseca, L.J.; Gandolfi, S. and Rodrigues, R.R. 2012: Improving methods in gap ecology: revisiting size and shape distributions using a model selection approach. *Journal of Vegetation Science*, 24 (3): 484-495.
- Diaci, J. (ed.) 2006: Nature-based forestry in Central Europe. Alternatives to industrial forestry and strict preservation. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Ljubljana.
- Dövényi Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Eysenrode, D.S.V.; Bogaert, P.; Van Hecke, P. and Impens I. 1998: Influence of tree-fall orientation on canopy gap shape in an Ecuadorian rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 14 (6): 865-869.
- Gálhidy L. 2008: Az aljnövényzet fajösszetételének és tömegességének változásai közephegységi bükkösök mesterséges és szélöntés nyomán létrejövő lékjeiben. Doktori értekezés. ELTE, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest.
- Hammer, Ř.; Harper, D.A.T. and P. D. Ryan 2001: PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9 pp.
- Hunter, J.C. and Barbour, M.G. 2001: Through-growth by *Pseudotsuga menziesii*: a mechanism for change in forest composition without canopy gaps. *Journal of Vegetation Science*, 12: 445-452.
- Kenderes K. 2008: Kelet-közép európai bükkösök természetes dinamikája. Doktori értekezés. ELTE TTK, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Biológia Doktori Iskola, Budapest.
- Kenderes K.; Tímár G.; Ódor P.; Bartha D.; Standovár T.; Bodonczai L.; Bölöni J.; Szmorad F. és Aszalós R. 2007: A természetvédelem hatása közephegységi erdeinkre. *Természetvédelmi Közlemények*, 13: 69-80.
- Kenderes, K.; Mihók, B. and Standovár, T. 2008: Thirty years of gap dynamics in a central european beech forest reserve. *Forestry*, 81 (1): 111-123.
- Király G. 2008: Soproni-hegység. 224. In: Király G.; Molnár Zs.; Bölöni J.; Csiky J. és Vojtkó A. (szerk.): Magyarország földrajzi kistájainak növényzete. MTA-ÖBKI, Vácrátót.
- Kiss M. 2014: Átlagos középhőmérséklet-, csapadékösszeg-, napfénytartalom- és párolgás adatok 2009-2012. Országos Meteorológiai Szolgálat, Soproni Meteorológiai Állomás.
- Márkus L. és Mátyás V 1966: A bükkmakk természetbiológiájának ismeretéhez. *Erdészeti Kutatások*, 62: 177-193.
- MathWorks 2008: MATLAB. version R2008A. MathWorks, Natick, Massachusetts, USA.
- Mátyás V. 1965: Ökológiai megjegyzések a tölgy és a bükk termésének időszakosságához. *Erdészeti Kutatások*, 61: 99-121.
- McCarthy, J. 2001: Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests. *Environmental Reviews*, 9: 1-59.
- Mendlik G. 1989: A bükkösök természetes felújításának újabb irányai. *Erdészeti Kutatások*, 80-81: 284-288.
- Mihók B. 2007: Lékek fénymintázata és növényzeti regenerációja bükkös állományokban. Doktori értekezés. ELTE TTK, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Biológia Doktori Iskola, Budapest.
- Mollay J.-né és Molnár Á. 2011: A Sopron-hegyvidéki erdők állományainak változása 1955-2005 között. 122-239. In: Bartha D. és Oroszi S. (szerk.): A Soproni-hegység erdőállományainak története. TAEG Tanulmányi Erdőgazdaság, Sopron.
- Pommerening, A. and Murphy, S.T. 2004: A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry*, 77: 27-44.
- Solymos R. 2008: Folyamatos erdőborítás – természetes felújítás – szálalóerdő. *Erdészeti és Faipari Híradó*, 18: 6-7.
- Solymos R. 2011: Természetes erdőfelújítás – folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok*, 151: 72-74.
- Standovár T. 2006: Biológiai megfontolások az erdei életközösségek hatékony védelméhez. *Magyar Tudomány*, 2006/6: 656-662.
- Standovár, T. and Kenderes, K. 2003: A review on natural stand dynamics in beechwoods of East Central Europe. *Applied Ecology and Environmental Research*, 1: 1-46.

- Tamás J. 2011: A Sopron hegyvidéki erdők történelmi fejlődése, tájleírásai a fafaj, elegyarány és korosztály viszonylatában napjainkig (1955). 5-121. In: Bartha D. és Oroszi S. (szerk.): A Soproni-hegység erdőállományainak története. TAEG Tanulmányi Erdőgazdaság, Sopron.
- Tobisch T. 2009: Egyenletes bontáson és lékvágáson alapuló erdőfelújítás összehasonlítása gyertyános-kocsánytalan tölgyesben. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron.
- Tobisch, T. and Standovár, T. 2005: A comparison of vegetation patterns in the tree and herb layers of a hardwood forest. *Community Ecology*, 6 (1): 29-37.
- Török A. 2000: Égtájorientált, erdőtípus-érzékeny természetes felújítási rendszer. *Erdészeti Lapok*, 135: 170-171.

*Érkezett: 2014. március 11.*

*Közlésre elfogadva: 2014. július 15.*