

Doktori (PhD) értekezés

**Lékek természetes felújulásának vizsgálata
átmeneti üzemmódú kocsányos tölgyes,
kocsánytalan tölgyes és cseres
állományokban a Délnyugat-Dunántúlon**

Soproni Egyetem

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok

Doktori Iskola

E2: Az erdőgazdálkodás biológiai alapjai program

Írta:

Kollár Tamás

Társ-témavezető: Csókáné Dr. Szabados Ildikó

Társ-témavezető: Dr. habil. Frank Norbert

Sopron

2018

**Lécek természetes felújulásának vizsgálata átmeneti üzemmódú kocsányos tölgyes,
kocsánytalan tölgyes és cseres állományokban a Délnyugat-Dunántúlon**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:

Kollár Tamás

Készült a Soproni Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok

Doktori Iskola

E2: Az erdőgazdálkodás biológiai alapjai program keretében

Társ-témavezető: Csókáné Dr. Szabados Ildikó

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

Társ-témavezető: Dr. habil. Frank Norbert

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Sopron,

.....

a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron,

.....

a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....

Az EDT elnöke

Nyilatkozat

Alulírott Kollár Tamás, jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a(z) Lékek természetes felújulásának vizsgálata átmeneti üzemmódú kocsányos tölgyes, kocsánytalan tölgyes és cseres állományokban a Délnyugat-Dunántúlon című PhD értekezésem önálló munkám, az értekezés készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény szabályait, valamint a Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola által előírt, a doktori értekezés készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.¹

Kijelentem továbbá, hogy az értekezés készítése során az önálló kutatómunka kitétel tekintetében témavezető(i)met, illetve a programvezetőt nem tévesztettem meg.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy az értekezést nem magam készítettem, vagy az értekezéssel kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem megtagadja az értekezés befogadását.

Az értekezés befogadásának megtagadása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron,.....

.....

doktorjelölt

¹ 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára – a cél által indokolt terjedelemben – szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást – a szerző nevével együtt – fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

Tartalomjegyzék

Kivonat.....	8
Abstract - Natural regeneration of forest gaps under transition silvicultural system in pedunculate oak, sessile oak and turkey oak dominated forest stands in Southwestern Transdanubia	9
1. Bevezetés	10
2. Szakirodalmi feldolgozás.....	12
2.1. A természetszerű erdőgazdálkodás aktuális kérdései.....	12
2.2. Természetes erdődinamika	13
2.3. Törvényi szabályozás Magyarországon.....	15
2.4. Folyamatos erdőborítással kezelt erdők területi eloszlása.....	16
2.5. A magyarországi szálalóerdők rövid elemzése	18
2.6. Legfontosabb magyarországi kutatóhelyek a folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodással kapcsolatban	19
2.7. A fafajok fényigénye	20
2.8. A talajnedvesség változása a lékekben	23
2.9. Vadkár	24
3. Anyag és módszer	26
3.1. Kísérleti területek leírása	26
3.2. A mintaterületeken végzett adatgyűjtés módszerei	29
3.2.1. Extenzív lékvizsgálati adatgyűjtés módszerei	29
3.2.2. Intenzív lékvizsgálati adatgyűjtés módszerei	29
3.2.3. Faállomány felvételek.....	31
3.2.4. Fényviszonyok vizsgálata	32
3.2.5. Talajnedvesség viszonyok vizsgálata	35
3.2.6. Újulat felvételezése.....	35
3.2.7. Növényborítás vizsgálata.....	38

3.3.	Statistikai feldolgozás módszerei.....	39
3.3.1.	Gap Light Analyzer és WinSCANOPY hemiszférikus fényképezési rendszerek adatai közötti átválthatóság	39
3.3.2.	Különböző mélységű talajnedvesség adatok közötti átválthatóság	42
3.3.3.	Intenzív felvételi eredmények kiértékelése.....	44
3.3.4.	Extenzív lékvizsgálati eredmények kiértékelése	44
4.	Eredmények és azok értékelése.....	46
4.1.	Intenzív vizsgálat eredményei	46
4.1.1.	Fényviszonyok térbeli változásai.....	46
4.1.2.	Talajnedvesség idő- és térbeli változásai.....	50
4.1.3.	Az újulat vizsgálata.....	53
4.1.4.	Növényborítás vizsgálat.....	55
4.1.5.	Korrelációs analízisek eredményei	56
4.2.	Extenzív lékvizsgálatok eredményei	57
4.2.1.	Faállomány szerkezet elemzése	58
4.2.2.	Fényviszonyok elemzése	61
4.2.3.	Újulat vizsgálatok elemzése.....	68
4.2.3.1.	Újulat változása a léknyitás óta eltelt idő függvényében.....	69
4.2.3.2.	Újulat vizsgálata a tájolás függvényében.....	78
4.2.4.	Növényborítás vizsgálatok elemzése	81
4.2.4.1.	Növényborítás változása a léknyitás óta eltelt idő függvényében	81
4.2.4.2.	Növényborítás vizsgálata a tájolás függvényében	87
5.	Összefoglalás	89
6.	Tézisek	91
7.	Javaslatok az erdőgazdálkodók számára.....	94
8.	A mintaterületek jövője a kísérletek befejezése után.....	95
9.	Köszönetnyilvánítás	96

10.	Felhasznált szakirodalom jegyzéke.....	97
11.	Ábrák listája	104
12.	Táblázatok listája	106
13.	Melléletek	107
1.	melléklet: Erdőrészletek és lékek elhelyezkedési vázlatai	107
2.	melléklet: A dolgozatban használt rövidítések táblázatai	115
3.	melléklet: Digitális melléletek listája	118

Kivonat

A folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodás egyik legjelentősebb kihívása egy adott erdőállomány-típus esetében megtalálni azt a megfelelő lék méretet és tájolást, amely segíti a gazdaságilag értékes fafajok felújulását, azonban lehetőség szerint korlátozza a kompetitorokat. A dolgozat összefoglalja egy 6 éves (2010-2015) extenzív lékvizsgálat és ezen belül egy 2 éves (2013-2014) időtartamú intenzív felvételezés eredményeit különböző tájolású mesterséges lékekben kilenc kísérleti területen. Hat erdőrészlet a Nyugat-Dunántúlon, a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén, illetve további három erdőrészlet a Dél-Dunántúlon, a Kaszó Erdőgazdaság Zrt. területén található. Az erdőrészletek fő fafajai a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) és csertölgy (*Quercus cerris*), a kocsánytalan tölgyes erdőrészletekben a Nyugat-Dunántúlon gyertyán (*Carpinus betulus*) és erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) eleggyel. A lékek mérete a kísérletek kezdetén körülbelül 30 x 15 méter volt, mely fokozatosan csökkent, a vizsgált tájolások: É-D, K-Ny, ÉK-DNy, ill. ÉNy-DK. A lékek tájolásának hatását vizsgáltuk a termőhelyi változókra vonatkozóan. A lékekben fényviszony és talajnedvesség mérések (kizárólag az intenzív felvételezésű lékekben) történtek, mint abiotikus változók. Biotikus változóként vegetációborítást, az újulat mennyiségi és magassági méréseit végeztük el.

Szignifikáns különbségek találhatóak a vizsgált paraméterek esetében a lékek közép-pontja és a zárt lombos erdőállomány között. A fénybesugárzás maximuma a lékekben csekély északi irányú eltolódást mutat. A korreláció vizsgálati eredmények kimutatták, hogy a lékek csekély északi irányú besugárzástöbblete kisebb hatással bír a talajnedvességre, a csemetemagasságra és a teljes növényborítottságra, mint a lék valós alakja és mérete, tehát annak nyitottsága.

A kilenc kísérleti területből sikeres felújulás a két Vép községhatárban található cseres főfafajú mintaterületen következett be. A további mintaterületeken elgyomosodás, vagy nem a tölgy főfafajok általi felújulás következett be. A gyertyán elegyes erdőkben a gyertyán felújulása erőteljesebb a tölgyeknél és az erdeifenyőnél. A dél-dunántúli elegyetlen tölgy erdőkben a bibircses nyír (*Betula pendula*) és az inváziós kései meggy (*Prunus serotina*) újult fel jelentős mennyiségben. A lékek tájolásának szignifikáns hatásait nem tudtuk kimutatni.

lék / folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodás / fényviszonyok / talajnedvesség / újulat / növényborítás

Abstract - Natural regeneration of forest gaps under transition silvicultural system in pedunculate oak, sessile oak and turkey oak dominated forest stands in Southwestern Transdanubia

One of the greatest challenges of continuous cover forest management is to find the suitable gap size and orientation in a given forest stand that will help the regeneration of economically significant tree species, but possibly control the competitor species. The dissertation summarizes the results of a six-year long (2010-2015) extensive gap monitoring study and together with an incorporated two-year long (2013-2014) intensive mapping of artificial gaps at nine sites having various bearing. Six forest sub-compartments are in Western Transdanubia, belonging to the area of Szombathely Forestry Corporation, and other three forest sub-compartments are in Southern Transdanubia, belonging to the area of Kaszó Forestry Stock Company. The main tree species of the studied forests are pedunculate oak (*Quercus robur*), sessile oak (*Quercus petraea*) and turkey oak (*Quercus cerris*), with hornbeam (*Carpinus betulus*) and scotch pine (*Pinus sylvestris*) mixed inside the sessile oak forests in Western Transdanubia. The size of the gaps at the beginning of the study was about 30 x 15 meters, which continuously decreased. The used orientations were N-S, E-W, NE-SW and NW-SE. The effects of orientation were studied related to the site variables. Light conditions and soil moisture (only for intensive mapping) were measured in the gaps as abiotic variables. As biotic variables, vegetation cover, quantity and height of the regeneration were measured.

There are significant differences between the middle of gaps and the closed canopy forest stands. The maximum intensity of light below the canopy shows a slight Northward dislocation. Correlation analyses results showed, that the gap's slight Northward irradiation surplus had less effect on soil moisture, regeneration heights and total herb cover than the gap's real shape and size, altogether its openness.

Successful regeneration took place only in two turkey oak sites near Vép village out of the nine sites. The other sites were covered mostly with weeds, or regenerated with not the oak main species. In hornbeam mixed forests, the hornbeam was more vigorously regenerated than the oaks and scotch pine. In the Southern Transdanubian monoculture oak forests the white birch (*Betula pendula*) and the invasive black cherry (*Prunus serotina*) regenerated in great quantity. No significant effects can be detected from the bearing of gaps.

gap / continuous cover forest management / light conditions / soil-moisture / regeneration / plant cover

1. Bevezetés

A mai modern magyarországi erdőgazdálkodás egyik, érdeklődésre számot tartott területe a természetes és természet szerű erdők kezelése, azok megőrzése és fejlesztése. Ehhez évtizedek (és századok) alatt hatalmas tudásanyag gyűlt össze, amely alapján elméletileg kiválaszthatóak és alkalmazhatóak a kívánalmaknak megfelelő természetes erdő felújítási és átalakítási módszerek (Roth 1935, Danszky 1972, Solymos 2000, Watts & Tolland 2013). Azonban a különböző kontinenseken, vagy országokban publikált sikeres erdő felújítási módszerek nem minden esetben ültethetőek át egyéb termőhelyekre, erdőterületekre hazánkban.

A magyarországi termőhelyi feltételek között, fafajaink szálalási lehetőségeit minél részletesebb kutatásokkal kell részletesen alátámasztani, nem elégséges külföldi példák (jellemzően eltérő klimatikus és termőhelyi feltételek, fafajok) alapján kijelenteni egyes erdőművelési módszerek helyességét és elvárni azok nagyterületű sematikus alkalmazását.

Kutatásaim abban nyújtanak újdonságot az országban több helyen végzett lékvizsgálatokhoz képest, hogy a viszonylag jól ismert és kutatott bükk (*Fagus sylvatica*) főfafajú állományok helyett az eltérő termőhelyi igényekkel rendelkező kocsányos tölgy (*Quercus robur*), kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) és csertölgy (*Quercus cerris*) átmeneti üzemmódú erdők vizsgálatára helyezi a hangsúlyt, kiemelten foglalkozva a fény- és talajnedvesség viszonyok kérdéskörével is.

Kísérleteimben az alábbi hipotézisekre keresem a válaszokat:

1. A lékekben való felújulást indikálja a megnövekedett fénytöbblet. Van-e kiemelt jelentősége a lékek tájolásának, méretének, alakjának a tölgy fafajok felújulása szempontjából?
2. A léknyitás következtében a talaj elnedvesedik. Igazolható-e, hogy a lékek tájolásával az elnedvesedés befolyásolható? A többlet napsugárzás szárító hatása figyelembe vehető-e?
3. Az erdőrendezés jelenleg szöveges formában, létrehozandó lékméret megadásával kezeli az átmeneti üzemmódú erdőrészeket. Leírhatóak-e az erdőtervezésben használt egyszerű lékmérettel a lékekben uralkodó fényviszonyok? Milyen hatékonyabb összefüggésekkel lehet vizsgálni a lékek fényviszonyait, és mely vizsgálati módszer lehet alkalmasabb a lékek fényviszonyainak megállapítására?

4. Az örökerdő gazdálkodás egyik elve, hogy az újulat nem célja, hanem mellékterméke a léknyitásnak és a fakitermelésnek. Igazolható-e, hogy a léknyitás elvégzése elegendő a felújuláshoz, tehát nem szükséges már meglévő újulat, vagy kimagasló makktermés a lékes felújítások üzemszerű alkalmazásához tölgyesekben? Lehetséges-e szabványos eljárások bevezetése, sematikus léknyítások alkalmazása az átmeneti üzemmódban?
5. Megkülönböztetünk fényigényes és árnyéktűrő fafajokat. Elméletileg minden fafaj valamilyen szinten alkalmas az örökerdő (és átmeneti) üzemmódra. A lékek felújulásakor hogyan viselkednek ezek a vizsgált tölgy fafajok a kísérlet során? Megfelelő tájolással elősegíthető-e a fényigényesnek mondott fafajok felújulása?
6. Igazolható-e, hogy minimális, vagy ápolás nélkül felújulnak a megnyitott lékek? Amennyiben nem igazolható, milyen beavatkozások javasolhatóak? Van-e hatása a tájolásnak a gyomvegetáció megjelenésére?
7. Igazolható-e, hogy a lékekben nem vagy csak csekély mértékben telepednek meg az idegenhonos, inváziós gyomfajok, illetve a hazánkban honos vágástéri növények?

2. Szakirodalmi feldolgozás

2.1. A természetszerű erdőgazdálkodás aktuális kérdései

A természetszerű erdők kezelése a tervszerű erdőgazdálkodás megkezdése óta folyamatosan kérdéseket vet fel. Noha régóta közismert, hogy a tarvágással kezelt erdők hozzák a legnagyobb gazdasági hasznot, ez a tézis az elmúlt évtizedekben megdőlni látszik, amennyiben az erdő értékét nem csak a kitermelhető faanyag mennyisége és minősége határozza meg, hanem előtérbe kerül annak védelmi (talaj, víz, klíma, biodiverzitás, stb.) és közjóléti funkciója (parkerdők, rekreáció, esztétika, stb.) is. Az elmúlt évtizedekben a növekvő erdőkárok (Hirka & Csóka 2010) szintén szükségessé tehetik az új, eddig kevésbé használt erdőművelési módszerek kutatását és használatát.

Koloszár már 2005-ben kijelentette, hogy Magyarországon az erdőgazdálkodás jelenlegi egyik legfontosabb kérdése az, hogyan alakítsunk át vágásos erdőt szálaló szerkezetű erdővé (Koloszár 2005). Ez az átalakítás az úgynevezett átmeneti üzemmód alkalmazásával valósulhat meg, mely a vágásos és örökerdő üzemmód átmenetét jelenti. Már e kijelentés előtt és az azóta eltelt több mint egy évtizedben is nagyszámú kísérlet létesült és jelentős területű átmeneti és örökerdő üzemmódú erdőtömböket jelöltek ki az erdészeti szakemberek, azonban az eredmények még alig láthatóak. A természetszerű erdők idős faegyedeinek életkorához viszonyítva ez a néhány évtized még csekély idő, egy teljes vágásfordulót elért kísérlet Magyarországon nem ismert.

A szálalóerdő vegyeskorú, elegyes állományának eszményi képe (Roth 1935) alább látható (1. ábra). Az ábrán megfigyelhető, hogy főként lombelegyes fenyves erdőkben képzelte el Roth Gyula a szálalást. Soproni kísérleteit is ilyen állományokban kezdte el 1936-ban (Molnár et al. 2016).



1. ábra: A szálalóerdő vegyeskorú, elegyes állományának eszményi képe (Roth, 1935)

A szálalóerdő egy különleges faállományforma (erdőkép), amely a hosszú időn át végzett folyamatos szálalás (törzsenkénti fakitermelés, beavatkozás) eredményeként jön létre (Solymos 2000). Solymos megfogalmazása alapján egyértelmű, hogy a szálaló erdő nem egy természetes erdőkép, hiszen folyamatos emberi beavatkozást igényel a fenntartása.

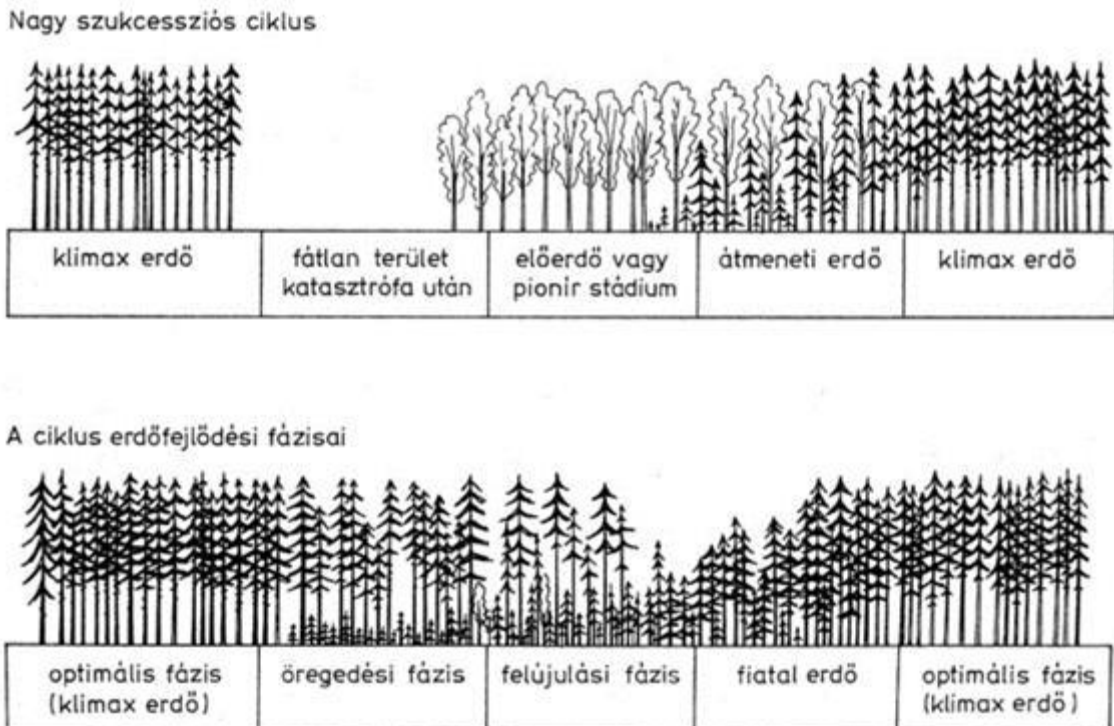
Technológiai vonatkozásban lényegesen nagyobb feltártság, gyakoribb beavatkozás, és sokkal kíméletesebb munka szükséges a szálaló erdőben, mint a vágásosban (Kolozsár 2005). Ezen kitételek nagyban befolyásolhatják a gazdálkodás ökonómiai vonatkozásait. Gyakori érv a szálalás mellett, hogy természetes, kevésbé zavarja az erdei életközösséget azáltal, hogy nem keletkezik vágásterület. Már az előző kijelentések alapján is kérdéses, hogy a gyakori, bár kétségtelenül kisebb beavatkozások mennyiben kedvezőbbek az ökoszisztéma egyes résztvevőinek (növények, állatok), illetve az erdőjáróknak, mint a hosszabb időnkénti, de nagyobb volumenű beavatkozások.

A hazai szakirodalomban elsőként Illés Nándor Erdőtenyésztéstan (1879) címen, Budapesten megjelent könyvében szerepel a szálalóvágás, mint a „Természetes erdősítés vetényülés útján” szakasz egyik fejezete. A szerző a szálalóvágást véderdőkben és az extrém termőhelyeken tenyésző erdőkben alkalmazható, hosszan elnyújtott természetes erdőfelújítás-ként tárgyalja (Csepregi 2009). A XX. század elején a hazai erdők állapota rendkívül rossz volt és az alkalmazott erdőhasználat ezt tovább rontotta. Így a Nyugat-Európában alkalmazott erdőgazdálkodást közelről ismerő erdőmérnökök – többek között Kaán Károly, Roth Gyula, Béky Albert – szorgalmazták a tarvágások kizárólagossága helyett a természetes erdőfelújításokat (Csepregi 2009).

A természetközeli erdőgazdálkodás azonban nem valósítható meg mindenhol teljes körűen hazánkban, természeti vagy gazdasági korlátok miatt (Sódor & Temesi 2001).

2.2. Természetes erdődinamika

Az erdők kezelése, tehát minden erdőművelési beavatkozás valamilyen módon másolja a természeti folyamatokat (2. ábra). Noha az erdőkezelők törekednek a folyamatos és egyenlő hozamok fenntartására, és ezért lehetőség szerint hasonló területen tartanak fenn különböző korosztályú erdőket, a természetes erdőkben gyakrabban tapasztani egyenlőtlen koreloszlásokat (Watt 1947).



2. ábra: Boreális lucos erdők szukcessziós és erdőfejlődési állapotai (Schmidt-Vogt, 1991 alapján Schuck et al. 1994) (Mátyás 1996)

A tarvágásos erdőkezelés hasonlít a nagy szukcessziós ciklusra (vagy úgynevezett nagy”erdő”ciklusra (Sódor & Temesi 2001)), mely általában nagyobb katasztrófaszerű bolygatások után alakul ki. Ilyen bolygatások lehetnek a viharok, erdőtüzek, szárazság vagy valamely károsító hirtelen elterjedése (Watt 1947, Picket & White 1985). A bolygatás, definíciója szerint bármely relatíve egyedi esemény egy adott időpontban, mely megzavarja az ökoszisztéma, társulás vagy populáció szerkezetét és megváltoztatja a források és tápanyagokhoz való hozzáférést vagy a természeti környezetet (Muscolo et al. 2014).

Az erdőgazdálkodási gyakorlat felgyorsíthatja ezt a ciklust, tarvágással mesterségesen létrehozhatja a fátlan területet, és a klímá fafaj telepítésével a pionír erdő stádiumot esetleg kihagyhatja. Előfordulhat gyorsan növény fajok esetében, hogy a pionír fajok preferálása miatt a klímá erdőt nem hagyjuk kialakulni.

A szálalásos erdőgazdálkodás hasonlíthat a ciklusos erdőfejlődésre (úgynevezett kis”erdő”ciklusra (Sódor & Temesi 2001)), mely kis léptékű bolygatások hatására alakul ki. Ilyen bolygatás lehet egy vagy több fa pusztulása, mely során nem keletkezik nagyobb kiterjedésű összefüggő fátlan terület. Az átalakító üzemmód használata, lécek nyitása, vagy a fokozatos felújító vágás hasonlítható a természetes erdők öregedési és felújulási fázisaihoz.

Természetesen a két ciklus nincs kötelezően elkülönítve. Az erdő bármely erdőfejlődési fázisból átkerülhet a nagy ciklus katasztrófa utáni fátlan stádiumába, illetve a nagy ciklus stádiumain belül is felléphetnek kisebb léptékű természetes bolygatások (Standovár 1996).

A mérsékelt övi erdőkben egy lék megnyílása az elsődleges ok, mely kiváltja az újulat fejlődését. A lékdinamika fogalma összefoglalja azt a természeti jelenséget, mely során néhány fa elpusztulása után a keletkező szabad területet a felnövő újulat elfoglalja (Muscolo et al. 2014). A lék egy folyamatosan változó termőhelyi környezetet teremt, melyben a rendelkezésre álló források (fény, talajnedvesség, stb.) eloszlása nem egyenletes.

Mivel az átmeneti üzemmód elsődleges eszköze a lékes felújítás (Gálhidy 2016), meg kell találni azt a lék méretet, mely még a kis”erdő”ciklus hatásait érvényesíti, de kedvez a klimax fafajok (jelen dolgozatban elsősorban a tölgyek) felújulásának is. Amennyiben aktív erdőgazdálkodást nem végzünk egy ilyen módszerrel kezelni kezdett erdőn, az újra elérheti a klimax erdő stádiumot. Ilyen példa a Roth féle szálalóerdő is, mely egyes részei már nem alkalmasak az eredeti szerkezetátalakítási kutatás folytatására (Molnár et al. 2016).

2.3. Törvényi szabályozás Magyarországon

A szálalóerdők bevezetésének ötlete nem új keletű, már az 1970-es években is téma volt (Majer 1976). Madas András javaslatára (Csóka 2017), az 1977-ben megtartott VII. Erdészeti Világkongresszus egyik legfontosabb erdőszetpolitikai döntése az volt, hogy meghirdette az erdők hármass rendeltetését, mely szerint az erdők termelési, védelmi és szociális-üdülési feladatokat egyaránt ellátnak, és az erdőgazdálkodás során mindegyiket figyelembe kell venni (Sódor & Temesi 2001).

Napjaink nagymértékű érdeklődését a szálalás iránt elsősorban a legújabb erdőtörvény (2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról, 2009) és végrehajtási rendeletének (A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 153/2009. (XI. 13.) FVM rendelete az az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény végrehajtásáról, 2009) megjelenése váltotta ki. 2017. május 16-án fogadta el a Parlamentben az Országgyűlés többsége a T.14461 számú törvényjavaslatot a benyújtott módosításokkal együtt, így a 2009. évi Erdőtörvény jelentős mértékben megújult (T/14461. számú törvényjavaslat az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény és egyéb kapcsolódó törvények módosításáról, 2017, 2017. évi LVI. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény és egyéb kapcsolódó törvények módosításáról, 2017). A törvénymódosítás

következtében egyes korábban használt szakkifejezések is módosításra kerültek, ezért az olvasó a dolgozat 2. Szakirodalmi feldolgozás fejezetében találkozhat a korábban használatos szálalás és átalakító kifejezésekkel is a jelenleg érvényes örökerdő és átmeneti üzemmódok helyett, mivel a 2017 évi törvénymódosítás előtt készült publikációk ezeket a kifejezéseket még nem, vagy alig használták.

Az erdőtörvényt, annak módosítását, illetve végrehajtási rendeletét, és a dolgozat által érintett legfontosabb paragrafusainak kigyűjtését a 3.1. Digitális melléklet tartalmazza.

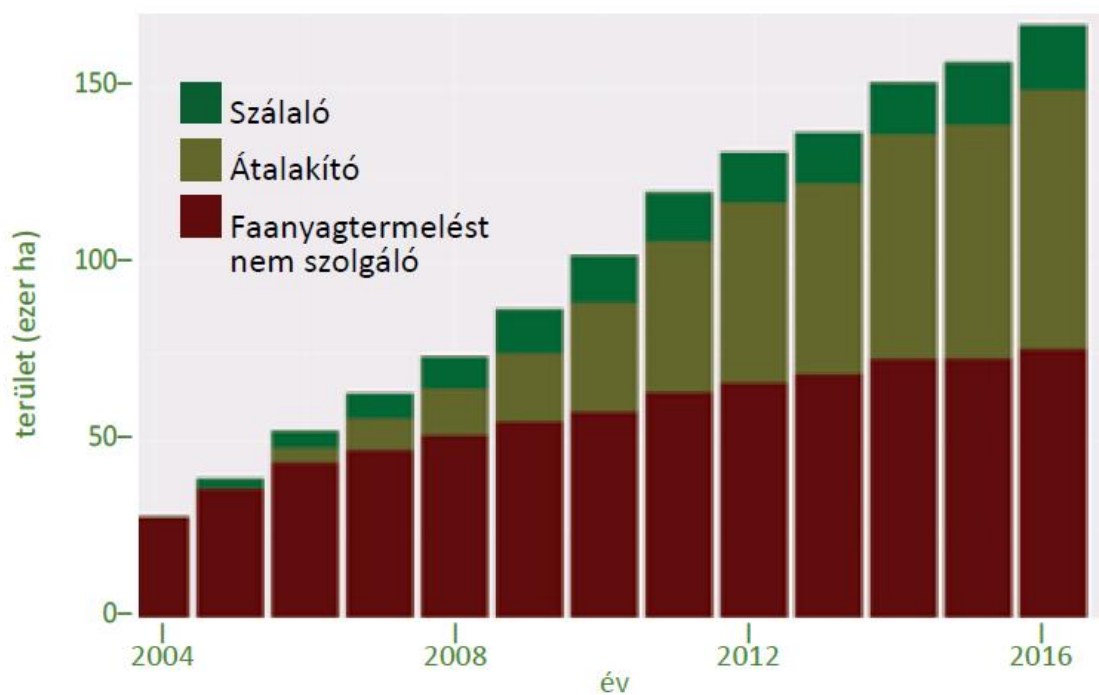
A 2009. évi XXXVII. törvény az erdők természetes állapothoz való közelítését kiemelt célul tűzi ki. Bevezeti a kvantitatív természetesség fogalmát (7. § (1)), és előírja, hogy az a gazdálkodás következtében nem romolhat. Az állami erdőterület meghatározott hányadán kötelezővé teszi a folyamatos erdőborítást biztosító módszerek alkalmazását (10. §) (NÉBIH, 2016)

Az átmeneti üzemmód esetén az erdőgazdálkodás fő célja a vágásos üzemmódról az örökerdő üzemmódra való áttérés, vagy a homogén, közel egykorú faállományok kisterületű szerkezeti változatosságának a növelésével az erdőborítás vágásos üzemmódú erdőgazdálkodáshoz képest folyamatosabb fenntartása. Átmeneti üzemmód esetében az erdőfelújítási időszak lehetséges elhúzása érdekében a véghasználati és erdőfelújítási tevékenységek térben illetve időben több ütemben kerülnek végrehajtásra, az erdőben az átalakítási, vagy erdőfelújítási tervben foglaltak szerint legfeljebb 1,5 hektáros egybefüggő, erdőfelújítási kötelezettség alatt álló, végvágott területeket keletkeztető véghasználatokra kerül sor, és e tevékenységek végrehajtása során kiemelt szempont az erdő felújulásának vagy felújításának folyamatos biztosítása.

2.4. Folyamatos erdőborítással kezelt erdők területi eloszlása

A törvényi szabályozás miatt az állami erdőgazdaságok már megelőzték a kutatást. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatóság erdőtervezői gyakran jelölnék ki vágásos üzemmód helyett folyamatos erdőborítást biztosító átmeneti, illetve örökerdő üzemmódú erdőtömböket (29. §). Ezek kijelölése 2004-ben kezdődött el. A magánerdő tulajdonosok önszántukból is gyakran javasolnak átmeneti, vagy örökerdő tömböket. Magyarország erdőterülete 1 939,3 ezer ha, ebből a természetes, természetszerű és származék erdők területe 1 027,4 ezer ha (53%). 2006 óta az átalakító (2017-től átmeneti) üzemmódba bevont erdők területe meghaladta a 73 ezer ha-t (4%), míg a szálalóerdők (2017-től örökerdők) területe 18 ezer ha (<1%) körül került erdőtervezésre. Faanyagtermelést nem szolgáló erdőrészele-

tek területe megközelíti a 75 ezer ha-t (4%) (3. ábra) a 2016 évi adatok szerint (NÉBIH 2017). A fakitermelés módja átmeneti üzemmód esetén szálalóvágás, örökerdő üzemmód esetén készletgondozó használat (71. § (1)).



3. ábra: A folyamatos erdőborítást biztosító szálaló, átalakító és faanyagtermelést nem szolgáló erdők területi változása 2004-2016 között (NÉBIH 2017)²

A törvényi előírások szerint, a folyamatos erdőborítással kezelt területek arányát fokozatosan növelni kell az állami tulajdonú erdőterületeken (10. §) a 2009-től számított három körzeti erdőtervezési ciklus során, tehát elméletileg 2039-ig.

A 10. § (1) alapján az egyes erdőtervezési körzetekben a természetes, természet szerű és származék erdőkben, az állam 100%-os tulajdonában álló, Natura 2000 rendeltetésű, illetve természetvédelmi, talajvédelmi, tájképvédelmi, vagy közjóléti elsődleges rendeltetésű erdők területének az erdőtörvény hatálybalépését követő első körzeti erdőtervezést követően a hegy- vagy dombvidéki erdők legalább egyötöd, síkvidéki erdők legalább egytized részén, második körzeti erdőtervezést követően a hegy- vagy dombvidéki erdők legalább egynegyed, síkvidéki erdők legalább egynyolcad részén, harmadik körzeti erdőtervezést követően a hegy- vagy dombvidéki erdők legalább egyharmad, síkvidéki erdők legalább egyhatod részén örökerdő,

² 2017 évi erdőtörvény módosítás óta a szálaló üzemmód megnevezése örökerdőre, míg az átalakító üzemmód átmenetire változott.

faanyagtermelést nem szolgáló, vagy átmeneti üzemmódú erdőgazdálkodást kell folytatni. A 2017 évi erdőtörvény módosítás a síkvidéki erdőkben a folyamat végére kötelezően elérendő egyharmados területarányt egyhatod részre mérsékelte.

Európai összehasonlításban Kolozsár gyűjtései alapján Európa kb. 150 millió hektáros erdőterületén a szálaló erdők területe még alapos kerekítésekkel is alig éri el az 1 millió hektárt (<1%), ezek zöme is véderdő, emellett a legtöbb szálaló erdő lucos-jegenyefenyves vagy jegenyefenyves (Kolozsár 2010). Európa nagy részén a szálalóerdőkben a lombos fafajok (főleg az árnytűrő bükk) a fenyőkkel elegyesen fordulnak elő (lucfenyő, jegenyefenyő, duglászfenyő), ahol a tűlevelűek aránya általában jóval magasabb az adott erdőtípusban természetesnek tekinthető elegyarányhoz képest. Ott, ahol kizárólag lombos fafajokkal folyik a folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodás (Szlovénia, Németország, Franciaország bizonyos részein), a klasszikus szálalóerdő-szerkezet ritkábban (vagy csak egy-egy stádiumban) figyelhető meg (Csépanyi 2013).

2.5. A magyarországi szálalóerdők rövid elemzése

Mivel Magyarországon emberi beavatkozással nem érintett őserdőkkel nem találkozhatunk, melyek a természetes folyamatokat bemutatnák, az ahhoz legközelebb álló 1990-es években indult erdőrezervátum kutatás (Horváth et al. 2001) pedig még csak néhány évtizedes múltat tekint vissza, így őserdőkől és szálalóerdőkől legfőképpen külföldi példákkal találkozhatunk, melyek termőhelyi viszonyai jelentősen eltérhetnek magyarországi erdeinktől, ezért a dolgozatban eltekintettem ezek elemzésétől, és kizárólag a magyarországi példákra fókuszáltam.

Gyakran hivatkoznak a Vend vidéki kisparaszti szálalóerdőkre, mint magyarországi példa (Frank et al. 2016). Ezek nehezen összevethetőek az állam által kezelt nagyüzemi erdőgazdálkodással, illetve termőhelyi adottságai is korlátozott régióra érvényesek. A Vendvidék csupán 7 községet takar (Gálhidy 2008).

A vendvidéki magánerdők jellemzői:

- a rendkívül elaprózott kis parcellákon alapuló birtokszerkezet,
- családi gazdálkodás, saját kivitelezés kevés bérmunka aránnyal,
- az egyes gazdálkodó egységeken belüli használati megosztás,
- hagyományokon alapuló birtokhatárok,

- szezonális téli időszakra koncentrálódó használatok,
- az erdőgazdálkodók többnyire megegyeznek a tulajdonosokkal.

A gazdálkodás során alkalmazott használati módok:

- szálalóvágás (rendszeretlen használat),
- kisparaszti szálalás (elaprózott erdőterületeken évenkénti visszatéréssel),
- gyéritések, tisztítások, (ún. pucolások),
- lékes felújítógátás és hagyományos szálalások.

Az állományképek alapján, az erdőtömb szintjén vizsgálva elmondható, hogy a kitermelt faanyag a folyónövedék alatt marad, de egyes erdőtulajdonosok kis részterületeken esetenként „túlhasználatot” is végeztek(nek) (Hován 2009). Mint a fenti listákból látható, ezek a jellemzők jelenleg nem állnak fent a jelenlegi nagyüzemi erdőgazdálkodás esetén.

A szálaló erdők magyarországi kutatása is csak kisszámú hosszabb időtartamú kísérletre korlátozódik, mint a Szentgyörgyvölgyi szálalóerdő (Koloszár et al. 2007, Czirok 1999), Erdőanyai kísérlet (Csépanyi 2008) és a soproni Roth féle szálalóerdő (Madas et al. 2005, Molnár et al. 2016). A Roth-féle asztalfői szálalóerdő kialakítása is csak 1936-ban kezdődött el. Madas László erdészvezető 1954-ben kezdte meg az Erdőanya nevű terület felújítását. Mivel ezek az átalakító kísérletek még nem érték el az egy vágásfordulónyi időtartamot, végleges szálaló erdőalakról sem beszélhetünk. A Szentgyörgyvölgyi szálalóerdő pedig a törvényi változások által átalakult gazdálkodás miatt (avarszedés, erdei legeltetés tiltása), már egyre kevésbé mutatja a szálaló szerkezetet.

Ezek a kísérletek elviekben levezetik az átalakítás kívánt módját, azonban beismerik, hogy egyetlen vágásforduló alatt nem lehet még elérni a szálaló erdőalakot, tehát az átalakítás sokkal hosszabb folyamat, mint azt egy erdész generáció átláthatná. Szintén beismerik, hogy amennyiben a tervszerű, gyakori erdőgazdálkodási tevékenység megszűnik, a szálaló erdőszerkezet nem tartható fenn hosszú távon. Másik fontos szempont, hogy ezen kísérleti erdők fő fafaja a bükk (*Fagus Sylvatica*), nem pedig a tölgyek (*Quercus sp.*).

2.6. Legfontosabb magyarországi kutatóhelyek a folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodással kapcsolatban

Az elmúlt közel két évtizedben rengeteg új kutatás kezdődött meg országszerte, mely a folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodást, az örökerdők (korábban szálaló erdők) és átmeneti üzemmódú erdők felújulásának különböző aspektusait vizsgálta. Ezekről átfogóan

Gálhidy számol be (Gálhidy 2016). A legfontosabb kutatási helyek a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ; Erdészeti Tudományos Intézet Ökológiai és Erdőművelési Osztálya, a Soproni (volt Nyugat-magyarországi) Egyetem Erdőmérnöki karának intézetei, az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Erdőökológiai Kutatócsoportja, a Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai és Botanikai Intézete (MTA ÖK) és a Pécsi Tudományegyetem. Mellettük az állami erdőgazdaságok és magánerdő gazdálkodók, illetve nemzeti parkok is egyre több üzemi kísérletet hoznak létre. A legjelentősebbek ezek közül a Pilisi Parkerdő Zrt. (Csépanyi 2008) és az Ipoly Erdő Zrt. (Kovács et al. 2013), azonban gyakorlatilag minden természetszerű erdővel rendelkező erdőgazdaságban elindultak a gyakorlati kivitelezések és azok publikálása (Bartha & Puskás 2014).

A természetes folyamatokra épülő erdőgazdálkodás jelenleg még gyerekcipőben jár Magyarországon. Noha több megválaszolatlan kérdés is van az átmeneti és örökerdő üzemmódú erdők kezelésével kapcsolatban, több szakkönyv is megjelent, mely leírja az átalakítás és erdőkezelés elméleti módját. Ezek egyike a Pro Silva Hungária által kiadott tankönyv (Varga 2009). A nemzeti parkok szintén jelentős energiát fektetnek a folyamatos erdőborítás népszerűsítésébe, elsősorban a Natura 2000 erdőterületek kezelésével kapcsolatos gyakorlati útmutatók készítésébe (Frank et al. 2016, Barina et al. 2015). Civil szervezetek, mint a WWF (World Wide Fund for Nature, magyarul Természetvédelmi Világalap) ismeretterjesztő füzetek kiadásával, konferenciák és tanulmányutak szervezésével is népszerűsíti a természetközeli erdőgazdálkodást.

2.7. A fafajok fényigénye

A szakirodalomban heves vita folyik annak eldöntésére, vajon mely fafajok alkalmasak szálalásra illetve a folyamatos erdőborítással történő gazdálkodásra. Egyesek szerint bármely fafaj alkalmas, míg mások szerint ez nem jelenthető ki egyértelműen. A fafajok fényigényével kapcsolatban rengeteg megállapítás született már a XX. század elején is (Roth 1935), miszerint megkülönböztetünk fényigényes és árnyéktűrő fafajokat.

A fényigényes (heliofiton) növények csak kedvező fényviszonyok mellett tudnak létezni, tartós árnyalás esetén elpusztulnak. Az árnytűrő növények (helioszkiofitonok), megelégszenek a diffúz fényvel, és jól tűrik – főleg fiatal korban – az árnyalást. Az árnyékkedvelő növények (szkiofitonok) a közvetlen fényt nem kedvelik (Koloszár 2004). A fényigény a koraival is változik (Koloszár 2004).

A tölgyeket fényigényes fajokként írják le. Ezeket a megállapításokat jelentősebb változtatások nélkül a mai napig oktatják (Kolozsár 2002). Kolozsár szerint (Kolozsár 2002, 2005, 2010) szálaló szerkezetre csak az árnyéktűrő fajok alkalmasak, főként a jegenyefenyő, a lucfenyő, és a bükk. A fajok fényigénye a termőhelyi tényezők romlásával – száraz körülmények – fokozódik, javulásával pedig – humid körülmények – csökken, ami a természetes felújítás lehetőségét és időtartamát erősen befolyásolja (Kolozsár 2011). A fényigényes tölgyek felújítása elméletileg ellentmond a lékes felújítás csökkent fény mennyiségének, ám sok esetben a szálaló (átmeneti és örökzöld) üzemmódról kialakult elképzelések felülírják ezt (Bodonczi et al. 2006, Besze, et al. 1999, Reininger 2010). Csépanyi (Csépanyi 2008) több példát mutat be tölgyek felújulására lékek alkalmazásával, és javaslatokat tesz a szükséges lékméret, lékalak és tájolások megválasztására is. Török (Török 2006) részletesen elemzi a bükkösök égtájorientált felújítási módozatait, azonban ennyire részletes mű tölgyekre még nem született.

A szálalóvágás az egyéb magról történő fokozatos természetes erdőfelújítási eljárástól a felújítás hosszában tér el, melynél a felújulás a teljes vágásterületen 30-60 év alatt megy végbe. E feltételt figyelembe véve szálalóvágásra csak azon fajok alkalmasak, amelyek felújuló fiatal egyedei az árnyalást hosszabb ideig (min. 15-20 év) tűrik. Ilyen állományalkotó fajok a jegenyefenyő, lucfenyő, bükk, hárs, juhar és a gyertyán. Hazai lombdöben szálalóvágás alkalmazása mellett a fényigényes kocsánytalan tölgy, kocsányos tölgy, cser, kőris, nyír és hazai nyár fajoknak nem sok esélyük van a felújulásra, míg az árnyéktűrők, mint a bükk, hárs, juhar és gyertyán tömeges megjelenésére lehet számítani (Csepregi 2009).

Sokparcellás csemetékerti kísérleteket végzett Nemky különböző tölgy fajok csemetéinek árnyéktűrését vizsgálva (Nemky 1976). A parcellákat különböző mértékű nádfonatokkal fedte, majd vizsgálta az alatta fejlődő csemeték és a fotoszintézis intenzitását. Vizsgálatai alapján a minimális záródás 70%, ami igen gyenge csemetefejlődést eredményez. Ideálisabb az 50-60%-os záródás, makktermés évében 40-50% záródásbontás célszerű, majd két éves újulat felett már csak 20-30%-os záródást javasol.

A hazai szakirodalomban főként az árnyéktűrőnek tekintett bükkös példákkal találkozunk (Czirok 1999, Gálhidy et al. 2006, Mihók et al. 2005, Török 2006). Reininger szerint minden őshonos és termőhelyálló faj alkalmas a szálalásra. Ha fajok fiatal kori árnyéktűrő képességét összevetjük az idősebb korokban növekedő fényigényükkel, akkor minden egyes fajunknak a számára megfelelő takarás mellett felújíthatónak, és bizonyos mértékben szálalásra alkalmasnak kell lennie (Reininger 2010).

Nemzetközi erdészeti szakirodalomban jelentősen felülreprezentáltak a hegyvidéki bükkösök és fenyvesek (Clinton 2003, Gagnon et al. 2004, Ritter et al. 2005, Page & Cameron 2006, Naaf & Wulf 2007, Cater et al. 2014). Szintén gyakran tanulmányozzák a lékdinamikával összefüggésben a trópusi erdőket (Brown 1996, van Dam 2001, D'Oliveira & Ribas 2011). Tölgy fajok kevésbé kutatottak, ez esetben is legfőképpen elegyes erdőkben vizsgálódnak a kutatók (Aikens et al. 2007, Petritan et al. 2013).

Az alábbi idézeteket neves erdész kutatók vetették papírra még a múlt században:

„Azok az eljárások, amelyek fenyves-gazdaságokban jó eredményre vezetnek, lombos és főleg tölgyerdőgazdaságban céltalanok, sőt nem egy esetben károsak (Kaán 1921).”

„Szálaló üzemmódban elegyetlen állományok is kezelhetők ugyan s kezeltetnek is... Tisztán fényigényes fajok elegyes állományaiban ez az üzemmód nem válik be, mert a talaj könnyen gyomosodik, romlik, s a fatermelés csökken, tisztán árnyéktűrő fafajok elegyes állományaiban azonban sikerrel alkalmazható (Blickhardt 1949).”

„A tölgyesek esetében nem alkalmazhatók a hosszú felújítási idővel járó szálalóvágásos eljárások. Ezek alkalmazhatóságát a tölgyek fényigényessége és újulatuk megtelepedésének törvényszerűségei ugyancsak kizárják (Szappanos 1986).”

Az előbbieken leírt vélemények jelentősen eltérnek egymástól, így az ilyen jellegű kutatások szükségessége megkérdőjelezhetetlen.

Magyarországon az erdőtörvény előírásai és a természetvédelmi elvek alapján a fényigényesnek mondott állományok egy részében is át kell állni a szálaló szerkezetre, ezért kiemelkedő szerepe van a fényviszonyok ismeretének ezen állományokban.

A Magyarországon fellelhető szakirodalomban jelentős hiányosság a konkrétan definiált lékméret és tájolás meghatározása. Gálhidy és kutatócsoportja szerint bükkösökben a túl nagy lékek (már a másfél fahossznyi lék is ilyennek mondható) közepén kevesebb újonnan megjelenő természetes újulatra számíthatunk, melynek túlélési esélyeit csökkentheti ráadásul a nagy borítású vágásnövényzet kompetíciós nyomása (Gálhidy et al. 2005).

Az erdőtervezés során leggyakrabban a tervezők erdőrésztelenként, szöveges leírásban adják meg a kívánt darabszámú és méretű léket, ám ezen tudás alapja nincs lefektetve, tudományos alapja hiányos, főként gyakorlati tapasztalatokból és saját elgondolásokból származnak. Példaképpen előfordul, hogy 100-300 m²-es, de akár 1000-3000 m²-es lékek vágását is engedélyezik, a törvényi maximum pedig 1,5 ha, tehát 15000 m² is lehet, mely már nem is jelenthető valódi léknek, inkább kisebb méretű tarvágásnak. Nem tisztázott, hol húzzuk meg a záródáshiány, a lék és a kisméretű tarvágás határát. A két véglet a záródáshiány és egy kisebb erdőrésztelny mikro tarvágás között található, így az eredményesség is megkérdőjelezhető.

Kínai kutatók tették fel a kérdést arra vonatkozóan, hogy vajon mi a lék alsó és felső mérethatára, és ezeket hogyan különíthetjük el (Jiaojun et al. 2015). Szakirodalmi gyűjtéseik alapján 4 m² és 2 ha közötti lékeket találtak a különböző publikációkban. Schliemann és Bockheim (2011) ajánlása szerint a maximum lékméretet 1000 m² lékméretnél kell meghatározni, mivel e felett minőségi változások állnak be a termőhelyi és felújulási viszonyokban.

Az ideális lékméret meghatározása amerikai kutatók számára is kérdéses (Kern et al. 2013). Eredményeik alapján a túl kis lékek (6-10 méteres átmérő) már 12 év alatt teljesen összezárulnak.

A szükséges ápolásokról is megoszlanak a vélemények, illetve a nyilatkozók egyes esetekben az idő előre haladásával és saját tapasztalataik növekedésével, mintaterületeik függvényében változtatják, finomítják álláspontjukat különböző konferenciák és tanulmányutak során. Kern és munkatársai szerint a kívánt fajok felújulásához szükséges lehet a mikroélőhelyek figyelembevételével történő pótlás és ápolás is (Kern et al. 2013).

A lékekben kialakuló fényviszonyok a fásszárú fajok felújulásán túll jelentősen befolyásolják az erdei lágyszárú növények megtelepedését és fennmaradását is (Gálhidy, 2016).

2.8. A talajnedvesség változása a lékekben

Zárt erdőállományokban nyitott lékekben a talajnedvesség megváltozik, a lékek elnedvesednek. A talajnedvesség tartalom változékonysága magas a lék középpontja és a körülötte lévő zárt erdőállomány között (van Dam 2001). Magyarországon a lékek felújulásával és ezek hidrológiai vonatkozásaival kapcsolatos kiterjedt vizsgálatok leginkább bükkös erdőkre korlátozódnak, mely erdőállományok a leginkább megfelelnek a folyamatos erdőborítást elősegítő erdőművelési eljárásoknak. Manninger szerint a talajnedvesség abszolút értékében kimutatható különbségek vannak a lékben és a körülötte található zárt állományban, azonban ezen értékek változásának iránya és értéke hasonló (Manninger 2008). Gálhidy és kutatótársai szerint a talajnedvesség nem különbözik szignifikánsan kis és nagy lékek esetén, azonban nagy lékekben a talajnedvesség értékek változatosabbak és a talajnedvesség is magasabb, mint zárt állomány alatt (Gálhidy et al. 2006).

Hasznos indikátorok a talajnedvesség mérőműszer nélküli becslésére a talajnedvességet jelző lágyszárú növények jelenléte. Tobisch szerint a legmagasabb kocsánytalan tölgy és gyertyán csemeték magassága leginkább a talajnedvesség jelző lágyszárú növények borításával hozható összefüggésbe (Tobisch 2010).

2.9. Vadkár

A túltartott vadállomány szembetűnő mennyiségű és minőségű kárt okoz az erdőkben. A makkok és csemeték túlzott mértékű fogyasztásával lehetetlenné válik a természetes újulatra alapozott erdőfelújítás. A fiatal fák hajtásainak állandó és túlzott mértékű rágása visszaveti a növekedést (Csóka et al. 2013). A nagyvadfajok különböző módon okoznak károkat, ezen károk nagyban függenek az újulat korától is. Elsődleges kárforrás a termés és makkfelszedésből keletkező kár, melyet elsősorban a vaddisznó okoz. A már megtelepedett fiatal magoncok elpusztításából mennyiségi kár keletkezik, míg a rügyek és hajtások lerágása, illetve a fák kéregsérülései minőségi kárt okoznak, mely közvetve ronthatja a fák egészségi állapotát, korai pusztulásukat okozva (Márkus & Mészáros 2000). A csemeték rügyeinek fogyasztása elsősorban a szarvas, őz, dóm és muflon károkozása (Walterné Illés 2001).

Az örökzöld és átmeneti üzemmódú erdők jelentős területi növekedése mellett nem elhanyagolható szempont a vadkár kérdése, mivel az így kezelt erdőtömbök hosszú távú bekerítése célszerűtlen, gazdaságtalan, és a természetvédelmi célokkal sem összeegyeztethető. Ugyanígy a természetesség teljes megkérdőjelezése, ha különálló lékeket kerítünk, mely emellett gazdaságtalan és tájképromboló, tehát céljainkat itt sem érhetjük el.

Magyarországon a tölgyesek felújítása vadvédelmi kerítés nélkül szinte elképzelhetetlen (Reininger 2010).

Sódor és Temesi véleménye szerint erdőellenes erdei mellékhasználat a vadgazdálkodás és vadászat, mely igen erőteljes kifejezés. A vad, különösen a nagyvad java részének meghatározó élőhelye az erdő, ezért a vadállomány összetételének és létszámának az erdei ökológiai rendszer védelme érdekében meg kell felelnie a természetes vadeltartó képességnek. A természetes vadeltartó (vadtüro) képességnek csak egy valós mutatószáma lehet erdeinkben, mégpedig az a vadlétszám, mely mellett erdeink természetközeli módszerekkel – természet szerű erdeink zömében a természetes felújítási módok valamelyikével – kerítés nélkül felújíthatók (Sódor & Temesi 2001).

A természet közeli gazdálkodási módszerek alkalmazását is jelentősen korlátozó vadkár kérdés megoldásától Magyarország távol van (Mátyás 1996). Mátyás kijelentése két évtized múltával sem veszített aktualitásából.

Az erdei vadkár európai, de különösen hazai szinten az erdőgazdálkodás meghatározó környezeti tényezője. Azonban az erdőre döntő hatással bíró nagyvad létszáma, de legalábbis annak éves igazolt hasznosítása (apasztása) napjainkig folyamatosan nő (Nagy 2009). Az új szemléletű, természeti folyamatokra hangsúlyozottabban alapozó erdőgazdálkodási módsze-

rek alkalmazásának előfeltétele a nagyvad állományának szabályozása. A bevezetését megelőzően, esetleg azzal párhuzamosan kell a nagyvadállomány csökkentését végrehajtani, vagy az átalakító és szálaló üzemmód szakmailag bukásra van ítélve (Nagy 2009). Sajnálatos módon az erdők törvényi szabályozása a vadgazdálkodással nem minden esetben szinkronizál. A Nagy által felvetett apasztás máig nem látható, noha a törvényi kötelezettség bevezette az üzemmód váltást az erdőgazdálkodók számára. A Pilisi Parkerdő területén jelentős eredményeket értek el a vadlétszám folyamatos csökkentésével, így ott eredményesnek tűnhetnek a természetes felújítások kerítés védelme nélkül is. Megjegyzendő, hogy a Pilisi Parkerdő területén a nagyszámú turistaforgalom is a nagyvadlétszám zavarását, elvándorlását segíti. Azonban saját eredményeim alapján álljon itt példaként a kaszói erdőtömb, mely világhírű vadgazdálkodásáról híres, kerítés nélkül jelentős a vadkár, és az őshonos tölgy újulat hiánya tapasztalható. Mivel ez az erdőtömb védelmi rendeltetésű erdőrészeket is tartalmaz, az átalakító és szálaló üzemmód bevezetése itt is kötelező.

3. Anyag és módszer

A hipotézisek vizsgálatára az ország két erdőgazdaságának változatos termőhelyű, tölgy főfafajú, lehetőleg középkorú erdőrészeleiben kívántunk egy hosszú távú kísérleti struktúrát kialakítani, mely az erdőgazdaságok legjellemzőbb, jövőbeli átmeneti üzemmódú erdeinek kezeléséhez nyújthat tapasztalatot. A kísérletben különböző irányban tájolt mesterségesen nyitott lécek fejlődésmenetét követjük nyomon.

A kísérletek kialakításakor fontos szempont volt a statisztikai kiértékelhetőség, mivel 1-1 mintaként szolgáló lék részletes feltárása mellett, elméletileg hasonló feltételekkel rendelkező, több ismétléses kísérletsorozatokot vizsgáltam kisebb részletességgel. Ezáltal elméletileg kiküszöbölhető a véletlen siker, vagy sikertelenség látszata, illetve ha valamely mintaléket ki kell vonni a kutatásból a kísérlet ideje alatt, elegendő adat maradhat az értékeléshez. Ez a metodika lehetőséget nyújt a gazdaságos, tervszerű gazdálkodás modellezésére is a szisztematikus kivitelezéssel, mivel az állami erdőgazdálkodóknak nagyüzemi gyakorlatukban kevésbé lehet módjuk a svájci, vagy akár csak az őrségi kisparaszti száraló erdők mintájára dolgozni, rendszertelenül száralni.

Dolgozatomban a vizsgált erdőrészekben található lécek első 6 éves fejlődését elemzem 2010 és 2015 között.

3.1. Kísérleti területek leírása

Az erdőrészek kiválogatására a következő szempontok alapján került sor 2010-ben:

- Az erdőgazdaságokra legjellemzőbb tölgyes és cseres állománytípusok kerüljenek a kísérletbe.
- Az erdőrészlet faállománya és termőhelyi adottságai lehetőleg többé-kevésbé egyöntetűek legyenek.
- Az erdőrészlet lehetőleg középkorú legyen.
- A faállomány jól záródott legyen.
- Az erdőrészlet megfelelő méretű legyen ahhoz, hogy kellő számú kísérleti lék elférjen benne.
- Az erdőrészlet különösebb helyi segítség nélkül megközelíthető legyen.
- A kísérleteket a rendelkezésre álló infrastruktúrával és erőforrásokkal a rendelkezésre álló idő alatt megfelelően felvételezni lehessen.

Vizsgálataimat összesen kilenc sík területű erdőrészletben végeztem. Hat erdőrészlet került kiválasztásra hosszú távú átalakító üzemmódú kísérletek beállítására a Nyugat-Dunántúlon a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén, illetve a Dél-Dunántúlon további három erdőrészlet a Kaszó Erdőgazdaság Zrt. területén.

A mintaterületek legfontosabb leíró adatai a 1. táblázatban, részletesen a 3.2. Digitális mellékletben közölt erdőrészlet leíró lapokban találhatóak. A mellékletben megtalálható a vizsgált erdőrészletek digitális fedvénye (lékes kísérletek.kmz) is. Az erdőrészletek és bennük található lécek vázrajzai az 1. mellékletben tekinthetők meg. A vázrajzokban a lécek helyzete a Google Earth program által látható műholdképek alapján pontosítottak, AutoCAD 2007 programmal készültek. A tájegységek általános jellemzéséhez (3.3. Digitális melléklet) Magyarország erdészeti tájai (Halász 2006) szolgált alapul.

A talaj- és fizikai féleség, illetve fatermési osztály oszlopok az erdőrészlet leíró lapok adatait mutatják.

1. táblázat: A kísérleti erdőrészletek legfontosabb jellemzői

Erdőrészlet	Állomány típus ³	Kor (2011)	Talaj típus ⁴	Fizikai talaj-féleség ⁵	FTO ⁶	Lék nyitás éve	Lécek száma
Nyugat-Dunántúli kísérleti erdőrészletek							
Bejegyertyános 13 A	GY-KTT	81	ABE	V	2	2011	8
Körmend 4 C	EF-GY-KTT	96	ABE	V	3	2011	12
Nádasd 3 A	GY-KTT	116	RBE	H	3	2011	12
Nádasd 50 A	EF-GY-KTT	69	PGBE	V	3	2011	12
Vép 32 D	CS	67	PGBE	V	2	2011	12
Vép 37 A	CS	71	PGBE	V	3	2011	12
Dél-Dunántúli kísérleti erdőrészletek							
Inke 27 D	KST	66	RBE	H	3	2011	24
Szenta 1 B	CS	65	RBE	H	2	2011	13
Szenta 37 F	KST	74	RBE	H	3	2011	24

³ GY: gyertyán, KTT: kocsánytalan tölgy, EF: erdei fenyő, CS: csertölgy, KST: kocsányos tölgy

⁴ ABE: Agyagbemosódásos barna erdőtalaj, RBA: Rozsdabarna erdőtalaj, PGBA: Pseudoglejes barna erdőtalaj

⁵ V: vályog, H: homok

⁶ FTO: Fatermési osztály

A kísérletek végrehajtására összesen 129 darab léket jelöltünk ki. A nyugat-dunántúli kísérletek esetében az erdőrészek kerítéssel nem védettek, míg a dél-dunántúli mintaterületeken kerítés védelme mellett és kerítés nélkül is kialakításra került a kísérleti beosztás egy erdőrészen belül.

Az erdőrészekben 50 × 50 m-es négyzetrács alapú parcella hálózatot (0,25 ha/parcella) fektettünk, melybe a kísérleti lécek kerültek. A hálózat sarokpontjait a nyugat-dunántúli erdőrészekben a kimért sarokponthoz legközelebbi fa sorszámozásával és kék körgyűrű festésével állandósítottuk. A dél-dunántúli mintaterületeken kizárólag a lécek kijelölésekor, ideiglenesen állandósítottuk a sarokpontokat kitűző rudakkal. Ennek oka, hogy az első tapasztalataink után felesleges munkabefektetésnek ítéltük a négyzetháló állandósítását, így ezt elhagytuk a második kijelölési szakaszban. Az így kialakított hálózatba véletlen számgenerátor segítségével lettek elosztva az azonos méretű, de különböző tájolású lécek az erdőrészekben. A kutatás során minden erdőrészletben négyféle tájolású (É-D, K-Ny, ÉK-DNy, ill. ÉNy-DK) léket alakítottunk ki, lehetőleg háromszoros ismétlésben, az erdőrészlet területétől függően. Két mintaterületen a szükséges ismétlésszám nem fért bele a kísérleti erdőrészletbe, ezért itt az ismétlések száma lecsökkent. A szomszédos erdőrészek alkalmatlanok voltak a kísérleti területek bővítésére. A lécek terepi kijelölésekor a faállományhoz való igazodás már csak apró módosításokat okozott.

A kísérleti lécek terv szerint körülbelül egy fahossz hosszúak, és fél fahossz szélesek. Ez az összehasonlíthatóság kedvéért minden esetben 30 × 15 m-es téglalap alakú területet ($450 \text{ m}^2 = 0,045 \text{ ha}$) jelentett a lécek kijelölésekor.

A kijelölés során, 2010 őszén, elsőként a kiválasztott 50x50 m-es négyzetrács közepét tűztük ki, majd innen Suunto MC-2 tükrös tájoló használatával kitűztük a lék tervezett irányú és méretű hossz tengelyét. A hossz tengely kétirányú eltolásával a kívánt irányú 30x15 m-es téglalapot kitűztük, majd ezen belül eső faegyedeket a lékvágásra kijelöltük és átmérőjét felvételeztük. Amennyiben egy fatörzs túlzottan közel helyezkedett el a téglalaphoz, annak koronája beelég volt a lékbe, a kitűzési téglalapot enyhén eltoltuk a kellő irányba, hogy megkaphassuk a kívánt lékalakot. A lécek jelölésekor nem vettük figyelembe az újulat esetleges jelenlétét, kizárólag a hálózat megtartása volt az elsődleges cél. Újulat megjelenését a léknyitás hatásától vártuk, amennyiben nem volt jelen a lék kijelölésekor. 2013-tól a köztes állományban kontroll pontokat létesítettünk, hogy összevethessük a lécek fejlődését a zárt lombkorona alatt tapasztaltakkal. A kontrollpontok létesítése azokban az erdőrészekben, ahol szabadon maradt léknyitás nélküli 50x50 méteres négyzetrács, ezen négyzetek középpontjába került kitűzésre a pont. A Kaszói mintaterületeknél, melyekben sűrűbbek a lécek, az

50x50 méteres hálózat sarokpontjai alkották a lehetséges kontrollpontokat, kihagyva az erdő-részlet széleket. Az erdőrészekben 4-6 kontrollpont létesítését elegendőnek találtuk, hogy megfelelő információkat szerezhessünk.

3.2. A mintaterületeken végzett adatgyűjtés módszerei

A kísérletekben felvételezett változótól függően különböző területi méretekben vizsgáltuk a lékeket (Elzinga et al. 2001).

Faállomány felvétel a lécek kijelölésekor történt a lék vágásra kijelölt területen belül (450 m²).

Egyes mérések, mint a fényviszonyok vizsgálatához használt hemiszférikus fényképek elemzése és a talajnedvesség mérések pontszerűek, azonban nagyobb terület vizsgálatára alkalmasak.

A lécek méretének mérése távolságméréssel történik, 50 méteres mérőszalag használatával.

Az újulat felvételezése kisterületű, részletes felvétel, mely 1 négyzetméteres kvadrátokon alapul. Ezek lehetnek transzektben vagy mintapont körül elrendeződve.

A növényborítottság vizsgálatakor egy nagyobb terület fajonkénti borítási értékét becsüljük, mely terület lehet egy intenzív vagy kontroll pont 4 m²-es területe vagy a lék egyötöd része (kb. 30-50 m²).

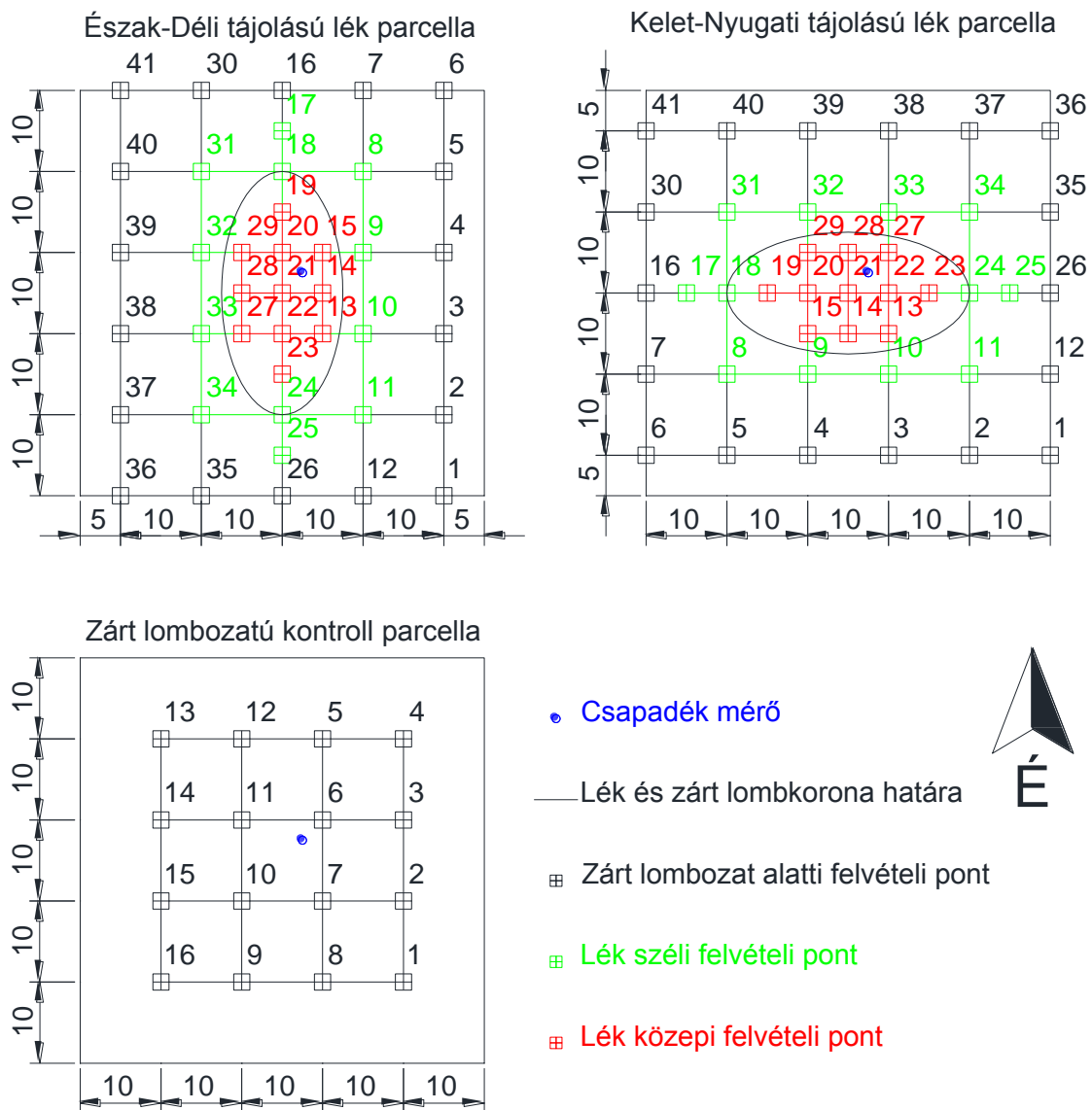
3.2.1. Extenzív lékvizsgálati adatgyűjtés módszerei

Az extenzív, vagy más néven nagy mintaszámú vizsgálati módszertan 9 erdő-részlet 129 lékjében lett elvégezve változótól függő gyakorisággal. A lécek kijelölésekor számítottuk a kitermelendő fatérfogatot. Éves rendszerességgel lékméret meghatározást, lékközéppontú hemiszférikus fényképelemzést, fás szárú újulat felvételezést és növényborítás becslést végeztünk. 2013-tól 62 kontroll ponton is évente elvégeztük a vizsgálati sort.

3.2.2. Intenzív lékvizsgálati adatgyűjtés módszerei

A nagyszámú lék és kontroll pont vizsgálata mellett 2013-ban intenzív felvételezésű lékeket jelöltünk ki. Az intenzíven vizsgált lécek kiválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy egy É-D-i és egy K-Ny-i tájolású lék lehetőleg egymáshoz közel helyezkedjenek el, és a lécek mérete ne térjen el jelentős mértékben egymástól. Gyakori felvételezés miatt Sárvár

környéki mintaterületek kiválasztása volt a célunk. A Bejegyertyános 13/A és a Vép 32/D erdőrészesletek 2-2 lékjét és 1-1 kontroll pontját választottuk ki ezekhez a vizsgálatokhoz. Az intenzív felvételi hálózat 41 mintapontot, míg a hozzájuk kapcsolt kontroll parcella 16 mintapontot tartalmaz (4. ábra). Az intenzíven vizsgált lékekben a már meglévő vizsgálatokat egészítettük ki talajnedvesség mérésekkel. Az intenzív felvételeket kettő vegetációs időszakra kiterjedően vizsgáltuk 2013-2014 években. Az intenzív felvételek folytatását a pályázati források megszűnésével fel kellett függesztenünk.



4. ábra: Intenzív lékvizsgáló hálózat parcelláinak vázlata

3.2.3. Faállomány felvételek

Faállomány felvételezés a lékek kitűzésekor készült, 2010 őszén, minden lékre vonatkozóan. A lék tervezett területén belül mértük minden faegyed átlagos mellmagassági átmérőjét, két oldal terepi átlagolásával, centiméteres pontossággal, fafajukat feljegyezve. A lékek első felvételekor, 2011 tavaszán mértük 4-6 lék környéki faegyed magasságát, melyből átlagos magasságot számoltunk. Király-féle fatérfogot függvényekkel számítottuk a kitermelt fatérfogot⁷, mely a Sopp-táblák függvényesített alakja (Veperdi 2008). A számításokhoz használt paraméterek a 2. táblázatban találhatóak.

Az alkalmazott függvény alakja összesfára:

$$v = (p_1 + p_2 \times d \times h + p_3 \times d + p_4 \times h) \times \left(\frac{h}{h - 1,3}\right)^k \times \left(\frac{d^2 \times h}{10^8}\right)$$

ahol: v a fatérfogat (m³);
 d a mellmagassági átmérő (cm);
 h a famagasság (m)*;
 p1...p4 paraméterek;
 k kitevő

2. táblázat: Állófa közböző függvény paraméterei összesfára a felvételezéskor előfordult fafajok esetében (Veperdi 2008)

név	Intercept	h*d	d	h	k	d _{max}
	p1	p2	p3	p4	k	
Akác	3200,27673	0,294416718	-1,806895023	-8,477096981	4	60
Bükk	4613,001418	0,716016063	-5,238172648	-34,00341446	1	70
Cser	3502,283477	-0,150943624	8,383176028	1,321767487	2	80
Gyertyán	2686,315044	-0,667214608	49,94392251	22,08311407	2	50
Juharok	4173,190876	-0,008475499	0,493886902	-8,432377964	1	60
Kocsányos tölgy	2397,9201	-0,5227949	25,2299809	25,8801311	4	80
Kocsánytalan tölgy (Madárcseresznye, kései meggy)	2777,093018	-0,751121789	31,49572862	30,35215729	3	80
Kőris	2817,066255	0,062093844	-1,099134258	19,49982787	3	50
Vörös tölgy	4428,936067	0,208550662	-12,58480836	-12,26461251	1	60
Hársak	4142,198121	0,13081066	-2,714614597	-19,82494526	1	50
Közönséges nyír	4738,911349	1,163590188	-35,99448825	-40,62525327	1	50
Erdeifenyő (sima fenyő)	3238,147196	0,051273292	5,732540251	-14,59271148	4	70
Lucfenyő	3983,313044	-0,15906684	-8,313914949	5,084732697	3	60

⁷ A felső lombkoronaszintben található fafajoknál átlagos magasság adatokat használtunk, a második lombkoronaszintet alkotó fafajoknál magasságmérést nem végeztünk, mivel ezen egyedek magassága nem befolyásolja a lék környéki állomány magasságát, ezáltal árnyalását. A fatömegbecsléshez 18 cm alatt 10 méteres, e felett 15 méteres átlagmagassággal számoltunk.

3.2.4. Fényviszonyok vizsgálata

A lécek fényviszonyainak vizsgálata 3 különálló esetre bontható.

Lékméretok meghatározása

A lékméretok meghatározását minden esetben az újulat felvétellel egybekötve végeztük. A korona függöleges vetülete alá állással lett meghatározva a lék hossz- és rövid tengelyében két távolságadat, melyből ellipszis képlettel számítható a lék mérete.

$$T = \frac{L_1 \times L_2}{4} \times \pi$$

ahol:	T	lék területe (m ²);
	L ₁	a lék hosszabb oldalának hossza (m);
	L ₂	a lék rövidebb oldalának hossza (m);

A lécek alakjának meghatározására egy alakszámot használhatunk, mely a hosszabb és a rövidebb oldal hányadosának százszorososa. Minél kisebb ez a szám, annál elnyújtottabb a lék. 100 esetén kör alakú, 50 esetén ideális 1 a 2 arányú elnyújtott ellipszis alakú lékről beszélünk, 50 alatt tovább szűkül a lék. Amennyiben az alakszám csökken, a lék erőteljesebben záródik a hosszabb oldala felől, ezáltal szűkül, Növekedés esetén pedig a rövidebb oldal felől záródik erőteljesebben a lék, és közelebb kerül a kör alakhoz.

$$Alak = \frac{L_2}{L_1} \times 100$$

A vizsgálatkor gyakran változott a mérő személye, illetve kizárólag a lécek hosszten-gelyének iránya volt kitézve, a koronacsurgók megítélése ez által a mérő szubjektivitására volt bízva. A lékméretok önmagukban nem adnak kielégítő választ a fényviszonyok ismereté-hez, mivel nem veszik figyelembe a faállomány záródását, magasságát, esetleges oldalfény lehetőségét, pl. szomszédos tarvágott erdőrézlet, vadföld, szélesebb út, nyiladék közelsége, erősebb gyérités hatása stb. (Kollár 2013), ezért további vizsgálatok javasoltak.

Fényviszonyok meghatározása lékközépponti hemiszférikus fényképezéssel

Minden vizsgált lék állandósított középpontjában és a zárt állományú kontroll pontokon, teljes lombotató állapotban készült egy hemiszférikus fénykép a vizsgált években.

Mivel a fafajok fényigényét számszerűen körülményes kifejezni, szükséges a kutatásban a lékméret mellett pontosabb mérőszámokat is alkalmazni. A szembecsléssel megállapított záródásérték egy lék esetén nem alkalmazható, így célszerű egyéb mérési módszereket használni.

A fényviszonyok hemiszférikus fényképezéssel történő tanulmányozására már az analóg fényképezőgépek korában is találhatunk példákat (Frazer et al. 1999, Brunner 2002, Jarčuška 2008), ám az óta jelentős fejlődésen ment keresztül a fényképezés technológiája, és a digitális feldolgozás is. Magyarországon bükkösökben Gálhidy és mtsai. (Gálhidy et al. 2005, 2006) is használtak halszemoptikával készült fényképeket lékek fényviszonyainak vizsgálatához. Mihók és mtsai. (Mihók et al. 2007) különböző fénymérési technikákkal hasonlították össze a halszemoptikás felvételek eredményeit. A jövőben az egyre nagyobb felbontású digitális fényképezőgépek és fejlett szoftverek egyre pontosabb kiértékeléseket tesznek lehetővé (Guay 2012).

A lombkorona nyitottsága megegyezik a hemiszférikus fényképeken a lombzat és ágrendszer által nem takart pixelek arányával. A halszemoptika sajátossága, hogy a látószöge 360 fokban mutatja a lombkorona változatosságát egy félgömbre vetítve, ezáltal nem csak közvetlenül a fényképezőgép felett lévő lombkorona záródását kapjuk meg, de az oldalfény szempontjából jelentős környékbeli állomány záródása is kiértékelhető.

A kutatásaim kezdetén, a 2011-2012-es években a lehető legolcsóbb felszereléseket használtam, mivel elsődleges célom az Erdészeti Tudományos Intézetben addig nem használt módszer megismerése volt. A felszerelés egy Panasonic DMC-FZ30 8 MP fényképezőgépből és egy erre közgyűrűvel felszerelhető Soligor Fish-eye Converterből állt. Az elkészült fényképeket ingyenes szoftverrel, „Gap Light Analyzer” programmal (röv. GLA) elemeztem (Frazer et al. 1999). A fényképek mindig a lékek középpontjában készültek, körülbelül 2 méteres magasságban, kézben felfelé tartott fényképezőgéppel, automatikus beállításokkal. Minden fénykép állandó észak-déli tájolóással készült, melyet Suunto MC-2 tükrös tájoló használatával állítottam be.

2013-ban lehetőség volt WinSCANOPY professzionális hemiszférikus mérő eszköz rendszer beszerzésére. Ez a rendszer tartalmaz egy Sony NEX-7 24 MP DSLR fényképezőgépet hozzá tartozó kalibrált halszem optikával, szintező állvánnyal, északkeresővel, távirányítóval. Fényképkészítéskor automatikus üzemmódban használtam a kamerát, mely mérő magassága 170 cm. Előnye a kézben tartott kamerához képest a biztos vízszintes helyzet, a fénykép pontos tájolóása, remegésmentes fényképezés, nagy felbontás és kalibrált halszem optika. A fényképeket „WinSCANOPY 2013a” szoftverrel (röv. WSC) dolgoztam fel (Guay 2012).

Mindkét program esetén azonosak a fényképelemzéshez szükséges adatok. Fénykép feldolgozáskor bemenő adat a geográfiai helyzet (GPS pozíció), tengerszint feletti magasság, kamera magassága (csak WSC esetén), lejt fok, kitétség iránya, vegetációs időszak hossza és a fénykép tájolása.

Az összehasonlíthatóság miatt a vegetációs időszak minden vizsgált év április 1-től szeptember 30-ig tartó időszakaként lett meghatározva. Egy fénykép teljes lombozatnál történő elkészítésével a fénybesugárzás egész vegetációs időszakra becsülhető, mivel a program számítja és összegzi a fénymennyiségeket a vegetációs időszak minden napjának minden órájában, feltételezve hogy a lombzat mennyisége nem változik az időszakon belül.

Az elemzésekhez elengedhetetlenek az éles, nagy felbontású fényképek, hogy elkülöníthető legyen az égbolt a vegetációtól (vagy egyéb azt kitakaró tárgytól). Javasolt a napkelte előtt vagy napnyugta utáni, egyenletesen felhős, vagy felhőmentes égbolt, azonban ezek a feltételek a legritkább esetben kivitelezhetőek, jellemzően megjelenik a nap a fényképeken, hiszen a felvételek napközben folyamatosan készültek.

A képek feldolgozáskor manuális treshold érték beállításával 90°-os zenitszöggel, a teljes fényképterület elemzésre került. Ezzel a módszerrel eltüntethetőek voltak a napfoltok, ezáltal a nem ideális égbolt viszonyok között készült fényképek is használhatóak voltak az elemzésekhez.

Az elemzésekhez két adattípust használtam fel a továbbiakban, melyek a fényképezési pont nyitottsága és a besugárzott fénymennyiség aránya a lombkoronák feletti értékhez viszonyítva, mely arány lehet közvetlen (direkt site factor, rövid. DSF), szórt vagy másnéven közvetett (indirect site factor, rövid. ISF) és teljes (total site factor, rövid. TSF) fénymennyiségre vonatkoztatható, mely utóbbi a közvetlen és közvetett fénymennyiség összege.

Nyitottság az égbolt (vegetáció által nem takart) azon hányadosa a lombkorona meghatározott részéről, mely a fényképező lencse felett található. Ez az érték hasonló az erdőzetben használt záródás értékhez ($Nyitottság = 100 - Záródás$), azonban a hemiszférikus fényképezés esetében az oldalirányú fénybesugárzás is megfigyelhető. A besugárzott fénymennyiség (DSF, ISF, TSF) a fotoszintetikusan aktív fluxus-sűrűség lombkorona alatti és feletti érték hányadosa a teljes vegetációs időszakra átlagolva (Guay 2012).

Fényviszonyok meghatározása hemiszférikus fényképezéssel az intenzív mintaterületeken

Az intenzív mintaterületeken két fényképsorozat készült 2013 és 2014 augusztusának végén a mintaterületek minden egyes felvételi pontjában. A fényképek elkészítése és feldol-

gozása megegyezik a lékközépponti hemiszférikus fényképezéssel. Azáltal, hogy a lékekben 41 fénykép készült, térbeli modellek készülhettek a lékekben tapasztalható fényviszonyokról.

3.2.5. Talajnedvesség viszonyok vizsgálata

A talajnedvesség tér- és időbeli változatosságának megismeréséhez térben és időben is minél több mérés szükséges. A talajnedvesség mérésére fel lehet használni az elektromos vezetőképességet is (Szodfridt 1993). A kísérletekben a „Time Domain Reflectometry” (TDR) módszert alkalmazom, mely a talaj dielektromos tulajdonságait használja ki (Rajkai 2004).

Talajnedvesség viszonyok vizsgálatát kizárólag kis lék mintaszámban, intenzíven vizsgált lékek esetén végeztem, Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérő berendezéssel (Spectrum Technologies Inc. 2009).

A kampányok során minden mintaponton négyszeres ismétlésben történt a mérés a felvételi időpontokban, normál talajokra vonatkozó, standard kalibrálású beállításokkal. A műszer térfogat arányos talajnedvesség (ang. Volumetric Water Content %, rövid. VWC%) adatot szolgáltat (továbbiakban talajnedvesség). A mérési gyakoriság időjárás függvényében egy-két hét között váltakozott. Április és október között 2013-ban 23, míg 2014-ben 16 mérési kampányt végeztünk. A kutatás kezdetén különböző hosszúságú mérőpálcákat használtunk (20 cm, 12 cm, 7,6 cm), melyek közül a legmegbízhatóbbnak a 7,6 cm-es bizonyult, ezáltal ezt használtuk szabványként.

A vizsgált lékekben és kontroll területeken időszaki csapadékmérés is történt ezekben az időszakokban a lékközéppontokban, illetve a kontroll parcellák középpontjában.

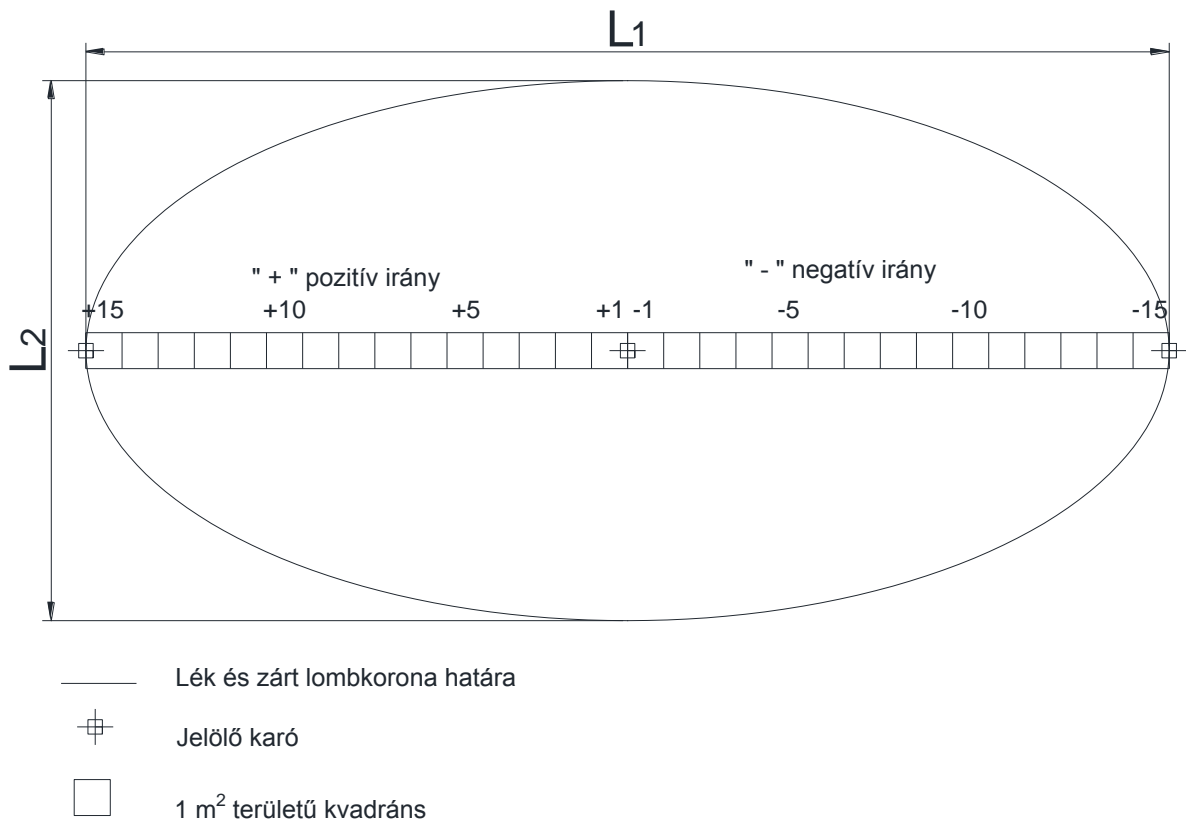
3.2.6. Újulat felvételezése

Az erdőtörvény fogalom meghatározása alapján (5. § 23.) *újulat*: az erdő felújulását biztosító fiatal faegyedek összessége. Az állományok fő fafajainak újulata mellett a lékek elegy fafajait és cserjefajait is felvételeztük.

Az újulat felvételezése a vegetációs időszak végén, minden év augusztusának végén vagy szeptemberének elején végeztük, amikor a csemeték növekedése jellemzően már befejezettek volt tekinthető. Kivétel az első felvétel, mely közvetlenül a léknyitás után, 2011 kora tavaszán, rügyfakadás előtt lett felvételezve.

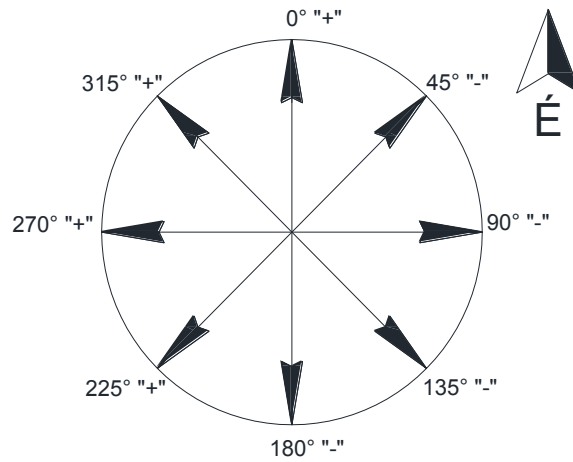
Az újulat mennyiségi és minőségi adatait 1 m²-es kvadrátonként vizsgáltuk. Ez lékek esetében a hossz tengelyen keresztülfutó 1 méter széles transzekt (körülbelül 30 kvadrát/lék, a

lék hosszirányú méretétől függően több vagy kevesebb), mely ezáltal kimutathatja a lék újulatkúpjának keresztmetszetét is (5. ábra).



5. ábra: Transzekt elhelyezkedése egy lékben

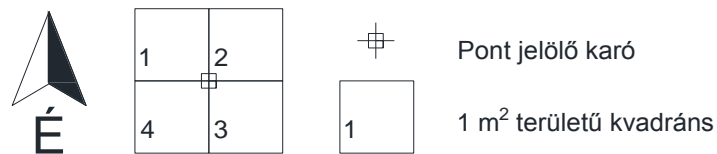
A transzektok a festett végű középponti karótól kiindulva pozitív „+” és negatív „-” előjellel kerültek lefektetésre a lék tájolásának megfelelően, a felvételi irányok végein szintén festett karókkal kitűzve. Pozitív iránynak mindig a térképi ábrázolás szerinti nyugathoz közelebbi irányt vettük, tehát különböző tájolású lékek esetén É-i, ÉNy-i, Ny-i és DNy-i irányt. Negatívnak a D-i, DK-i, K-i és ÉK-i irányt neveztük (6. ábra).



6. ábra: Pozitív és negatív irányok meghatározása az iránytűn

A kvadrátokat az adatbázisban elkülönítettük azok elhelyezkedése alapján. A közép-ponthoz legközelebbi 5 kvadrát centrális elhelyezkedésű, míg a távolabbi kvadrátok a lék tájolásának megfelelően elnevezettek.

Zárt korona alatti kontroll pontokon, és az intenzív felvételű parcellák felvételi pontjaiban 4 négyzetméteres (2×2 méter, 4 kvadrát/pont) területen történt a felvételezés (7. ábra).



7. ábra: 4 m²-es mintaterület rajza

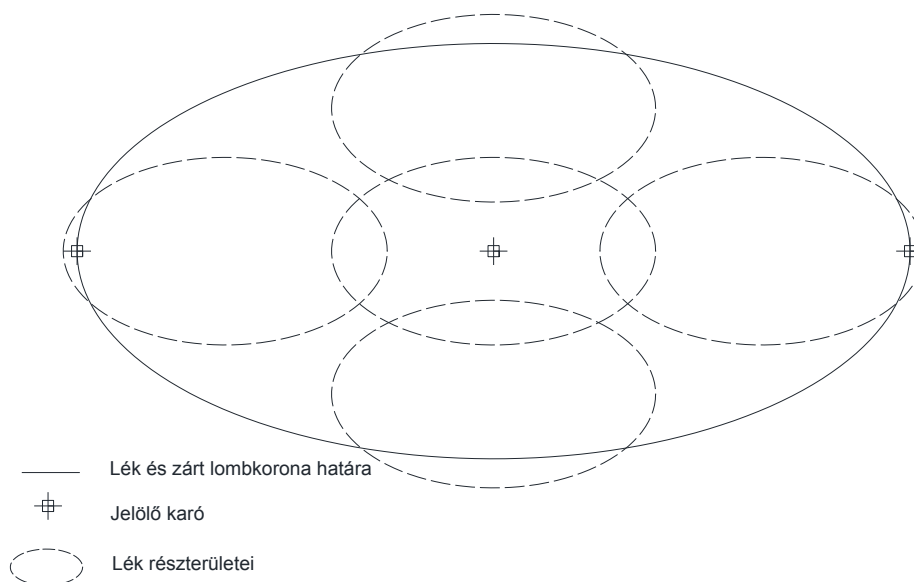
Az egyes kvadrátokban fa- és cserjefajonként az egyedek darabszámát, illetve a legmagasabb egyed magasságát határoztuk meg. Amennyiben vadkár jelent meg a területen, a legmagasabb csemetén megfigyelhető vadkárosítottságot is feljegyeztük.

A vadkárosítottság értékelése során az alábbi skálát alkalmaztuk (Márkus & Mészáros 2000):

- Nincs károsítás 0
- A vezérhajtás teljesen ép, az oldalhajtásokon a vadkár (rágás) elenyésző 1
- A vezérhajtás ép, a felső harmad oldalhajtásai jelentős mértékben visszarágottak 2
- A vezérhajtás is sérült, de regenerálódott, az oldalhajtások erőteljesen rágottak 3
- Ismételten visszarágott, torz növéssű fácska, nagysága jelentősen kisebb, mint a kor szerinti magasság 4
- Agyonrágott, elhaló 5

3.2.7. Növényborítás vizsgálata

A növényborítás felvételezése az újulat felvételezésekkel egy időpontban lett elvégezve. A becsléshez a lékeket 5 hasonló méretű, elkülöníthető részterületre osztottuk (8. ábra).



8. ábra: Lékek részterületeinek vázlatos elkülönítése

A területrészek megnevezése lékek esetében a tájolás függvényében értendő: Centrális, tehát a lék középső területe; É (0° = 360°); ÉK (45°); K (90°); DK (135°); D (180°); D-Ny (225°); NY (210°) és É-Ny (315°).

A területrészek elkülönítése a terepen szemmel történő távolságbecsléssel történt. Kontroll és intenzív mintapontok esetében a 4 m²-es felvételi területen történt a borítás becslése (7. ábra).

A borítás meghatározása százalékos értékkel, jelentősebb fajokra és növényzet által nem borított felületre, terület lefedés alapján, szembecsléssel történt 1%-os pontossággal 5%-os értékig, e felett pedig 5%-os pontossággal. Becsültük az ágfával borított terület nagyságát is. Részletes fajlista nem készült, mivel a kísérletek célja elsősorban erdőművelési és nem botanikai vizsgálat. A felújulást jellemzően nem gátló egyéb fajokat, melyek borítását egyedileg nem tudtuk becsülni egyéb kategóriába soroltuk, melyet a felvételezett fajok összes borítása, ágfá borítás, és növényzettel nem borított (nudum) területek 100%-ból való kivonásával számoltuk.

3.3. Statisztikai feldolgozás módszerei

A vizsgálati időszak alatt felhalmozódott nagy mennyiségű adattömeget könnyen áttekinthető, szűrhető adatbázisokba rendeztem, melyek a dolgozat mellékleteiként megtekinthetőek. Az eredeti terepi jegyzőkönyvek szabadon hozzáférhetőek a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Erdészeti Tudományos Intézetének Sárvári Kísérleti Állomásán.

A vizsgálatok során egyes paramétereket szükséges volt módosítani a mérési metodika időközbeni változtatása miatt.

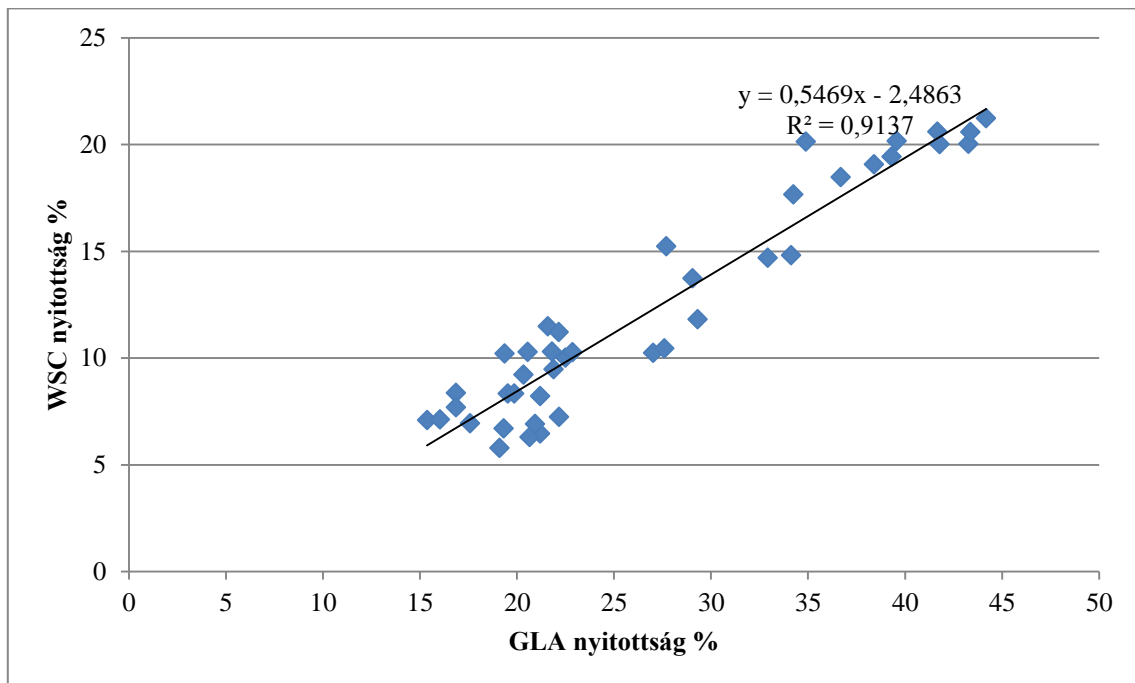
A statisztikák elvégzéséhez és a szemléltetésekhez Excel 2010 (Microsoft 2010) és Statistica 10 (StatSoft 2011) programokat használtam.

Időrendi sorrendben elsőként a nagy mintaszámú lékvizsgálatok indultak, és csak a kutatások negyedik és ötödik évében végeztem intenzív vizsgálatokat 4 kiválasztott lékben. Az eredmények értékelésekor azonban elsőként a területileg és adاتمennyiségben is kisebb intenzív vizsgálati sort értékeltem, majd az ebből nyert információkat is felhasználtam a nagy mintaszámú lékvizsgálatok statisztikai értékelésekor.

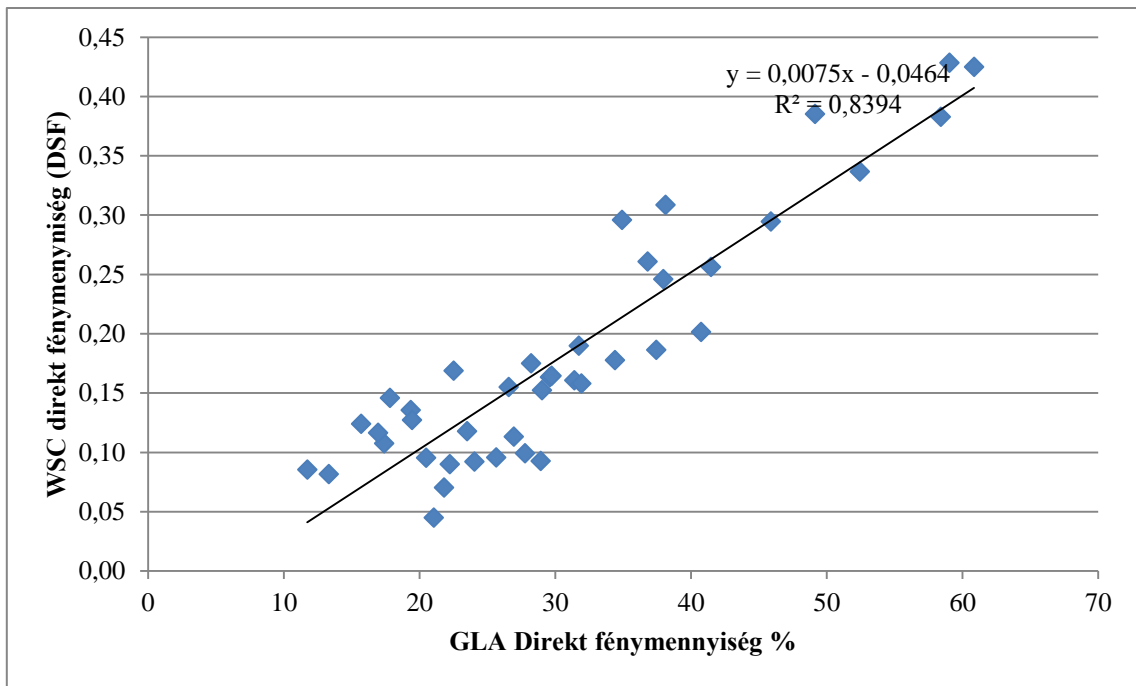
3.3.1. Gap Light Analyzer és WinSCANOPY hemiszférikus fényképezési rendszerek adatai közötti átválthatóság

Mivel a kutatás során változott a felhasznált technika, a két vizsgálati módszertan között szükséges volt egy átváltási képlet bevezetése. Hasonló átváltási lehetőségeket vizsgáltak bükkösökben és lucfenyvesekben szlovák kutatók (Jarčuška et al. 2010), azonban eredményeiket nem volt lehetséges átültetni a tölgyesekre.

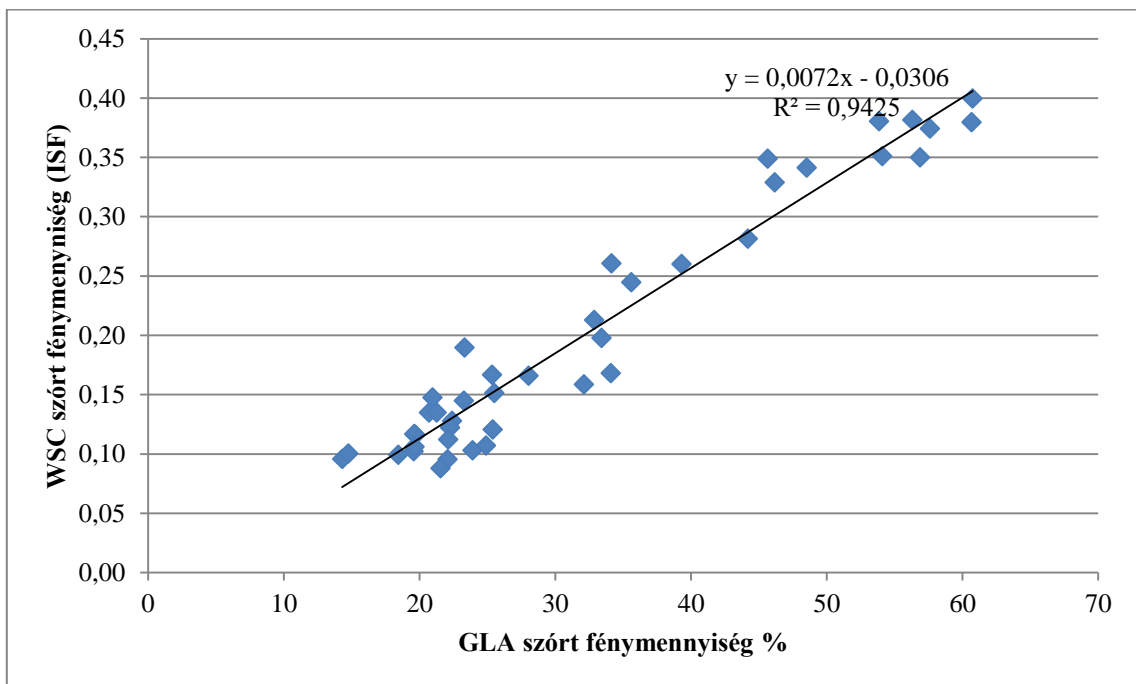
A két különböző rendszer adatainak összehasonlításához 41 fényképből álló összehasonlító tesztet végeztem a Bejczygyertyános 13/A É-D-i intenzív parcellájában, melyből átszámítottam a Panasonic DMC-FZ30 fényképezőgéppel és „Gap Light Analyzer” programmal kapott adatokat (GLA) a Sony NEX-7 és WinSCANOPY programmal egyenértékű (WSC) adatokká. A regressziós egyenletek az alábbiakban láthatóak (5-8. ábrák). A felhasznált fényképeket, adatokat és a részletes számításokat a 3.4. Digitális melléklet tartalmazza. A disszertációban minden további elemzést WSC egyenértékű adatokból állítottam elő. Az átváltást kizárólag a kísérletben használt kb. egy fahossz szorozva fél fahossz (30 x 15 m) méretű lékekhez terveztem, a kapott átváltási tényezők nem javasoltak más mérettartományú lécek elemzéséhez.



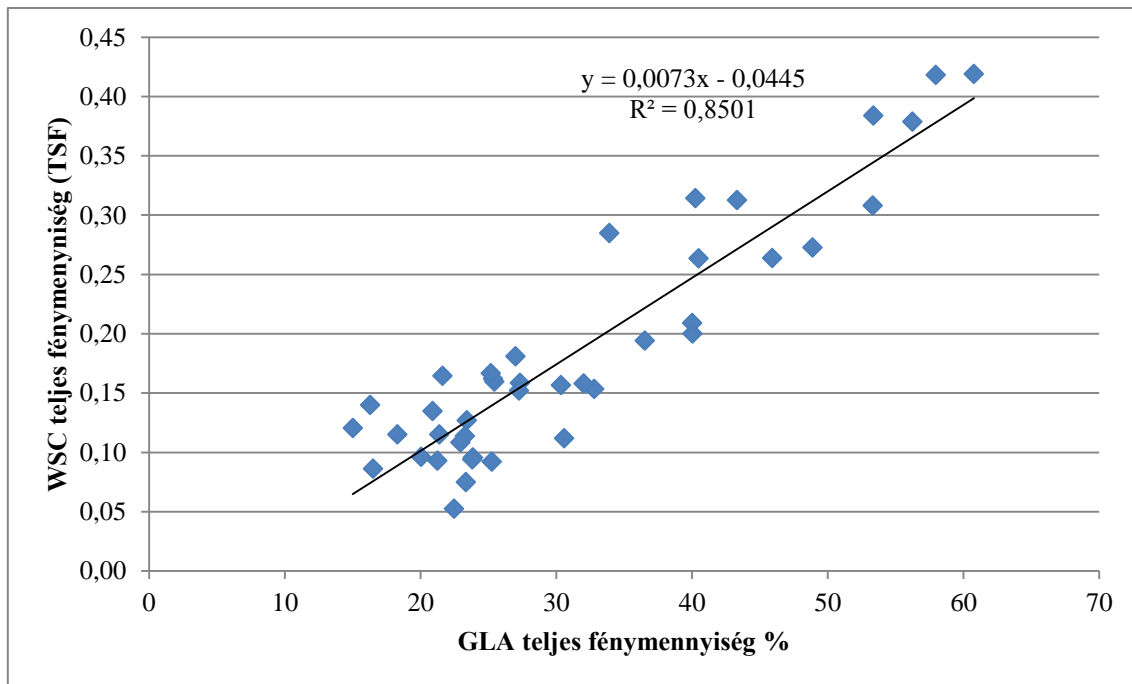
9. ábra: Nyitottsági adatok összevetése



10. ábra: Direkt fénymennyiség adatok összevetése



11. ábra: Szórt fénymennyiség adatok összevetése



12. ábra: Teljes fény mennyiség adatok összevetése

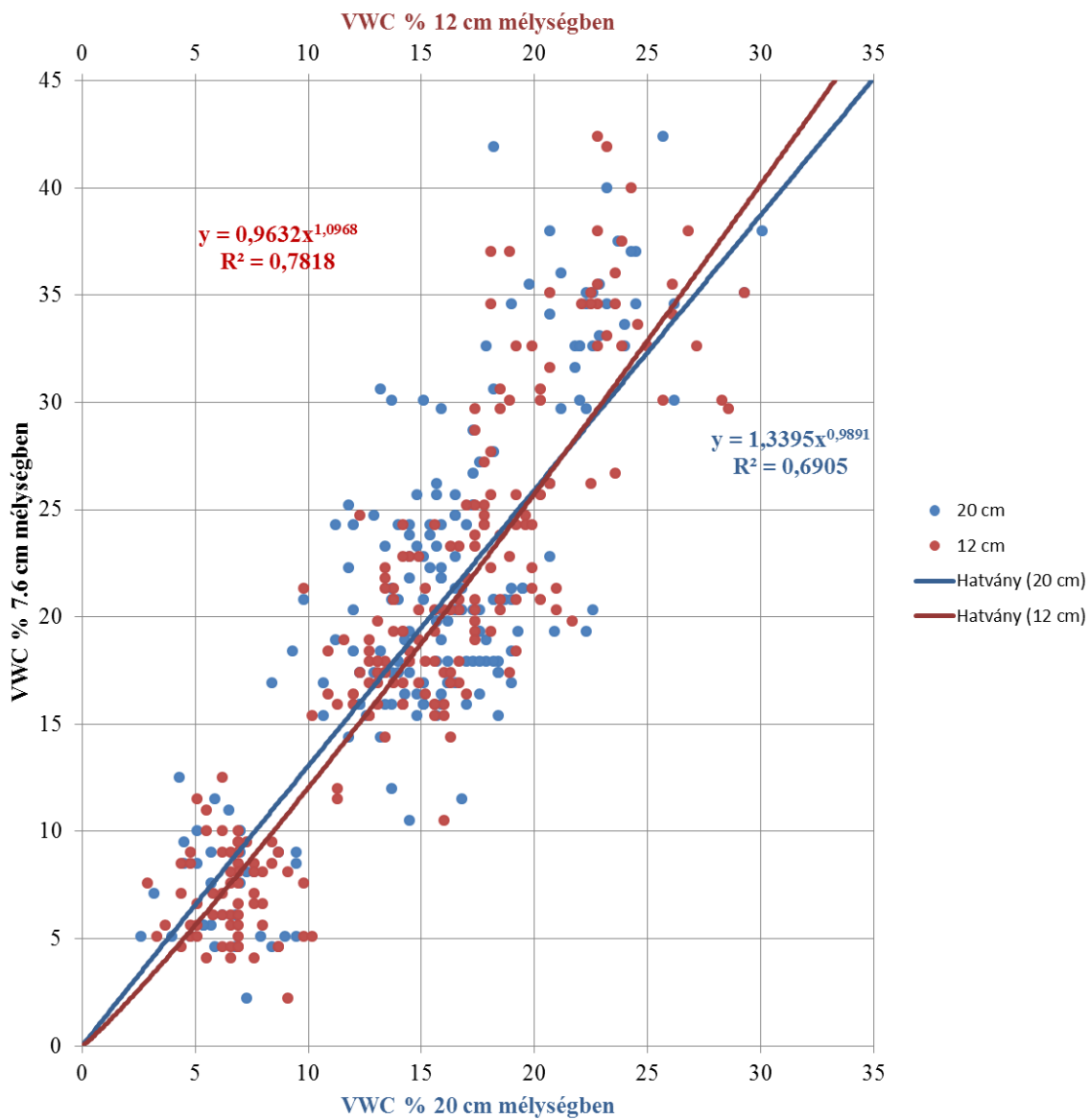
3.3.2. Különböző mélységű talajnedvesség adatok közötti átválthatóság

2013-ban a Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérő műszer használatakor több esetben a mérési mélység változtatására volt szükség. A változtatásokat a hosszabb mérőpálcák gyakori törése indokolta. A kísérletek kezdetekor meglévő nedves talajállapotban a 20 cm-es mérőpálcák még megfelelően használhatóak voltak, azonban a vázrészek és a gyökerek miatt gyakori volt a pálcák deformálódása, majd törés következett be. A 12 cm-es pálcák már közepesen száraz időszakokban is használhatóak voltak, azonban aszályos időszakban sűrű pálcátörések következtek be. A legmegbízhatóbb, és ez által költséghatékony megoldás a 7,6 cm-es mérőpálcák alkalmazása volt, melyek esetében pálcátörést nem tapasztaltunk.

Összehasonlító méréseket végeztem, hogy szabványosítsam a 2013-ban különböző talajmélységekben vett adatokat 2014 év tavasztól nyárig tartó időszakában Bejcgertyános 13/A erdőrészlet kontroll parcellájában, ahol 8 állandó mérőpontban négyszeres ismétléssel minden, a kísérletben használt méretű mérőpálcával (20 cm (n=194), 12 cm (n=224), 7,6 cm (n=224)), minden talajnedvességi fázisban (nedvestől szárazig) ellenőrző méréseket végeztem. A szabványos talajmélység a vizsgálatra 7,6 cm-ben lett meghatározva, mivel a legtöbb mérés ezzel a mérőpálcával történt, illetve a jövőbeli méréseket is ebben a mélységben terveztem. Erre a mélységre lett átkonvertálva a különböző hosszúságú mérőpálcával történő mérések átszámító egyenletekkel. A 20 és 12 cm-es mélységű térfogat arányos talajnedvesség adatot párosítottam a 7,6 cm-es mélységű adattal, az eredményeket diagramon ábrázoltam. Trend

vonalat illeszttem ezekre az adatpárookra a legjobb összefüggésű egyenletet keresve (R^2 és egyenlet). A végleges átváltási egyenlet (hatványos) alább látható (13. ábra). Az összefüggések korreláció vizsgálatával elemezve szignifikánsak voltak. A felső szinteken (7,6 cm) a talajnedvesség nedvesebb, mint a mélyebb szinteken (12 és 20 cm).

A részletes adatsorok és számítások a 3.5. Digitális mellékletben találhatóak.



13. ábra: Térfogat arányos talajnedvesség adatok átváltási egyenleti 20 és 12 cm-es mélységről 7,6 cm mélységre

3.3.3. Intenzív felvételi eredmények kiértékelése

Csoportosított Box & Whiskers ábrákkal szemléltetem a mért változók térbeli változásait. Azért döntöttem ezen ábrák használata mellett, mert egyszerre ábrázolják az adatok átlagértékeit (Mean), azok standard hibáját ($\text{Mean} \pm \text{SE}$) és szórását ($\text{Mean} \pm \text{SD}$), illetve a csoportosítással könnyen és szemléletesen átlátható a kísérlet nagy adattömege. A csoportosított változók a mintaterületek, a lékek tájolása vagy kontroll terület és a lék részterületei a parcellákon belül. T-tesztekkel vizsgáltam, hogy volt-e szignifikáns különbség a változókban egy parcellán belül.

Az adatok térbeli eloszlását 3D contour plot diagramok mutatják be, melyek a legkisebb négyzetek illesztési opcióval, minimum merevséggel készültek.

A talajnedvesség időbeli változásainak bemutatásához a napi talajnedvesség adatok átlagértékeit diagramokon ábrázoltam, melyekre 6. fokú polinomiális regresszióval trendvonalat illesztettem. R^2 érték mutatja a modell illeszkedésének a jóságát az adatokhoz.

Az önálló adatsorok kapcsolatának vizsgálatát Pearson Product-Moment korrelációs mátrixszal végeztem. A változók közötti kapcsolat szorosságát a 3. táblázat alapján értelmeztem (Tóthné Parázsó 2011).

3. táblázat: A korrelációs együttható értéke és a változók közötti kapcsolat erőssége

Korrelációs együttható (r) értéke	R^2	Változók közötti kapcsolat
0,90 – 1,00	0,81-1,00	Rendkívül szoros
0,75 – 0,90	0,56-0,81	Szoros
0,50 – 0,75	0,25-0,56	Érzékelhető
0,25 – 0,50	0,06-0,25	Laza
0,00 – 0,25	0,00-0,06	Nincs kapcsolat

3.3.4. Extenzív lékvizsgálati eredmények kiértékelése

Az eredményeket a felvételezett változó csoportok alapján alfejezetenként külön értékelem. A leíró adatok ismertetése után Pearson Product-Moment korrelációs mátrixszal keresek összefüggéseket az adatsorok között.

A korreláció vizsgálatoknál a kvadrátok elhelyezkedése számértéket kapott a maximális fénybesugárzás csökkenésével azonos sorrendben (északtól való távolság). Mint a 4.1.1 Fényviszonyok térbeli változásai fejezetben látható, a maximális fényintenzitás a középpontban, majd pedig az északi lékszéleken található. A legcsekélyebb pedig a déli lék széleken. Ezek alapján nulla jelöli a centrális elhelyezkedést, 1 az Északi, 2 az É-K-i és É-Ny-i, 3 a Keleti és

Nyugati, 4 a D-K-i és D-Ny-i, 5 a Déli, végül 6 a zárt állomány alatti kontroll területek elhelyezkedését.

Az intenzív felvételi eredmények kiértékelésekor már említett csoportosított Box & Whiskers ábrákkal szemléltetem a mért változók térbeli változásait a lécek tájolására vonatkozóan. A csoportosító változók a mintaterületek, kerítés megléte, a lécek tájolása vagy kontroll terület és a vizsgálat éve.

4. Eredmények és azok értékelése

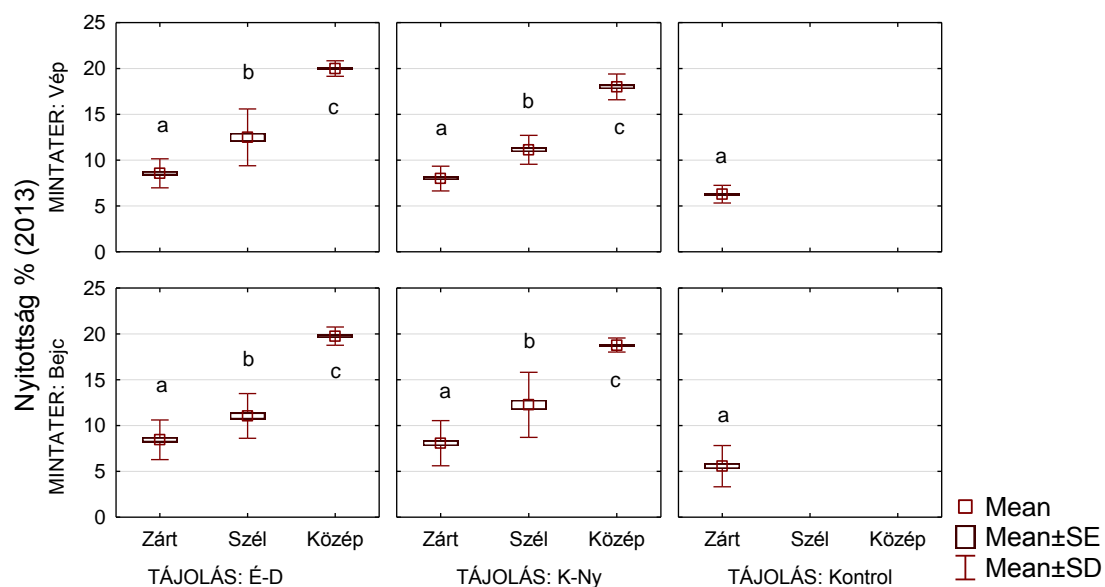
4.1. Intenzív vizsgálat eredményei

Az intenzív vizsgálatok minden felvételezett adatának megjelenítése területi korlátok miatt a disszertációban nem lehetséges. A részletes adatbázisok, számítások és a disszertációban közzé nem tett diagramok a 3.6 Digitális mellékletben találhatóak.

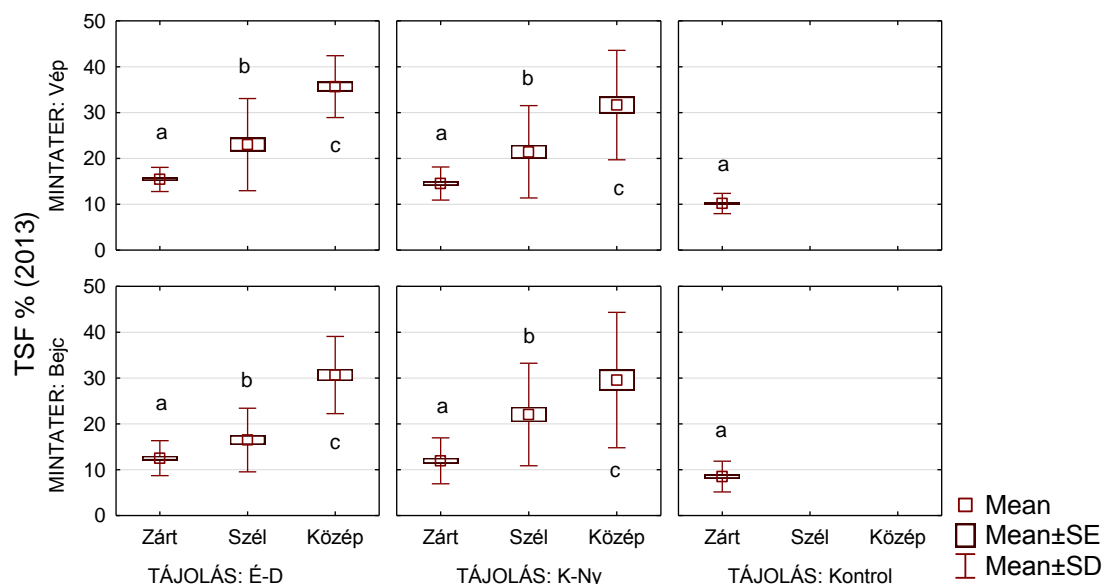
4.1.1. Fényviszonyok térbeli változásai

A 14. ábra bemutatja a fényviszonyok közötti különbségeket a lék alrészei között 2013-ban. A 2014 évi adatok valamivel magasabb értékek. T-teszttel ($p < 0,05$) vizsgálva a nyitottságot és a teljes fénybesugárzást 2013 és 2014-ben, kevesebb, mint 0,3%-nyi, de szignifikáns átlagos eltérést tapasztaltunk.

Közel lehetetlen pontosan azonos lék méreteket kialakítani akár mesterségesen nyitott lécek esetében is. Kimutatható különbségek találhatóak a mintaterületek, de még az azonos mintaterületen található lécek között is (14. ábra). A nyitottság esetében a lék alrészein látható különbségek egyértelműek, azonban a zárt erdőállomány alatti parcella részek és a kontroll parcella között szignifikáns a különbség. Ez azt jelenti, hogy célszerű lett volna nagyobb parcellákat kijelölni, és sűrűbb felvételi hálót használni, hogy modellezni lehessen a lombkorona záródás teljes spektrumát a lék középponttól a teljesen zárt erdőállományig.



(a)



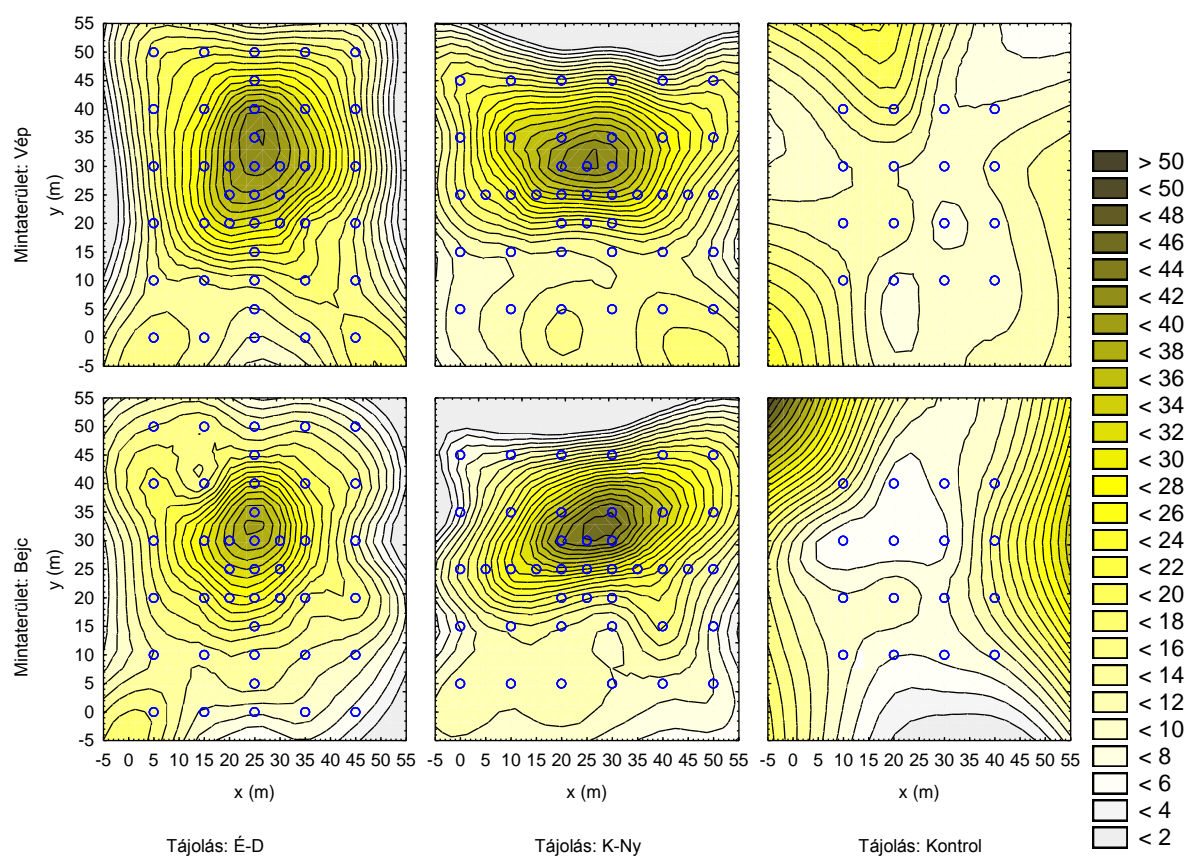
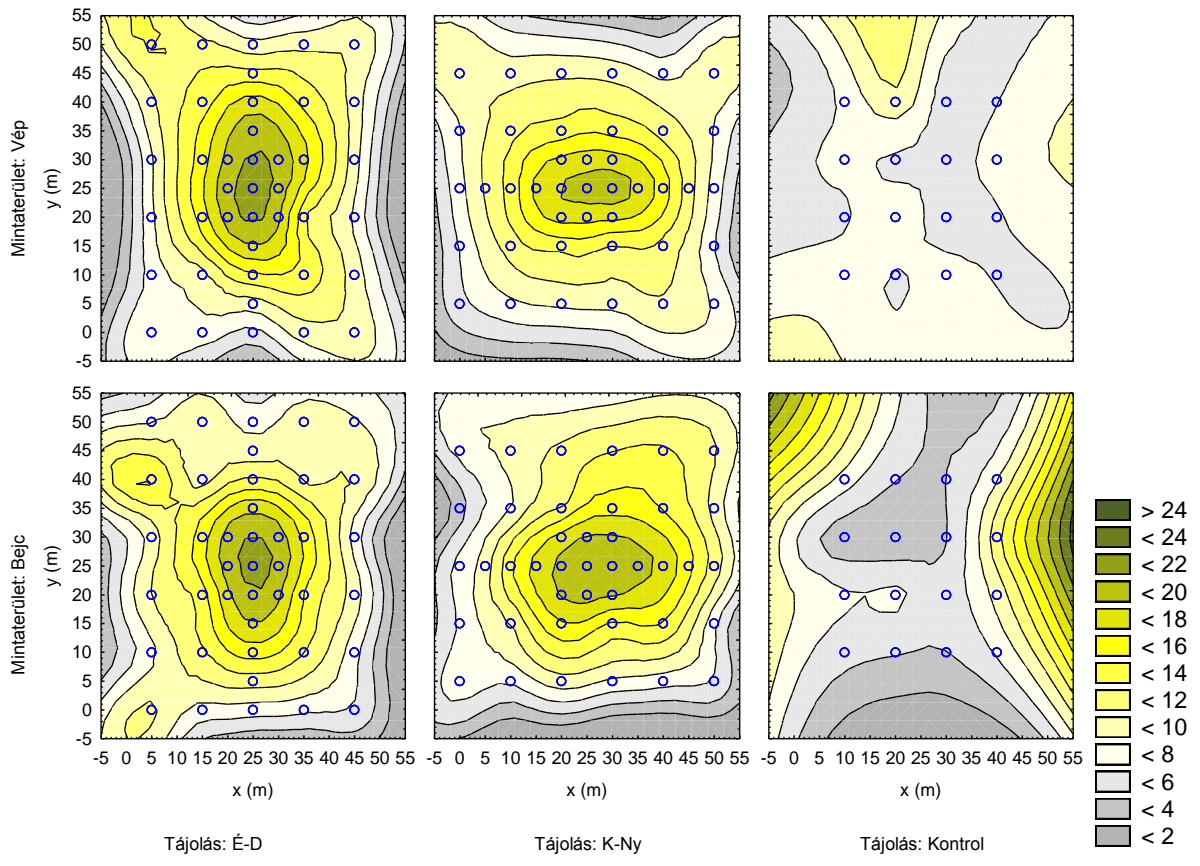
(b)

14. ábra: Intenzív parcellák nyitottság (a) és teljes fénybesugárzás (TSF) (b) értékei 2013-ban, a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között

A lék szimmetriája jól látható a 3D contour plot diagramokon, ahogy az olvasó a lék középpontjától halad a zárt lombkorona felé (15. ábra (a)). A sarkokban a közeli lékek hatása látható. A szomszédos lékek túlságosan közel találhatók egymáshoz, ezáltal hatással vannak egymásra. Megjegyzendő, hogy a lék középpontja sem éri el a Nemky (Nemky 1976) által javasolt 70%-os záródásbontást (30%-os nyitottságot).

A maximum fényintenzitás a lombkoronák alatt enyhe északi eltolódást mutat (15. ábra (b)). Ez a megvilágítottági hatás hasonló a Csépanyi által tapasztaltnak (Csépanyi 2008), aki

szerint az északi lékrészek kapják a legtöbb közvetlen napsugárzást. A kelet-nyugati tájolású lék esetében hasonló eltolódás figyelhető meg. Fontos tény, hogy a vizsgált lékek legjobban benapozott területén is csak a lombkorona feletti fénymennyiség 40-50%-a észlelhető, mely rohamosan csökken ahogy közeledünk a zárt lombkorona alá. A lékek széleire körülbelül 20-30%, míg a zárt lombkorona alatt már csak 10-15%-nyi napfény mennyiség éri el a talajszintet.

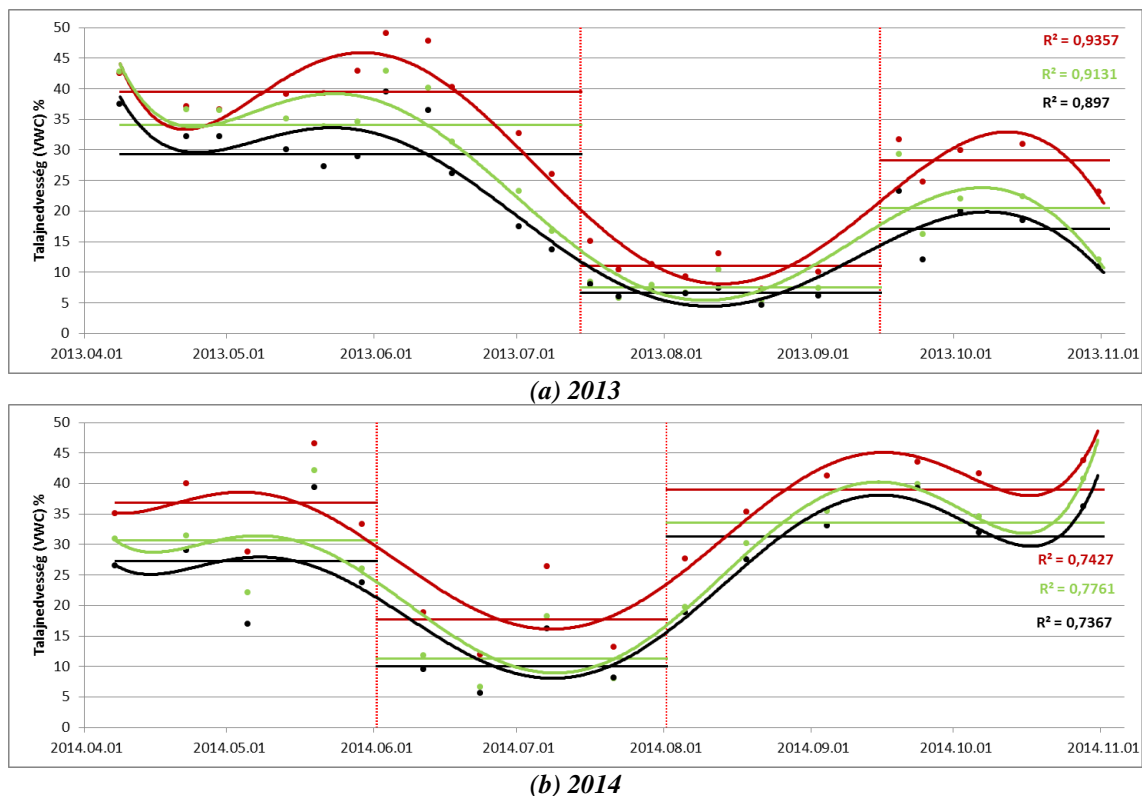


15. ábra: A parcellák nyitottsága (a) és teljes fénybesugárzása (b) 2013-ban

4.1.2. Talajnedvesség idő- és térbeli változásai

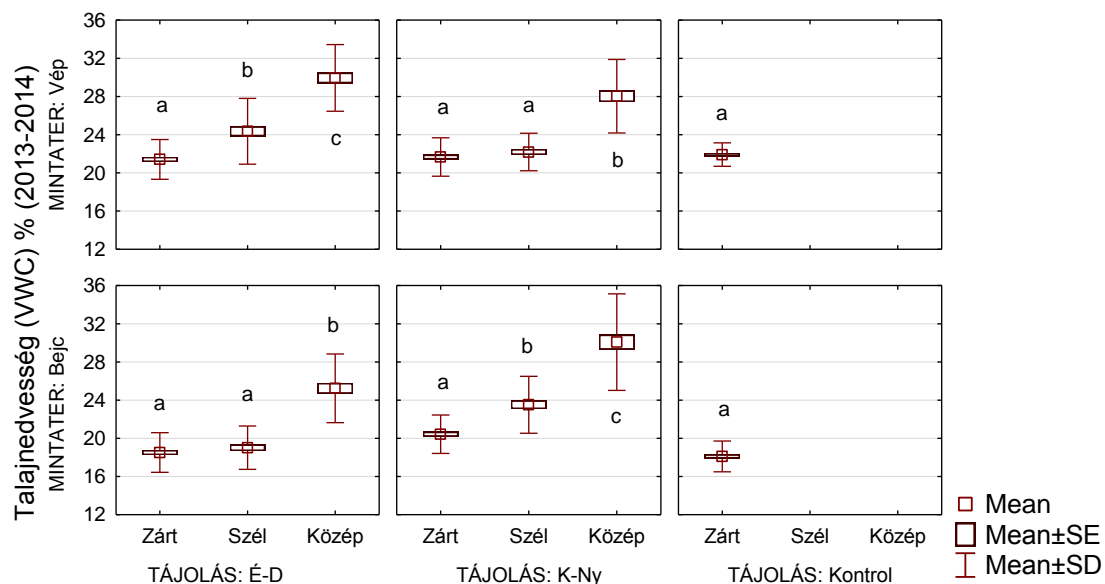
A két vizsgált vegetációs periódus csapadékösszegei jelentősen különböznek egymástól, mely nagy hatással van a talajnedvességre. A csapadék mind a 6 parcellában egyszerű csapadékgyűjtőkkel lett mérve a kutatás időtartama alatt. A talajnedvesség mérések alkalmával történtek az időszaki csapadékadatok leolvasása. Míg 2013-ban április elejétől október végéig mintaterületenként a parcellák átlagával számolva csupán 250 mm csapadék esett Vépen, és 319 mm Bejcgertyánoson, addig 2014-ben ugyanebben az időszakban 466 mm csapadék hullott Vépen és 525 mm Bejcgertyánoson.

A 16. ábra (a-b) trend vonalakkal mutatja be a modellezett időbeli talajnedvesség változást az egyik parcellában. A további parcellák talajnedvesség ábrái a 3.6 Digitális mellékletben találhatóak. Ezek a modellek fel lettek osztva az év 3 szakaszára, melyek a vegetációs időszak kezdete, aszályos időszak és a vegetáció időszak vége. Ezekben a periódusokban az átlagos talajnedvességet vízszintes vonal jelöli. A felosztás az aszályos időszak lehatárolásával történt, azonos hosszúságú, legalacsonyabb talajnedvességű időszakokat véve alapul.



16. ábra: Vép 32/D, észak-déli lék átlagos talajnedvesség adata 2013-ban (a) és 2014-ben (b) (lék közepe: piros vonal, lék széle: zöld vonal, zárt állomány: fekete vonal)

A talajnedvesség ingadozása szembevetendő a két megfigyelt évben. 2013-ban egy hosszan tartó aszályos időszak volt észlehető július közepétől október közepéig. Ezután a tél folyamán a talaj nem volt képes elérni a telítettségi talajállapotot, és a 2014-es vegetációs időszakot egy kevésbé nedves állapottal kezdte el, mint 2013-ban. 2014-ben azonban kizárólag a június volt majdhogynem csapadékmentes, amikor is a talajnedvesség lecsökkent, azonban ez után a rövid száraz időszak után a talajnedvesség gyorsan felemelkedett a telített állapotig. Nem volt tehát igazi aszály ebben az évben, miközben a lecsökkent talajnedvességű időszak másfél hónappal hamarabb következett be, mint az előző év aszályos időszaka, azonban ugyanúgy két hónapig tartott. Szeptember elejére a talajnedvesség elérte azt a maximumot, amelyen a 2013-as évben a kutatások elkezdődtek.



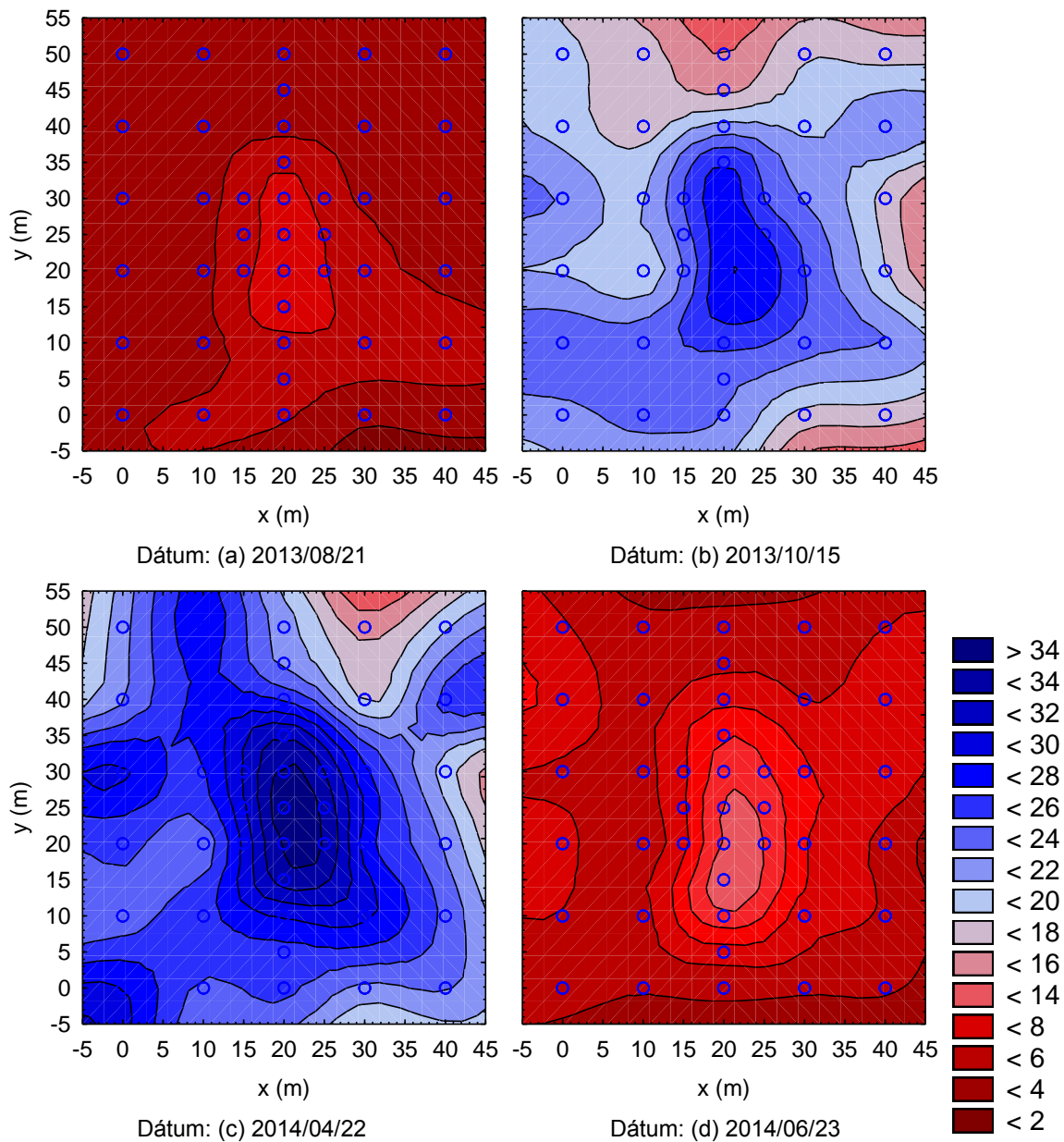
17. ábra: Talajnedvesség adatok (VWC %) 2013 és 2014 évek átlagában, a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között

Abszolút értékben vannak különbségek a két kutatási hely talajnedvesség értékei között, illetve a különböző lécek között is (17. ábra), azonban a tendenciák azonosak. A lécek közepe elnedvesedik, és a talajnedvesség fokozatosan csökken a zárt állomány felé. Több korábbi vizsgálat is hasonló megállapításokat tett bükkös állományban (Mihók et al. 2005, Manninger 2008). A kutatási időszak minden mintájára vonatkozó átlag talajnedvesség adatok alapján a vegetációs időszakban a lék közepe 6%-al nedvesebb (29%), mint a lék szélei (23%). A talajnedvesség további 2%-al csökken a zárt lombkorona alatt (21%). Szintén megfigyelhető, hogy a szórás csökken, ahogy a lék közepe felől a zárt állomány felé közeledünk. Ez azonos

Gálhidy azon eredményeivel, mely szerint a talajnedvesség a lékekben változatosabb, mint a zárt állomány alatt (Gálhidy et al. 2006).

Az észak-déli és kelet-nyugati tájolású lékek talajnedvességének abszolút értékű különbségeire jelenleg nincs magyarázat, azonban a változások tendenciái megegyeznek. Mivel részletes talajfeltárásokat a termőhelyeken nem végeztem, csupán valószínűsíthetem, hogy mikro termőhelyi okokkal magyarázhatóak a tapasztalt eltérések.

A talajnedvesség térbeli eloszlása 3D contour plot diagramokon szemléltethető.

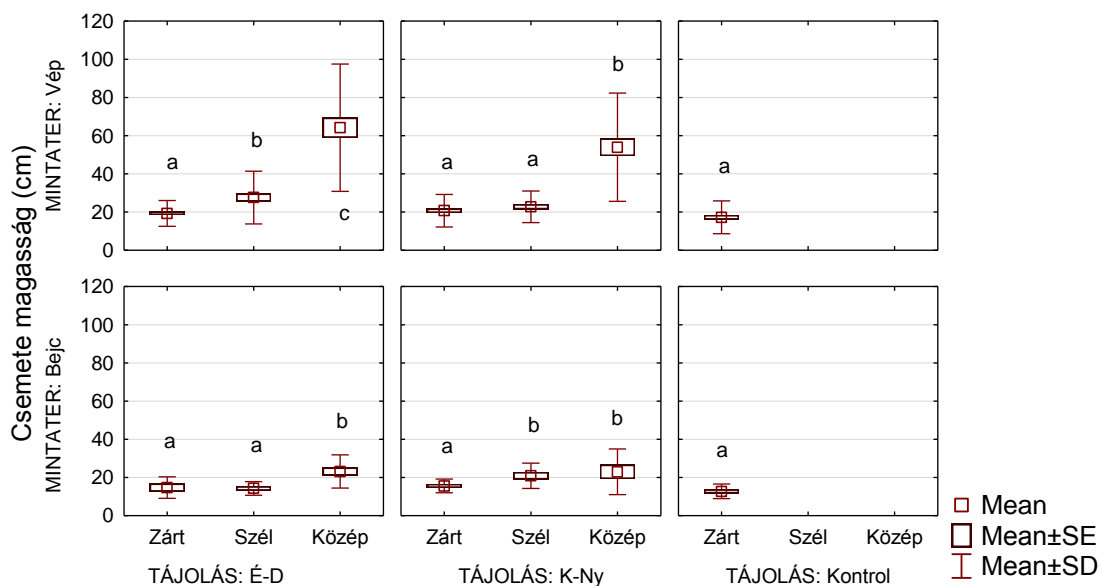


18. ábra: Vép 32/D részlet, észak-déli lék jellemző talajnedvesség (VWC %) állapotai: (a) 2013.08.21: legszárazabb, aszályos talaj állapot, (b) 2013.10.15: egy közepesen nedves talaj állapot, (c) 2014.04.22: legnedvesebb talaj állapot, (d) 2014.06.23: 2014 évi legszárazabb talajállapot

A nedvesebb talajállapot a lék középpontjában tisztán kirajzolódik (18. ábra), mely különbségek a legszárazabb időszakokban is megmaradnak, noha a variancia lecsökken (a). A telítettséghez közeli talajállapotban, tavasszal és ősszel ezek a különbségek csökkennek, vagy majdnem el is tűnhetnek (c). A fennmaradó anyaállomány gyökérszónájának vízfelvétele nagyobb hatással lehet a talajnedvesség térbeli változásaira a lékben és környékén, mint a lék bevilágítási hatása, mely a napfény hatására elméletileg szárítaná a talajt, amely a teljes fénymennyiség (TSF) esetében látható. A nedvesebb talajállapotokat nem egyenlíti ki a nagyobb napsugárzás okozta szárító hatás a vizsgált lékméret esetében.

4.1.3. Az újulat vizsgálata

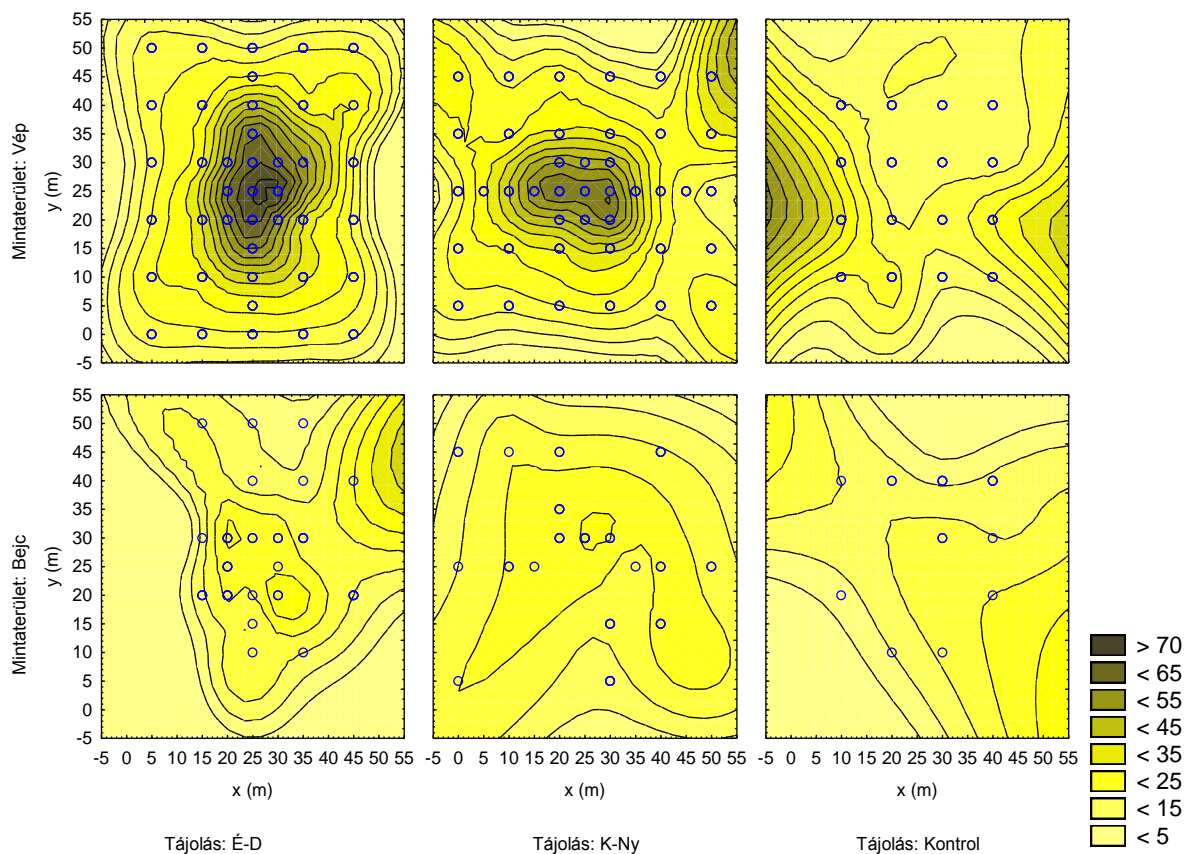
A bejegyertyánosi mintaterületen nem volt kiemelkedő újulat mennyiség, kevés ($0,88 (\pm 1,65)$ db/m² 2013-ban, $0,44 (\pm 1,01)$ db/m² 2014-ben) kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) csemetét találtunk a lékekben. A vépi mintaterületeken nagyszámú ($5,38 (\pm 3,17)$ db/m² 2013-ban, $5,31 (\pm 2,85)$ db/m² 2014-ben) csertölgy (*Quercus cerris*) csemetét találtunk a vizsgált 2 évben. A csemeték átlagos magasságát mutatja az alábbi grafikon 2014-ben (19. ábra).



19. ábra: Csemeték magassága (cm) 2014-ben (Vép: *Quercus cerris*, Bejc: *Quercus petraea*), a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között

A vépi mintaterületen a csemeték darabszáma nem változott szignifikánsan a két felvételi év alatt, azonban a csemeték magassága szignifikánsan alacsonyabb volt 2013-ban, mint 2014-ben. 2013-ban a cser (*Quercus cerris*) csemeték átlagos magassága minden mintára $45 (\pm 21)$ cm volt a lék közepén, $22 (\pm 8)$ cm a lékek szélein és $18 (\pm 8)$ cm a zárt állomány alatt.

2014-ben ugyanezen értékek $59 (\pm 31)$ cm, $25 (\pm 12)$ cm és $19 (\pm 8)$ cm. Összehasonlítva a két évet, a magassági növekedés többnyire a lék közepén volt mérhető, ahol a magassági növedék 14 cm. A lékek szélein a magassági növedék 3 cm, míg a zárt állomány alatt már csak 1 cm volt. Amíg 2013-ban szignifikáns különbség volt a csemeték magasságában a két vizsgált lék középső részében, ez a különbség már nem volt szignifikáns 2014-ben, tehát a lékek közötti különbség az idő előre haladásával csökkenhet, a kisebb kezdeti csemete magassággal rendelkező lék idővel behozhatja a jobb induló feltételekkel rendelkezőt.



20. ábra: A parcellákban található csemeték magassága (cm) 2014-ben (Vép: *Quercus cerris*, Bejc: *Quercus petraea*)

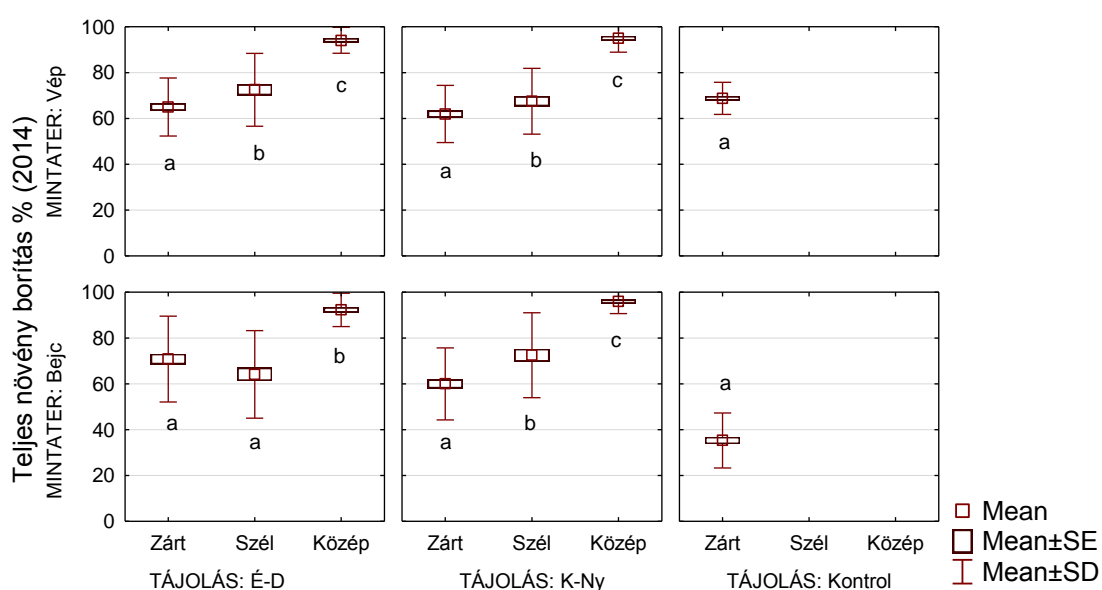
A csemeték magassági eloszlása (20. ábra) hasonló középponti szimmetriát mutat, mint a nyitottság vagy a talajnedvesség adatok. Ez ellentmond Csépanyi azon állításának, hogy a tölgyek növekedése számára a legkedvezőbb feltételek a jobban benapozott északi lékterületeken találhatóak (Csépanyi 2008).

4.1.4. Növényborítás vizsgálat

A bejgyertyánosi mintaterületen a domináns fajok a borítás sorrendjében az amerikai alkörmös (*Phytolacca Americana*), közönséges csalán (*Urtica dioica*), szeder (*Rubus fruticosus*), óriás aranyvessző (*Solidago gigantea*) és siskanád (*Calamagrostis epigeios*) volt.

A vépi mintaterületen a szeder (*Rubus fruticosus*), óriás aranyvessző (*Solidago gigantea*) és siskanád (*Calamagrostis epigeios*) voltak a domináns fajok.

Ezen fajok estében állandó mintázat, hogy a legnagyobb borítás a lékek középső részein találhatóak, míg közeledve a zárt lombkoronához a lágyszárú borítás rohamosan csökken. Az átlagos teljes növényborítás az alábbi ábrán (21. ábra) látható 2014-ben.



21. ábra: Teljes növény borítás átlagos értékei 2014-ben, a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között

A növényzet borítása változatos mintázatot mutat a mintaterületeken. Nem ismert paraméterek (mint a léknyitás előtti erdőállomány története) miatt néha megmagyarázhatatlan, hogy miért tűnik fel egy adott faj valahol, vagy éppen miért nem, vagy milyen borításértéket képvisel az adott faj. A kis mintaszám miatt a kísérletből messzemenő következtetéseket nem lehet levonni egy-egy növényfajra vonatkozóan.

A növényborítás esetében a bejgyertyánosi kontroll parcella szignifikánsan kisebb teljes növényborítással bír, mint a lékek zárt állományú részterületei, ezáltal, ebben a változó esetében a parcellák nagyobbak lehettek volna, hasonlóan, mint a fényviszonyok vizsgálata esetében.

4.1.5. Korrelációs analízisek eredményei

A korreláció analízisekben a két mintaterületet és a különböző éveket elkülönítve vizsgáltam (4. táblázat). Vizsgáltam az abiotikus tényezők hatásait a biotikus elemekre, illetve a fényviszonyok hatását a talajnedvességre.

4. táblázat: Abiotikus és biotikus változók korreláció mátrixa, pirossal jelölt korrelációk szignifikánsak ($p < 0,05$), a 0,5 feletti korrelációs értékek kiemelték (érzékkelhető kapcsolat)

Változók		Csemete magasság (cm)	Csemete mennyiség (db/m ²)	<i>Solidago gigantea</i> %	<i>Rubus fruticosus</i> %	<i>Phytolacca americana</i> %	<i>Urtica dioica</i> %	<i>Calamagrostis epigeios</i> %	Teljes növényborítás %	Nyitottság %	TSF %
Bejgyertyános											
2013		N=141	N=392								
VWC %	Vegetációs időszak kezdete	0,30	-0,15	0,57	0,12	0,43	0,65	0,21	0,59	0,59	0,31
	Aszályos időszak	0,20	-0,19	0,65	0,11	0,55	0,71	0,25	0,61	0,59	0,19
	Vegetációs időszak vége	0,39	-0,12	0,66	0,19	0,59	0,76	0,28	0,68	0,72	0,47
Nyitottság %		0,45	0,05	0,68	0,20	0,60	0,61	0,25	0,72		0,72
TSF %		0,49	0,07	0,33	0,33	0,38	0,40	0,08	0,49	0,72	
2014		N=93	N=392								
VWC %	Vegetációs időszak kezdete	0,40	-0,07	0,62	0,22	0,33	0,71	0,35	0,67	0,75	0,47
	Aszályos időszak	0,11	-0,12	0,54	0,19	0,50	0,61	0,41	0,66	0,71	0,33
	Vegetációs időszak vége	0,35	-0,07	0,50	0,12	0,38	0,66	0,29	0,60	0,69	0,41
Nyitottság %		0,50	0,08	0,71	0,15	0,51	0,54	0,51	0,70		0,75
TSF %		0,51	0,16	0,54	0,25	0,32	0,36	0,42	0,51	0,75	
Vép											
2013		N=384	N=392								
VWC %	Vegetációs időszak kezdete	0,44	-0,07	0,09	0,44			0,19	0,59	0,65	0,32
	Aszályos időszak	0,53	-0,14	0,12	0,67			0,16	0,58	0,64	0,33
	Vegetációs időszak vége	0,57	-0,17	0,25	0,51			0,27	0,61	0,69	0,51
Nyitottság %		0,66	-0,19	0,13	0,43			0,35	0,66		0,82
TSF %		0,54	-0,16	0,15	0,25			0,42	0,43	0,82	
2014		N=384	N=392								
VWC %	Vegetációs időszak kezdete	0,52	-0,12	0,11	0,46			0,18	0,67	0,70	0,40
	Aszályos időszak	0,61	-0,22	0,33	0,49			0,10	0,62	0,69	0,43
	Vegetációs időszak vége	0,53	-0,26	0,20	0,46			0,17	0,64	0,67	0,45
Nyitottság %		0,64	-0,20	0,13	0,56			0,33	0,69		0,75
TSF %		0,52	-0,20	0,07	0,37			0,48	0,50	0,75	

A korrelációk majdnem minden vizsgált változó pár esetében szignifikánsak voltak, tehát a lék különböző mértékben, de kimutatható hatást fejt ki a vizsgált változókra. A vizsgált változók kapcsolatának szorossága a szignifikáns eredmények ellenére változó volt, több

esetben laza ($0,25 < r < 0,50$) vagy nem megfelelő ($0,25 < r < 0,00$) kapcsolatokat tárt fel a vizsgálat.

A nyitottság nagyobb korrelációt mutat a talajnedvességgel bármely vizsgált periódusban vagy a teljes növényborítással, mint a teljes fénybesugárzás (TSF %). Az északi megvilágítottsági többlet hatása tehát kisebb fontossággal bír, mint az adott lék nyitottsága a vizsgált változók esetében.

Vépen, ahol nagyszámú újulat volt a mintaterületeken, az újulat magassága esetében a korrelációk érzékelhetőek ($0,50 < r < 0,75$) a talajnedvességgel és a fényviszonyokkal, a legmagasabb korrelációs értéket a nyitottság mutatta. Bejcggyertyánoson ezek a korrelációk valamivel lazábbak, a nyitottságnak nincs nagyobb korrelációja, mint a teljes fénybesugárzásnak, feltételezhetően a kevesebb rendelkezésre álló adat miatt.

A csemeték mennyisége nem mutat érzékelhető statisztikai összefüggést a vizsgált változókkal. Ennek fő oka, hogy a csemeték jelenléte elsősorban a makkszóró fák jelenlététől függ, illetve a léknyitáskor jelenlévő újulattól. A csemeték évenkénti mortalitása a léknyitás után fokozottan jelenik meg a lék középpontban, míg a lék széleken és az állomány alatt a mortalitás csekélyebb, és utánpótlás is képződhet. A lék középpontjában már a vizsgált lékméret mellett sem jellemző a csemete utánpótlás.

A növényborítás adatai változatos korrelációs összefüggéseket mutatnak. A teljes növényborítás érzékelhető korrelációt mutat a nyitottság és talajnedvesség adatokkal, illetve lazább kapcsolatot a teljes fénybesugárzással.

A különböző növényfajok borítás adatainak összefüggései mintaterületenként változóak. A legjelentősebb értékelhető összefüggéseket a bejcggyertyánosi mintaterületeken az óriás aranyvessző (*Solidago gigantea*), amerikai alkörmös (*Phytolacca Americana*) és a közönséges csalán (*Urtica dioica*) mutatja a nyitottsággal és a talajnedvesség adatokkal, míg a fénybesugárzással csak laza kapcsolat áll fenn. Vépen a szeder (*Rubus fruticosus*) mutat laza és érzékelhető kapcsolatokat a változókkal. A siskanád (*Calamagrostis epigeios*) esetében nem voltak érzékelhetőek az összefüggések.

4.2. Extenzív lékvizsgálatok eredményei

Az extenzív lékvizsgálatok minden felvételezett adatának részletes megjelenítése területi korlátok miatt a disszertációban nem lehetséges. A részletes adatbázisok, számítások és a disszertációban közzé nem tett diagramok a 3.7 Digitális mellékletben találhatóak.

4.2.1. Faállomány szerkezet elemzése

A lécek jelölésekor néhány különleges lék is került a kísérletbe, melyek kitermelt fatömege jelentősen eltért az állomány összképétől, és a jellemző léckenkénti átlagoktól. Ezeket az erdőrészletenkénti kifejtéskor tárgyalom. Az erdőrészletekre és lécekre vonatkozó legfontosabb fafajonkénti leíró adatok (törzsszám: N, körlap összeg: G, kitermelt fatömeg: V) a 3.7.1 Digitális mellékletben találhatóak. A faállomány szerkezeti adatokat a fényviszonyok korrelációelemzésekor használtam fel.

Bejgyertyános 13 A

Gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőállomány, kora 81 éves volt 2011-ben. Az erdőrészlet területe 4,94 ha. Az erdőrészletben 8 lék lett kijelölve, 4 tájolás, kétszeres ismétlés alkalmazásával, melyek maximális területe $8 \times 0,045 \text{ ha} = 0,36 \text{ ha}$, mely a részlet 7,29 %-a. Minden lék helyén volt, illetve a lécek körül jelen van elegendő kocsánytalan tölgy, hogy a felújulást elméletileg elősegítse. A lécekből kitermelt fatömeg (130 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $360 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Körmend 4 C

Erdeifenyő elegendő gyertyános-kocsányos tölgyes, az erdőrészlet keleti felében cseres helyettesíti néhol a tölgyet. Kora 96 éves volt 2011-ben. Az erdőrészlet területe 8,04 ha. Az erdőrészletben 12 lék lett kijelölve, 4 tájolás, háromszoros ismétlés alkalmazásával, melyek maximális területe $12 \times 0,045 \text{ ha} = 0,54 \text{ ha}$, mely a részlet 6,72 %-a. A 4,6,9,10-es számú lécekben a cser nagyobb arányban van jelen, mint a kocsányos tölgy. A 3-as számú lék főként gyertyános, összesen 1-1 erdeifenyő, cser és kocsányos tölgy volt a lék helyén. A léceket elegendő kocsányos tölgy vagy cser veszi körül, hogy a felújulást elméletileg elősegítse. A lécekből kitermelt fatömeg (160 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $295 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Nádasd 3 A

Gyertyános-kocsányos tölgyes állomány, néhol kocsánytalan tölgygel (faállomány felvételnél és az újulatban sem különítjük el a két tölgyet). A nyiladék mentén vörös tölgy övezi, csoportosan simafenyő is megtalálható benne, illetve szálanként szelídgesztenye, fehér akác, kislevelű hárs. Kora 116 éves volt 2011-ben. Az erdőrészlet területe 6,27 ha. Az erdőrészlet-

ben 12 lék lett kijelölve, 4 tájolás, háromszoros ismétlés alkalmazásával, melyek maximális területe $12 \times 0,045 \text{ ha} = 0,54 \text{ ha}$, mely a részlet 8,61 %-a. A 7-es számú léket egy nagyméretű ($d=87 \text{ cm}$) simafenyő helyén alakítottuk ki, a 9-es lék helyén fele-fele arányban volt a simafenyő és a kocsányos tölgy aránya. A lékeket elegendő kocsányos tölgy veszi körül, hogy a felújulást elméletileg elősegítse. A lékekből kitermelt fatömeg (248 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $460 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Nádasd 50 A

Erdeifenyő elegyes gyertyános-kocsányos tölgyes. A nyiladék mentén vörös tölgy övezi, néhol cser is előfordul szálanként. Kora 69 éves volt 2011-ben. Az erdőrészlet területe 15,65 ha. Az erdőrészletben 12 lék lett kijelölve, 4 tájolás, háromszoros ismétlés alkalmazásával, melyek maximális területe $12 \times 0,045 \text{ ha} = 0,54 \text{ ha}$, mely a részlet 3,45 %-a. Az 1,4,8-as lékek helyén alig volt kocsányos tölgy, a 6-os számú lékben azonban nem volt erdeifenyő, kizárólag kocsányos tölgy. A többi lékben változó arányban található az erdeifenyő és a tölgy.

A lékeket kisszámú kocsányos tölgy veszi körül, ezért a felújulásban való részvétele csekélyebb lehet, főleg az erdeifenyő felújulását lehetett várni a lékekben. A lékekből kitermelt fatömeg (220 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $407 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Vép 32 D

Elegyetlen cseres állomány, kora 67 éves volt 2011-ben. Területe 10,45 ha. Az erdőrészletben 12 lék lett kijelölve, 4 tájolás, háromszoros ismétlés alkalmazásával, melyek maximális területe $12 \times 0,045 \text{ ha} = 0,54 \text{ ha}$, mely a részlet 5,17 %-a. Az állomány egyöntetű, minden lék helyén volt, és környékén jelenleg is makktermő csertölgyek találhatóak, hogy a felújulást segítsék. A lékekből kitermelt fatömeg (200 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $370 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Vép 37 A

Elegyetlen cseres állomány, kora 71 éves volt 2011-ben. Területe 7,36 ha. Az erdőrészletben 12 lék lett kijelölve, 4 tájolás, háromszoros ismétlés alkalmazásával, melyek maximális területe $12 \times 0,045 \text{ ha} = 0,54 \text{ ha}$, mely a részlet 7,33 %-a. Az állomány egyöntetű, minden lék helyén volt, és környékén jelenleg is makktermő csertölgyek találhatóak, hogy a felújulást

segítsék. A lékekből kitermelt fatömeg (167 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $309 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Inke 27 D

Elegyetlen kocsányos tölgyes, kora 66 éves volt 2011-ben. Területe $10,6 \text{ ha}$. Az erdőrészletben 24 lék lett kijelölve, 4 tájolás, háromszoros ismétlés alkalmazásával, az erdőrészlet felének bekerítésével, melyek maximális területe $24 \times 0,045 \text{ ha} = 1,08 \text{ ha}$, mely a részlet $10,19 \%$ -a. Az erdőrészlet viszonylag egyöntetű, azonban a 6-os számú lékben egy db közönséges nyír kitermelésével lett kialakítva a már meglévő természetes lék, a 9-es lék esetében pedig egyetlen kocsányos tölgyet távolítottunk el, a léket egy idős rezgőnyár elpusztulása alakította ki. A 8-as lék É-K-i harmada az erdőrészletet határoló árokban végződik. A 16-os léket a kerítésépítés kettévágta, ezáltal egyharmada kerített, kétharmada kerítés védelme nélkül áll, a kerítést utólag már nem volt módunk áthelyezni. A lékeket elegendő kocsányos tölgy veszi körül, hogy a felújulást elméletileg elősegítse. A lékekből kitermelt fatömeg (294 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $317 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Szenta 1 B

Az erdőrészlet elegyetlen cseres, kisebb erdeifenyő, vörös tölgy és közönséges nyír foltokkal, délen szálanként kocsányos tölgygel. Kora 65 éves. Területe $8,6 \text{ ha}$. Az erdőrészletben 13 lék lett kijelölve, 4 tájolás, kétszeres ismétlés alkalmazásával. Az 1-2-es lék helyén nagyobb arányban volt jelen a kocsányos tölgy. A 8-as számú lék egy vörös tölgy, erdeifenyő, közönséges nyír folt helyére került ezért egy további léket jelöltünk az állományban. Az erdőrészlet kétharmada lett bekerítve. A nem kerített részen egy nagyobb erdeifenyves, közönséges nyíres folt miatt nem ált módunkban további lékeket jelölni az ismétlésszám növeléséhez. A lékek maximális területe $13 \times 0,045 \text{ ha} = 0,585 \text{ ha}$, mely a részlet $6,80 \%$ -a. A lékeket elegendő cser tölgy veszi körül, hogy a felújulást elméletileg elősegítse. A lékekből kitermelt fatömeg (252 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $430 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

Szenta 37 F

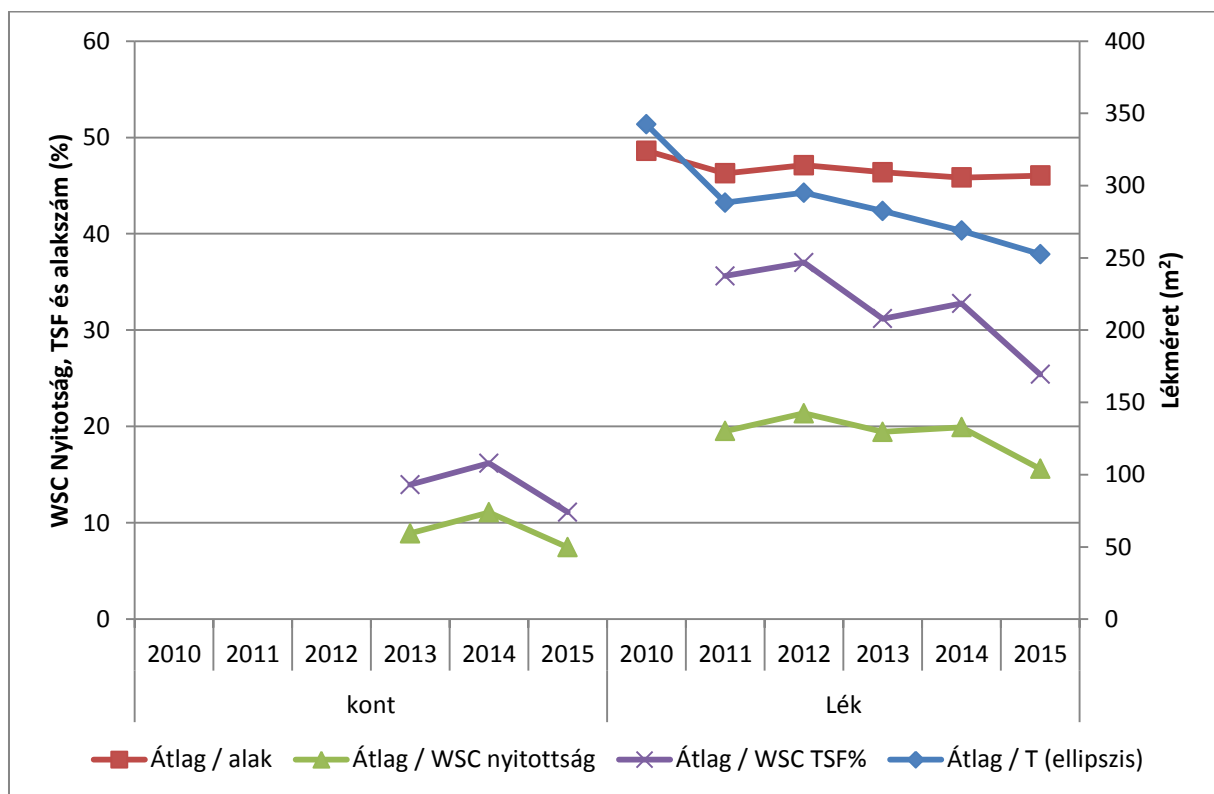
Elegyetlen kocsányos tölgyes, szálanként cser is megtalálható benne, kora 74 éves volt 2011-ben. Területe $13,7 \text{ ha}$, azonban csak a részlet kétharmad részét vontuk be a kísérletbe (kb. $9,1 \text{ ha}$), a fennmaradó részén az ERTI hosszúlejárátú tartamkísérlete található. Az erdő-

részletben 24 lék lett kijelölve, 4 tájolás, háromszoros ismétlés alkalmazásával, az erdőrészlet felének bekerítésével, melyek maximális területe $24 \times 0,045 \text{ ha} = 1,08 \text{ ha}$, mely a részlet érintett területének 11,87 %-a. Az erdőrészlet viszonylag egyöntetű, kivételt képez a 15-ös számú lék, mely egy nyíres folt helyén lett kialakítva. A lékeket elegendő kocsányos tölgy veszi körül, hogy a felújulást elméletileg elősegítse. A lékekből kitermelt fatömeg (320 m^3) alapján az erdőrészlet átlagos fatérfogata $297 \text{ m}^3/\text{ha}$ volt 2011-ben.

4.2.2. Fényviszonyok elemzése

4.2.2.1. Lékméretek változása az idő függvényében

A léknyitás után a kialakult korona záródási hiányt, más néven a lékeket a környékbeli faállomány elkezd bezárni. Ez a bezáródási folyamat változó ütemben zajlik le a különböző állományokban.



22. ábra: Lékméretetek nyitottság, TSF és alakszám változása az összes kísérleti lék átlagában

A kísérletben vizsgált lékek mindegyike trendszerű záródást mutat a vizsgált 6 éves periódusban. A bezáródás ütemére hatással lehet a léket körülvevő egyedek faja, azok kora, egészségi állapota, és az adott év klimatikus viszonyai is. A 22. ábra mutatja a kísérletben vizsgált összes (129 db) lék és kontroll pont (62 db) átlagos adatait. Az olvasó a 3.7.2 Digitá-

lis mellékletben tetszés szerint szűrhető diagramokat állíthat elő erdőrészet, tájolás, lék vagy kontrollpont és évszám szerint. Látható hogy a léknyitáskor mért lékméret (kék vonal) jelentősen nagyobb a 2011 évben mért lékméretnél. Ennek oka, hogy az első felvétel (2010 éviként jelölve) 2011 tavaszán történt, még lombmentes állapotban. Ekkor a koronacsurgók helyének meghatározása jóval nagyobb lékméretet eredményezett, mint egy vegetációs periódussal később. A 2011 évi felvétel a nyár végi állapotot mutatja, lombos állapotban. A hemiszférikus fényképezés bevezetésével megfigyelhetővé vált a lombzat nyitottságának éves változása (zöld vonal). Az állomány nyitottabbá válásának oka lehet a 2011 és 2012 években tapasztalt aszályos időjárás. 2013 év csapadék mennyisége átlagos volt, azonban annak eloszlása szélsőségesen alakult, kizárólag az év első 3 hónapja volt kimagaslóan csapadékos, míg az év hátralevő része aszályosnak mondható. 2014-es év csapadékban gazdag volt, mely megmutatkozik a 2015 évi nyitottság csökkenésében. A zárt állományú kontrollpontokon mért nyitottság értékek a lékekkel azonos tendenciát mutatnak 2013-2015 között.

A besugárzott teljes fénymennyiség aránya (TSF %, lila vonal) a nyitottsággal azonos tendenciát követ. A lékek alakja a bezáródás ellenére nem változott számottevően (piros vonal), tehát a lékek záródása nem valamelyik oldal erőteljesebb lombfejlődése által alakult ki.

Bejcgertyános 13 A

A nyitottság értékek folyamatosan csökkentek, ezáltal a lékek a léknyitást követően fokozatosan zárultak, a csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 39%-ról 29%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret és alakszám enyhe csökkenést mutat, azonban ez egyenetlen változásokból adódik az évek folyamán.

Érdekesség, hogy kizárólag a Bejcgertyános 13 A erdőrészetben nem növekedett a nyitottság 2011-2012 között.

Körmend 4 C

A nyitottság értékek kisebb megtorpanásokkal (aszályos évek okozta csökkent lombmennyiség lehetett az oka) csökkentek, ezáltal a lékek a léknyitást követően fokozatosan zárultak, a csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 34%-ról 23%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret erőteljes csökkenést mutat. Eközben azonban az alakszám csökkenése egyenetlen az évek során.

Nádasd 3 A

A nyitottság értékek kisebb megtorpanásokkal (aszályos évek okozta csökkent lombmennyiség lehetett az oka) csökkentek, ezáltal a lékek a léknyitást követően fokozatosan zárultak, a csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 34%-ról 25%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret nagyon enyhe csökkenést mutat, míg az alakszám 2013-ig enyhén csökkent, majd erőteljesen megnövekedett.

Nádasd 50 A

A nyitottság értékek kisebb megtorpanásokkal (aszályos évek okozta csökkent lombmennyiség lehetett az oka) csökkentek, ezáltal a lékek a léknyitást követően fokozatosan zárultak, a csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 37%-ról 29%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret nagyon enyhe csökkenést mutat, míg az alakszám nagyon enyhén megnövekedett.

Vép 32 D

A nyitottság értékek kisebb megtorpanásokkal (aszályos évek okozta csökkent lombmennyiség lehetett az oka) csökkentek, ezáltal a lékek a léknyitást követően fokozatosan zárultak, a csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 34%-ról 25%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret csökkenést mutat, míg az alakszám szinte állandó maradt.

Vép 37 A

A nyitottság értékek kisebb megtorpanásokkal (aszályos évek okozta csökkent lombmennyiség lehetett az oka) csökkentek, ezáltal a lékek a léknyitást követően fokozatosan zárultak, a csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 38%-ról 25%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret fokozatos csökkenést mutat, míg az alakszám csak enyhén csökkent.

Inke 27 D

A nyitottság értékek 2011-2014 között növekedtek, az állomány a léknyitást követően is veszített lombzatából, majd 2015-ben sikerült regenerálódnia és záródni. A csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 40%-ról 34%-ra csökkent 2011-2015 között. A

lékméret egyenetlen csökkenést mutat, míg az alakszám szintén egyenetlenül váltakozva enyhén csökkent.

Szenta 1 B

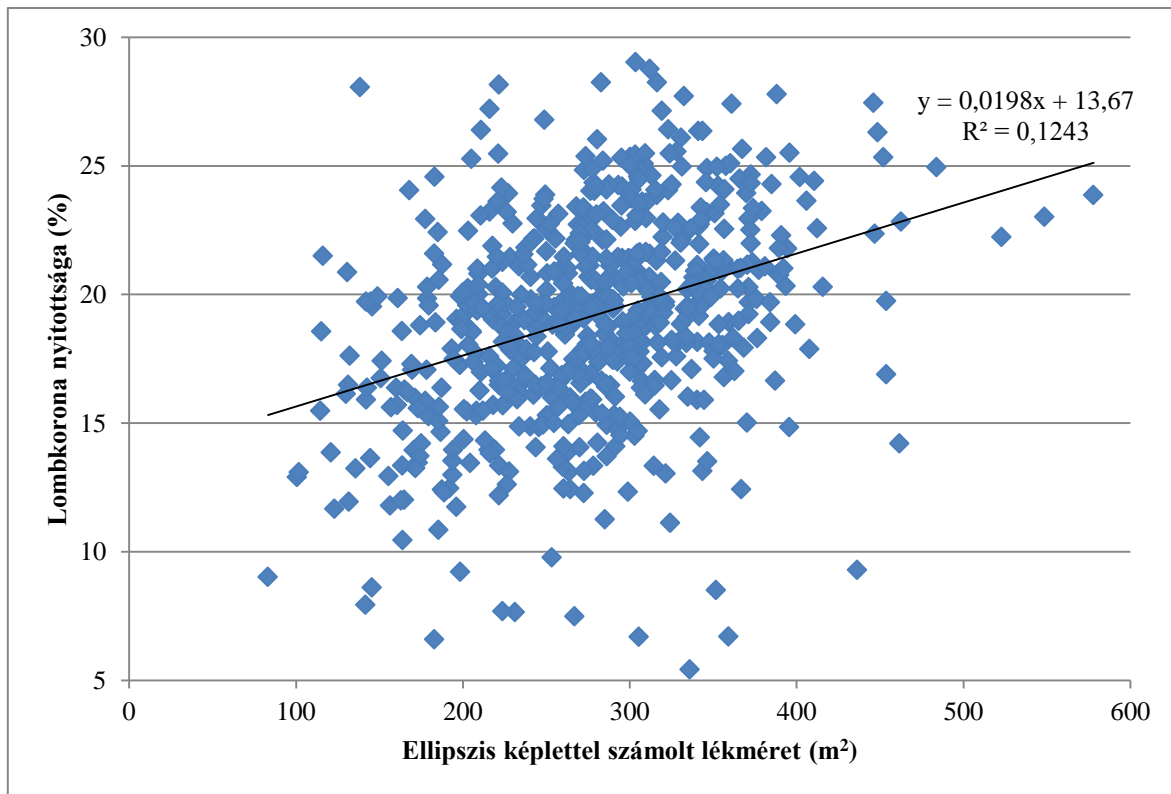
A nyitottság értékek 2011-2014 között növekedtek, az állomány a léknyitást követően is veszített lombzatából, majd 2015-ben sikerült regenerálódnia és záródni. A csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 30%-ról 18%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret folyamatos csökkenést mutat, míg az alakszám szintén folyamatosan csökkent.

Szenta 37 F

A nyitottság értékek 2011-2014 között növekedtek, az állomány a léknyitást követően is veszített lombzatából, majd 2015-ben sikerült regenerálódnia és záródni. A csemeték számára hozzáférhető fény mennyisége átlagosan 34%-ról 21%-ra csökkent 2011-2015 között. A lékméret folyamatos csökkenést mutat, míg az alakszám állandónak tekinthető.

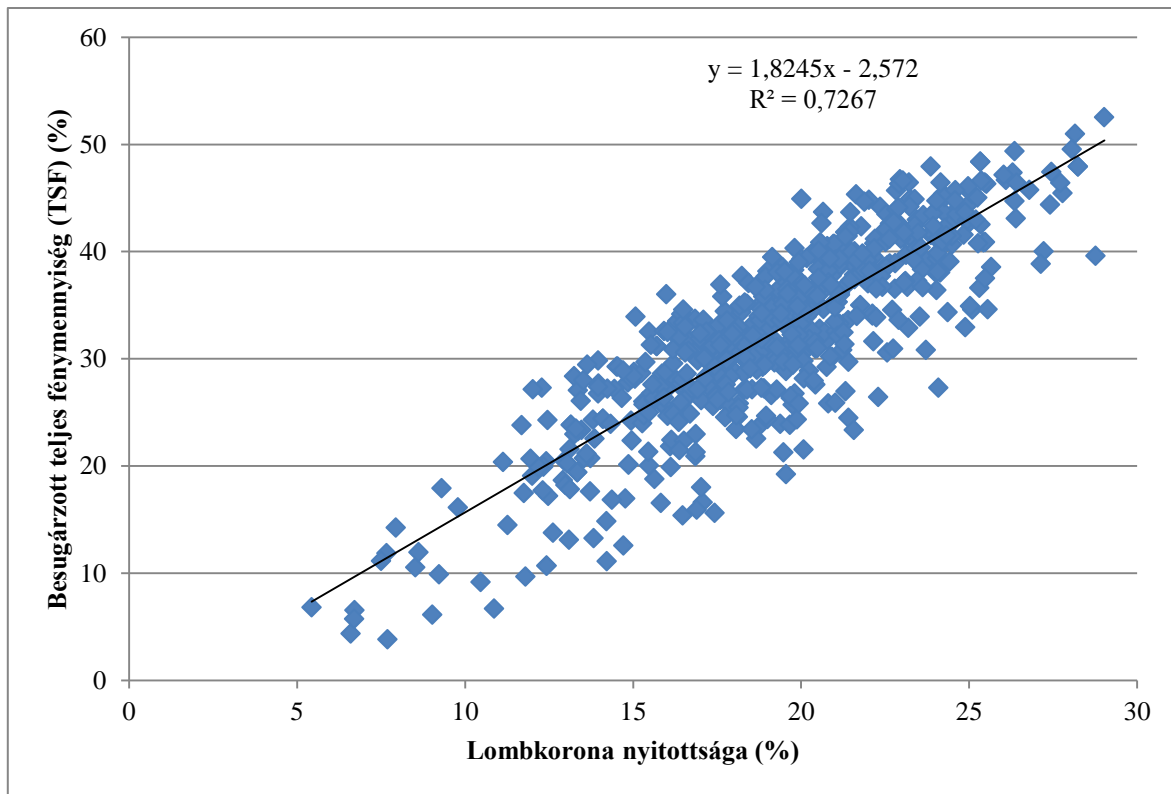
4.2.2.2. Lékméret, nyitottság és besugárzott fény mennyiség közötti összefüggések vizsgálata

Az adatokból látható (23. ábra), hogy laza a lékméret és a nyitottság közötti korreláció ($R^2=0,1243$). A 10%-os nyitottság alatti értékek esetében jellemzően a növényzet magassága már meghaladja a fényképezőgép magasságát (170 cm), ezáltal takarja a lencsét. Ez erőteljes gyertyán vagy kései meggy jelenlétekor fordult elő a léknyitást követő akár 3.-4. évtől néhány lék esetében.



23. ábra: A lombkoronák nyitottsága a számított lékméret függvényében

A nyitottság és a besugárzott teljes fénymennyiség kapcsolata (24. ábra) egyértelműen szoros összefüggést mutat a két változó között ($R^2=0,7229$). A besugárzott teljes fénymennyiség (direkt és szórt fény összege) függ a faállomány magasságától, a lék tájolásától és a különböző záródáshiányos foltok térbeli elhelyezkedésétől is a mintapont leíró adatain kívül (kitettség, lejtés, tengerszint feletti magasság, földrajzi pozíció). Ennyi változó megadása megnehezíti a kívánt lékméret erdőtervben történő megadását, kizárólag durva kategóriák felállítását teszi lehetővé.



24. ábra: A besugárzott teljes fény mennyiség (TSF) a lombkoronák nyitottságának függvényében

4.2.2.3. *A fényviszonyokat befolyásoló tényezők korrelációs vizsgálata*

A csemeték növekedéséhez szükséges fényviszonyokat több tényező befolyásolja. A mért paramétereket korrelációs analízissel vizsgálva meghatározható, hogy mely paraméterektől függenek jobban vagy kevésbé a kialakult fényviszonyok.

5. táblázat: A lék középpontjában tapasztalt fényviszonyokat befolyásoló változók korrelációs mátrixa, pirossal jelölt korrelációk szignifikánsak ($p < 0,05$), a 0,5 feletti korrelációs értékek kiemelték (érzékeltető kapcsolat)

Változók	L1 iránya	H _{án} (m)	Év	L ₁ (m)	L ₂ (m)	T (ellipszis)	Alakszám	Nyitottság %	TSF %	N (db/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
L1 iránya	1,00	0,04	0,00	0,05	-0,05	-0,04	-0,05	0,01	0,13	-0,05	-0,01	-0,02
H _{án} (m)	0,04	1,00	0,00	-0,11	-0,22	-0,22	-0,14	-0,35	-0,33	0,10	0,13	0,25
Év	0,00	0,00	1,00	-0,20	-0,14	-0,20	-0,02	-0,34	-0,42	0,00	0,00	0,00
L ₁ (m)	0,05	-0,11	-0,20	1,00	0,16	0,56	-0,35	0,27	0,29	0,05	0,18	0,19
L ₂ (m)	-0,05	-0,22	-0,14	0,16	1,00	0,90	0,86	0,30	0,24	-0,05	0,09	0,07
T (ellipszis)	-0,04	-0,22	-0,20	0,56	0,90	1,00	0,55	0,35	0,31	-0,02	0,15	0,14
Alakszám	-0,05	-0,14	-0,02	-0,35	0,86	0,55	1,00	0,14	0,09	-0,07	0,00	-0,02
Nyitottság %	0,01	-0,35	-0,34	0,27	0,30	0,35	0,14	1,00	0,85	-0,12	-0,03	-0,06
TSF %	0,13	-0,33	-0,42	0,29	0,24	0,31	0,09	0,85	1,00	-0,08	-0,01	-0,05
N (db/ha)	-0,05	0,10	0,00	0,05	-0,05	-0,02	-0,07	-0,12	-0,08	1,00	0,54	0,40
G (m ² /ha)	-0,01	0,13	0,00	0,18	0,09	0,15	0,00	-0,03	-0,01	0,54	1,00	0,97
V (m ³ /ha)	-0,02	0,25	0,00	0,19	0,07	0,14	-0,02	-0,06	-0,05	0,40	0,97	1,00

A korrelációs elemzés (5. táblázat) alapján megállapítható, hogy a lék középpontjába bejutó fény mennyiségét (TSF %) elsősorban a lék nyitottsága határozza meg, a két adat között szoros kapcsolat áll fenn. A nyitottsággal és a fény mennyiséggel laza kapcsolatokat találunk, tehát kisebb mértékben negatívan befolyásolja a felvétel éve, pozitívan pedig a mért lékméret és lékterület. A lék bezáródásával csökken a hozzáférhető fény mennyiség.

A lék iránya kis mértékben szignifikánsan összefügg a maximális fény mennyiséggel, mely oka, hogy az északi irányban csekély fény többlet keletkezik. Ezt a többletet az intenzív vizsgálatok is bizonyítják a 4.1.1. fejezetben. Azonban ez az összefüggés ($r = -0,13$) statisztikailag nem jelent kapcsolatot. Ez alapján hasonló lékméret esetén várhatóan a lék tájolásával nem tudjuk az újulatot előnyhöz juttatni.

A léknyitáskor kitermelt faállomány jellemzők közül legfontosabb fényviszonyokat befolyásoló tényező a faállomány átlagos magassága, mely laza kapcsolatot mutat a nyitottsággal és a teljes fénybesugárzással. A kísérletben jól záródott állományokat vizsgáltunk. Ezen állományokban a faállomány szerkezeti jellemzők (N, G, V) nem mutattak összefüggést a lékmérettel vagy fényviszonyokkal.

Egy lék leírása a lékméret talajfelszínen történő mérésével nem ad kielégítő választ arra, hogy milyen fényviszonyok uralkodnak a lékben. A lékek mérete és a hemiszférikus fényképeken mért záródásihiány nem áll szoros összefüggésben (Kollár 2013).

Ennek több oka lehet:

- a koronavetületre állás szubjektív mérési hibát tartalmaz a felvételt végző által,
- a lékeket körülvevő állomány záródása sosem állandó,
- a lécek alakja sosem ideális téglalap vagy ellipszis, így konkrét területadatot távolságmérésekkel csak kis pontossággal lehetséges kiszámolni. GPS-el való körvonalmérés is tartalmazza a koronavetületre állás hibáját, nem beszélve a GPS pontosságáról,
- a léceket körülvevő faegyedek magassága változó.

4.2.3. Újulat vizsgálatok elemzése

Az újulat megtelepedése és növekedése a lécekben a felújuláshoz elengedhetetlen. A lécek kijelölésekor nem vettük figyelembe az esetlegesen már meglévő újulatot, a felújulást elsősorban a léknyitás hatásaitól vártuk, amennyiben az nem volt jelen. A léknyításkor nem végeztünk semmilyen ápolást a lécekben.

A felvételi módszertan alapján ábrázolható a lécekben felnövő újulat kúpok metszeti képe. Az olvasó a 3.7.3 Digitális mellékletben tetszés szerint szűrhető interaktív diagramokat állíthat elő a legnagyobb darabszámban előforduló fafajok (CS, GY, KM, KST, KTT, NYÍR⁸) újulatára vonatkozóan erdőrészlet, típus, kerítés, tájolás, lék vagy kontrollpont jele, léken belüli elhelyezkedés, kvadrát és évszám szerint. A következő fejezetekben kizárólag néhány példa diagramot mutatok be az erdőrészletenként legjellemzőbb fafajokkal.

Az erdőrészletekben a legfontosabb fafajokra, illetve az összes mért fásszárú újulatra vonatkozóan korrelációs mátrixokkal vizsgáljuk, hogy milyen hatása van az eltelt éveknek, a lék tájolásának, az egyes kvadrátok irányának, elhelyezkedésének és a középponttól való távolságának.

Korrelációs elemzéseket elvégeztem minden vizsgált erdőrészletre, azonban dolgozatomban kizárólag azokat az erdőrészleteket és fafajokat mutatom be, melyek látványos növekedést produkáltak a léknyitás óta eltelt 6 évben.

⁸ A dolgozatban használt fajnevek rövidítéseinek táblázatát a 2. melléklet tartalmazza.

4.2.3.1. Újulat változása a léknyitás óta eltelt idő függvényében

Bejagyertyános 13 A

Az erdőrészletben a lékvágáskor jelentős mennyiségű (átlagosan 6 db/m²) kocsányos tölgy újulatot regisztráltunk, mely 2011-re 1 db/m²-re csökkent. 2012-ben érzékelhető volt az újulat mennyiségi növekedése, azonban ez jellemzően a lékszéleken történt, és a következő 3 évben szinte teljesen eltűnt a lékekből.

Az életben maradt csemeték magassági növekedése csekélynek mondható, 15 cm-es átlagról 22 cm-es átlagmagasságra növekedtek, mely elhanyagolható. A lékek közepéről elfogytak a csemeték. A kontroll területeken 2013-ban mért 3 db/m²-es csemetemennyiség 2 db/m²-re esett vissza, átlagos magassága 17 cm-ről 12 cm-re csökkent.

A gyertyán jelen van a lékekben, azonban mennyisége nem jelentős, nem éri el az 1 db/m² értéket. Magassága 2015-ben átlagosan 40 cm.

A lékekben szálszerűen előfordult a felvételezések során a CS, KM, kökény, fagyal, galagonya, EF, KH, A, KEFÜ, KT, MJ, CSNY, FEBO, MSZ, CSK, HJ, B, BL, FFÜ, GY sarjak és KTT sarjak is.

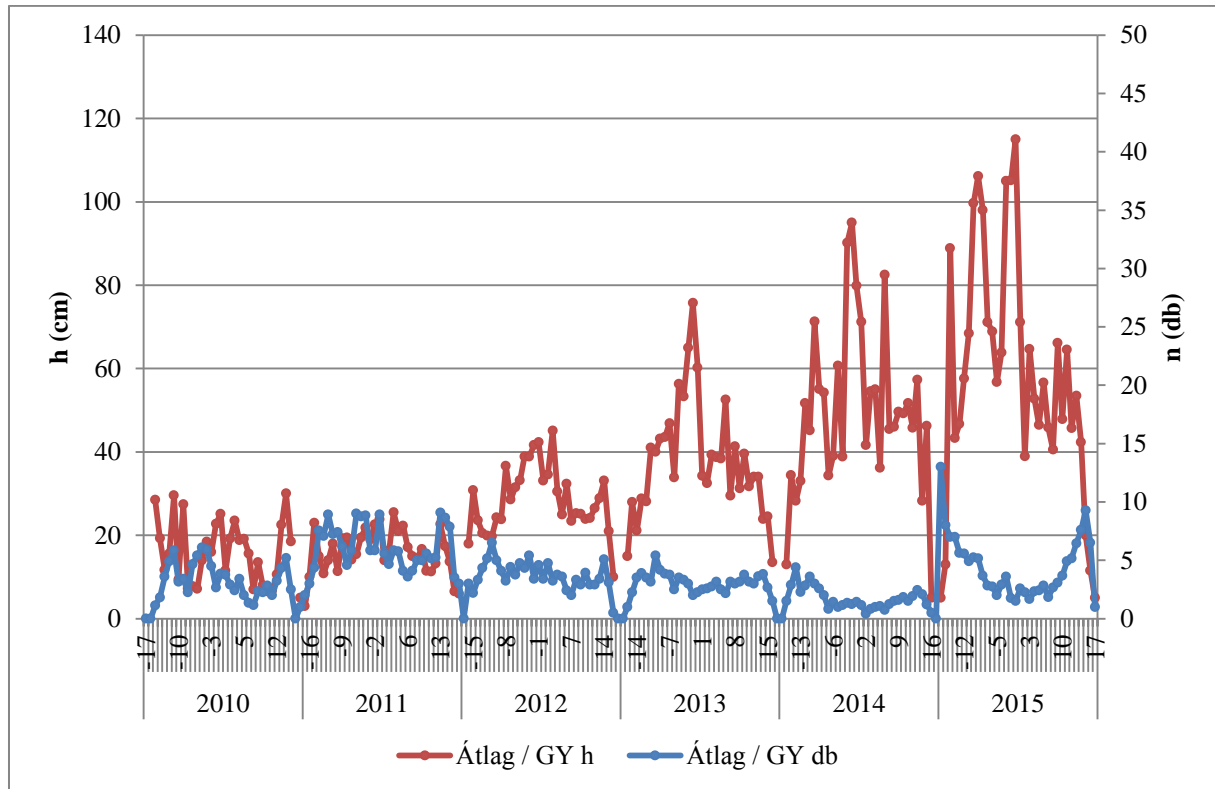
Az erdőrészlet korrelációs vizsgálata nem mutatott ki érzékelhető összefüggéseket, elsősorban a csekély mintaszám miatt.

Kijelenthető, hogy a részlet kizárólag a kísérletben alkalmazott lékek nyitásával nem újítható fel belátható időn belül. Ennek oka lehet a mennyiségi vadkár (ezt nem tudtuk vizsgálni kerítés nélkül), mely a makk felszedésével gátolja a jelentős számú újulat megtelepedését. Szintén gátló tényező a léknyitás hatására kialakuló erőteljes gyomkonkurencia, melyet a lassú növekedésű csemeték nem képesek leküzdeni a csökkent fényviszonyok között.

Körmend 4 C

A részletben kocsányos tölgy és cser csemetékkel újultak a lékek, ám ezek eloszlása lékenként változó, mennyiségük nem éri el az 1 db/m²-es átlagos értéket sem. Magassági növekedésük csekély, 15 cm-ről 25 cm-es átlagmagasságra nőttek. Megjelenésük az anyafák helyzetétől függ, 2015-re a lékek közepén elvéve fordulnak csak elő. Az erdeifenyő kis számban megjelent a lékekben a léknyitást követő évben, azonban további 2 év alatt szinte teljesen eltűnt.

A főfafajok mellett erőteljesen jelen van a gyertyán a lékekben jól látható újulat kúpoként (25. ábra), 2015-re átlag 4 db/m² mennyiségben, 63 cm-es átlagmagassággal. Darabszámban és magassági növekedésben is sokszorosan túlnövi a tölgyeket és az erdeifenyőt.



25. ábra: Gyertyán újulat növekedésmenete a Kőrmend 4 C erdőrézlet 12 lékjének kvadrátonkénti átlagai alapján⁹

A lékekben szálsként előfordult a felvételezések során a KM, kökény, fagyal, galagonya, KB, A, KEFÜ, KT, MK, CSNY, FEBO, SZNY, GY sarj, KST sarj és MK sarj is.

A korrelációs vizsgálatok elsősorban az évekkel és a kvadrátok középponttól való távolságával mutattak ki összefüggést. Ez jól látszik a gyertyán növekedésmenetét bemutató diagramon is. A tájolás nem mutatott érzékelhető kapcsolatokat a gyertyán vagy a tölgyek felújulásával.

Sajnálatos módon kijelenthető, hogy a fenyő egyes gyertyános tölgyes erdőkép a kísérletben elvégzett módszerrel nem újítható fel. Az erdeifenyő teljesen eltűnt az újulatból. A tölgyeket pedig a lék közepi részeken elnyomja a gyertyán, míg a lékszéleken nem tudnak

⁹ Az x tengelyen évenkénti bontásban láthatóak az átlagadatok a lékközépponttól pozitív és negatív irányban (5. ábra: Transzekt elhelyezkedése egy lékben)

megerősödni a csökkent fény mennyiség és az anyaállomány konkurenciája miatt. Az elgyertyánosodás folytatódása várható a jövőben is. Ez erőteljes ápolással szorítható csak vissza, azonban a tölgy és erdeifenyő megjelenése így sem valószínűsíthető.

Nádasd 3 A

A lékekben a kocsányos tölgy újulata a lékszék kivételével 2015-re gyakorlatilag elfogyott. A léknyitás után 2011-ben még 2 db/m²-es mennyiséggel átlagosan 14 cm-es magasságú kocsányos tölgy csemetéket találtunk (a részletben előfordul a kocsánytalan tölgy is, a felvételkor a két fajtát nem különítettük el). 2015-ben már csak 0,3 db/m²-es mennyiséggel találtunk, mely 27 cm-es átlagmagasságot ért el. A gyertyán szintén megtalálható a lékekben, azonban mennyisége nem jelentős, átlag magassága is csak 47 cm volt 2015-ben. A lékekben a legjelentősebb problémát a fehér akác okozza, mely 2015-re egyes lékek nagy részén eluralkodott. Noha tőszáma csekély, átlagos magassága 286 cm, borításával nagy területeket lefed. A simafenyő mely jelen van az idős állományban szintén eltűnt az évek folyamán. A gyertyán szerepét sok helyen a kislevelű hárs váltja, mely egyes lékekben nagyobb borítást is elér.

A lékekben szálsként előfordult a felvételezések során a KB, KEFÜ, MJ, MK, CSNY, MSZ, FEBO, VR, CSK, SZNY, VT, HJ, B, MO, SZG, KÁBA, GL, ligeti szőlő, EP, császárfafa, GY sarj, KH sarj.

A korreláció vizsgálatok nem mutattak értékelhető összefüggéseket. Ennek legfőbb oka a csekély csemeteszámban kereshető. Egyedül a fehér akác magassága mutatott kapcsolatot a középponttól való távolsággal, mely egyértelműen a lékközépponti fénytöbbletet jelzi.

Az erdőrészletet a kísérletben alkalmazott módszerrel nem lehet sikeresen felújítani tölgy főfafajjal. A részlet kora is túl idős már a további kísérletezésre. A meglévő lékeket ápolás nélkül várhatóan az akác veszi birtokba, egyes lékekben a kislevelű hárs sarjak vagy a gyertyán növekedhet még meg. A simafenyő felújulása nem várható.

Az erdőrészletben jelentős széldöntések is növelték a lékek területét és nyitottságát 2014-ben. 2015-ben a szomszédos tarvágásban keletkezett avartűz átterjedt néhány lékre, mely tovább csökkentette a már akkor sem igen érzékelhető újulat mennyiségét és lehetőséget adott az akác további terjedésének.

Nádasd 50 A

A lékekben a léknyitáskor nem volt újulat. 2011-ben kis mennyiségű újulat fejlődött ki mely szinte teljesen eltűnt 2015-ig. A gyertyán a léknyitás után növelni tudta darabszámát, 2012-re elérte a 2 db/m²-es értéket, azonban a lékszélek kivételével a következő években kiveszett a lékek közepéből. Az erdeifenyő a léknyitást követően megjelent a lékekben 1 db/m²-es mennyiségben, azonban 2015-re szinte teljesen el is tűnt.

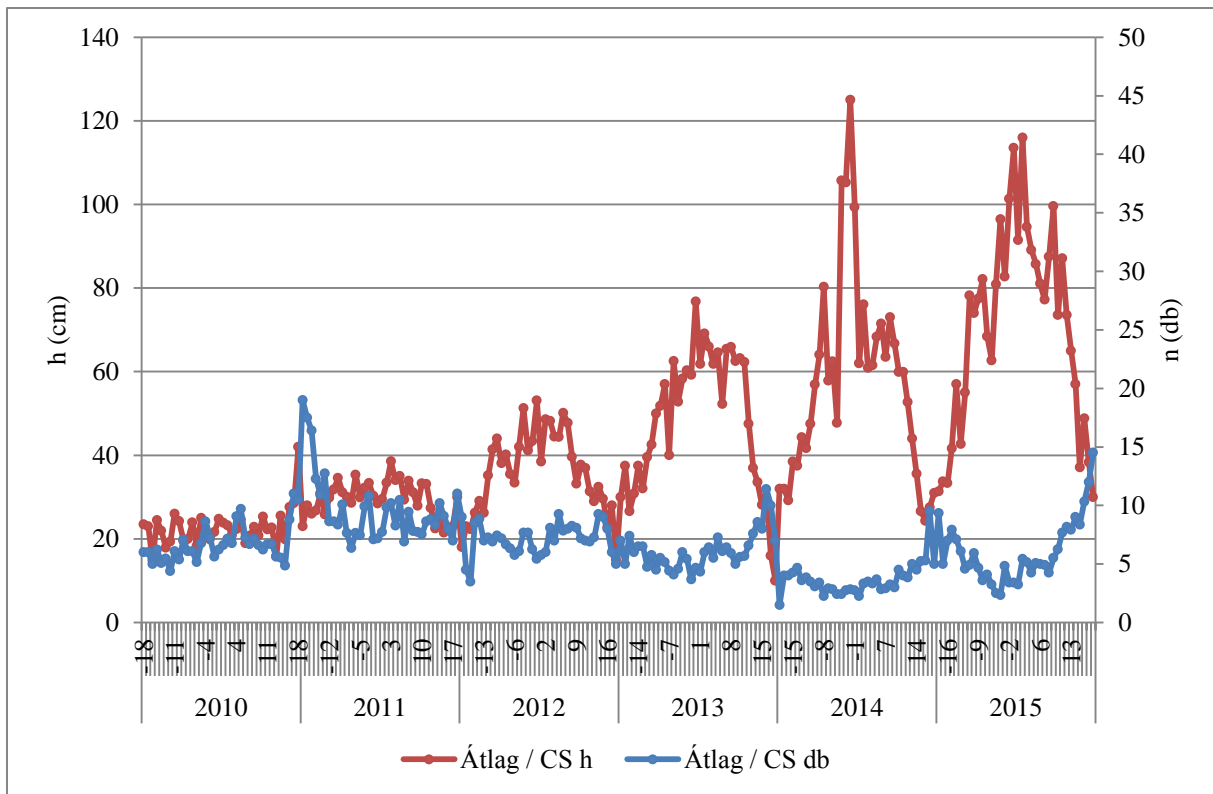
A lékekben szálsként előfordult a felvételezések során a CS, NYÍR, galagonya, KB, KH, KEFÜ, MJ, CSNY, MSZ, FEBO, VR, CSK, SZNY, VT, HJ, B, MO, VGYS, KÁBA, GY sarj.

A csekély csemeteszám miatt a korrelációs eredmények nem mutattak megbízható összefüggéseket. Az összes fafajra vetített darabszám pozitív korrelációja növekedett az évek folyamán, mely mutatja, hogy a meglévő csemeték a lékszérekre szorultak ki.

A részlet a jelenlegi módszerrel nem újítható fel. A nedvesebb termőhely a jelentős gyomkonkurenciának kedvez a fásszárú újulat kárára. Az erdeifenyő számára a lékekben nem elegendő a fény mennyisége a megmaradáshoz.

Vép 32 D

A léknyitás előtt is jelenlévő 7 db/m² mennyiségű cser csemete 2011-ben 9 db/m²-re nőtt, majd fokozatosan visszacsökkent 2015-ig a még mindig kimagasló 5 db/m²-es mennyiségre (26. ábra). Míg az első 3 évben viszonylag egyenletes volt a csemeték eloszlása, 2015-re jól kirajzolódik a lék közepi csemeték számának csökkenése, és a lék széli csemeték darabszámbeli megmaradása és növekedése. A léknyitáskor meglévő 22 cm körüli egyöntetű csemetemagasság az évek folyamán egyre erőteljesebb újulat kúpot rajzolt ki, a lék közepi csemeték 1 méter feletti átlagokat is elértek. A lékszéreken található csemeték kevésbé képesek a növekedésre.



26. ábra: Cser újulat növekedésmenete a Vép 32 D erdőrésztlet 12 lékjének kvadrátonkénti átlagai alapján

A kontroll pontok adatai alapján a felvételezett 3 évben, 2013-15 között nem mutatnak értékelhető növekedést a zárt állomány alatt meglévő csemeték, mennyiségük szintén állandónak tekinthető.

A lékekben szálsanként előfordult a felvételezések során a GY, KTT, kökény, fagyal, galagonya, EF, A, KT, MJ, MK, CSNY, MSZ, VR, CSK, AL, VGYS, CS sarj, KTT sarj, MJ sarj.

A korreláció elemzés alapján a cser csemeték magasságát elsősorban az évek és a középponttól való távolság határozza meg. A tájolás hatása nem bizonyítható. A cser csemeték darabszámának korrelációja a középponttól való távolsággal szintén növekszik az évek elteltével, tehát a lékközéppontban csökken a csemeteszám, míg a lékszéleken növekedés is tapasztalható. Ezek az összefüggések jól láthatóak az előbb bemutatott ábrán is.

A részlet különösebb beavatkozás nélkül sikeresen felújul a kísérletben alkalmazott lékes módszerrel. A lékek tájolására nem szükséges figyelni a lékkialakításkor hasonló erdőrésztletben. A meglévő lékek bővítése célszerű a jövőben.

Vép 37 A

Az erdőrészlet tendenciái megegyeznek a Vép 32 D részletben tapasztaltakkal. A kezdeti darabszám és magassági adatok némileg csekélyebbek voltak.

A léknyitás előtt is jelenlévő 4 db/m² mennyiségű cser csemete 2011-ben 6 db/m²-re nőtt, majd fokozatosan visszacsökken 2015-ig a még mindig kimagasló 5 db/m²-es mennyiségre. A léknyításkor meglévő 15 cm körüli egyöntetű csemetemagasság az évek folyamán egyre erőteljesebb újulat kúpot rajzolt ki, a lék közepi csemeték 1 méter feletti átlagokat is elértek.

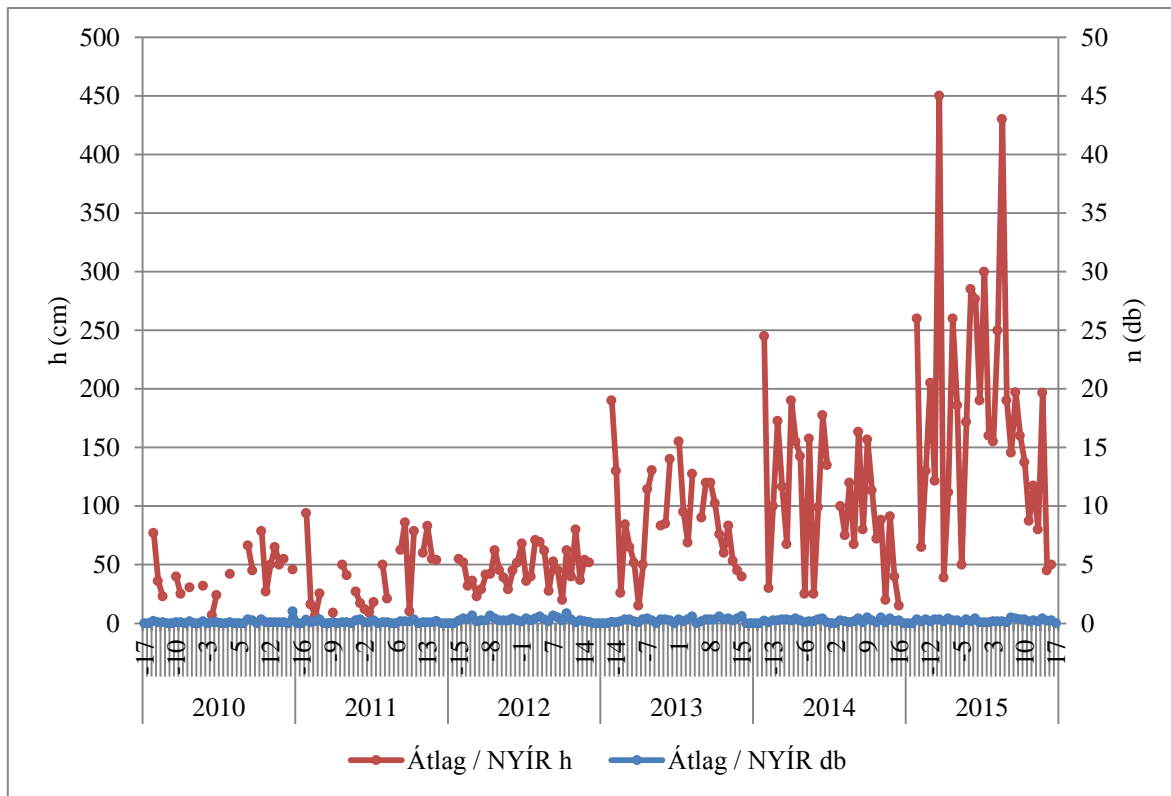
A lékekben szálsként előfordult a felvételezések során a GY, KTT, NYÍR, kökény, fagyal, galagonya, EF, A, KEFÜ, KT, MJ, MK, CSNY, MSZ, VR, CSK, AL, VTB, CS sarj, GY sarj.

A korreláció elemzés eredményei és a felújulás sikeressége azonosnak tekinthetőek a Vép 32 D erdőrészlet esetében leírtakkal.

Inke 27 D

A léknyitás előtt a kimagasló vadállomány miatt nem volt a részletben sem újulat, sem friss makk. A részletben a kerítés a lékvágást követően készült el. A léknyítást követően az elkövetkező makktermésektől vártuk az újulat megtelepedését, azonban ez nem következett be. A megtalált kocsányos tölgy újulat sosem haladta meg a 0,2 db/m² értéket és 23 cm-es átlagmagasságot.

A kocsányos tölgy helyett azonban jelentős fejlődést mutat a lékek felújulásában a közönséges nyír (27. ábra). Noha darabszáma 2015-re is csak 0,4 db/m² volt, magassági értékei kirajzolják a fejlődő újulat kúpokát, néhol meghaladva a 4 métert is, borítása jelentős. A kerítéssel nem védett lékekben ugyan fejlődése lassabb, de folyamatos.



27. ábra: Közönséges nyír újulat növekedésmenete az Inke 27 D erdőrészlet 12 kerítéssel védett lékjének kvadrátonkénti átlagai alapján

A lékekben szálsanként előfordult a felvételezések során a GY, KM, CS, kökény, galagonya, KB, seprű zanót, EF, KH, KEFÜ, KT, MK, CSNY, MSZ, FEBO, CSK, VR, SZNY, VT, MO, BL, AL, ZSM, MÉ, RNY, gledícsia, BABE, parti szőlő, GY sarj, CS sarj, KST sarj.

A korreláció elemzések a tölgy csemetékre, azok minimális darabszámai miatt nem hoztak értékelhető eredményeket. Azonban a nyír esetében az eddig tapasztalt negatív korreláció észlelhető a középponttól való távolsággal. Szintén befolyásoló tényező a kerítés megléte és az eltelt évek.

Sajnálatos módon a kerítés ellenére a lékes felújulás sikertelen az erdőrészletben. A vadkárral érintett részeken lassabban, a kerítéssel védett részeken pedig gyorsabban újul a közönséges nyír, mely idővel kolonizálhatja a lékeket. A tölgynek mesterséges beavatkozás nélkül nincsen esélye a gyorsan növekvő pionír nyírral, illetve a magas kórós gyomvegetációval (elsősorban magas aranyvessző) szemben, még vad által nem érintett területen sem. További kutatásokkal lehetne vizsgálni, hogy amennyiben a léknyitás előtt mesterséges csemeteültetéssel vagy makkvetéssel megfelelő mennyiségű tölgy újulatot alakítunk ki, a léknyitás hatására ezek képesek lennének-e a felújulásra az adott termőhelyen.

Szenta 1 B

A léknyitás előtt a kimagasló vadállomány miatt nem volt a részletben sem újulát, sem friss makk. A részletben a kerítés a lékvágást követően készült el. A léknyitást követően az elkövetkező makktermésektől vártuk az újulát megtelepedését, azonban ez nem következett be. A megtalált cser újulát 2012-ben érte el maximumát a $0,4 \text{ db/m}^2$ értéket és 17 cm-es átlagmagasságot. Utána hirtelen eltűnt a lékekből.

A lékekben ugyan kis számban, de jelentős magasságértékkel és borítással van jelen a kései meggy, mint inváziós fafaj (Juhász 2012). Mennyisége 2015-re $0,1 \text{ db/m}^2$, azonban átlagos magassága 383 cm, néhol a 7 métert is meghaladja.

A lékekben szálsként előfordult a felvételezések során a GY, KST, NYÍR, kökény, galagonya, KB, seprű zanót, EF, KT, CSNY, MSZ, FEBO, CSK, VT, BL, AL, ZSM, CS sarj.

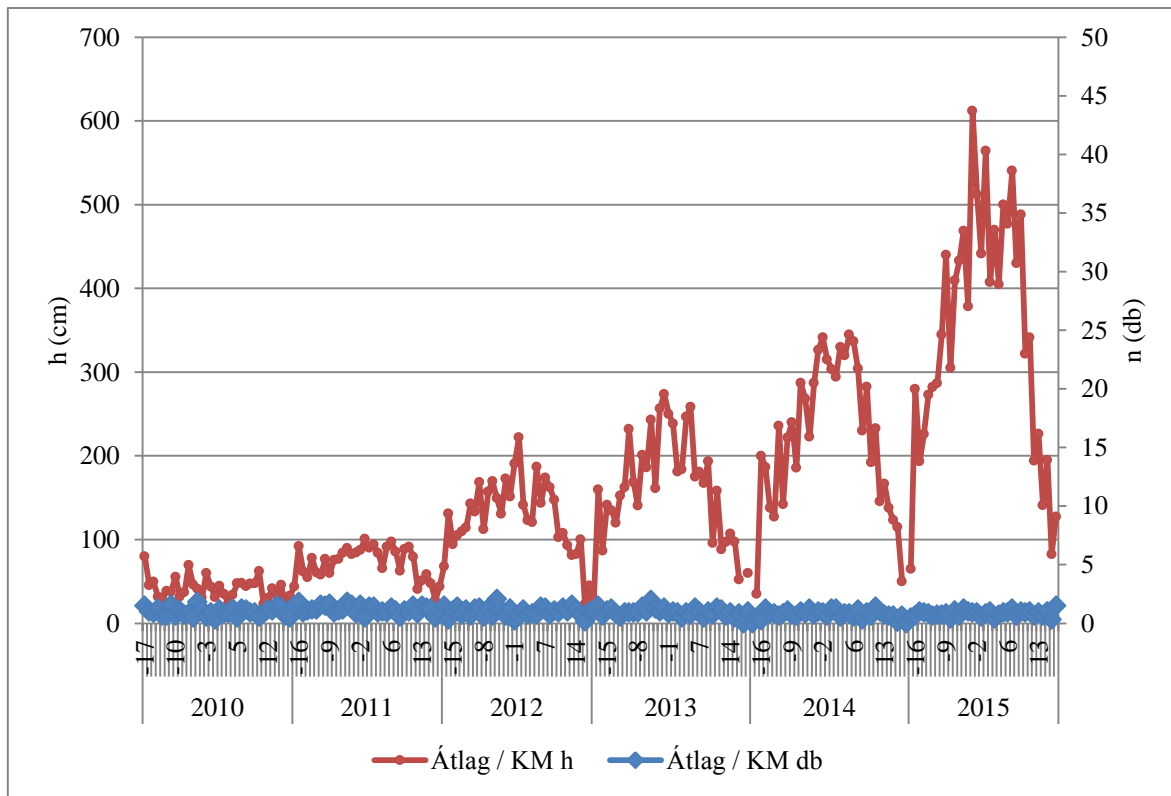
A csekély csemeteszám miatt az újulát korreláció elemzése nem vezetett eredményre a részletben, összefüggéseket nem tudtam feltárni.

A részlet felújítása sikertelen volt a kísérletben alkalmazott módszerrel. A lékben csekély számú inváziós kései meggyen és kutyabengén kívül alig látszik ki fás szárú növény a jelentős szederborításból, mely a kerítésen kívül és belül is problémát okoz.

Szenta 37 F

A léknyitás előtt a kimagasló vadállomány miatt nem volt a részletben sem újulát, sem friss makk. A részletben a kerítés a lékvágást követően készült el. A léknyitást követően az elkövetkező makktermésektől vártuk az újulát megtelepedését, azonban ez nem következett be. A megtalált kocsányos tölgy újulát a léknyitás után 2011-ben volt a maximumán, akkor is csupán $0,2 \text{ db/m}^2$ -es mennyiséggel. 2015-ra már csupán $0,01 \text{ db/m}^2$ -nyi kocsányos tölgy csemetét találtunk.

A lékekben jelentős mennyiségben, magasságértékkel és borítással van jelen a kései meggy (Juhász 2012), mint inváziós fafaj (28. ábra). Mennyisége a vizsgált 6 év alatt állandó, átlagosan 1 db/m^2 volt, azonban átlagos magassága 273 cm, néhol a 6 métert is meghaladja, borítása jelentős. A kerítéssel nem védett lékekben ugyan fejlődése lassabb, de folyamatos.



28. ábra: Kései megyy újulat növekedésmentete az Senta 37 F erdőrézlet 12 kerítéssel védett lék-jének kvadrátonkénti átlagai alapján

A lékekben szálanként előfordult a felvételezések során a CS, GY, NYÍR, kökény, galagonya, KB, seprű zanót, EF, KH, KT, CSNY, MSZ, FEBO, VR, CSK, VT, B, BL, AL, VGYS, KJ, szúrós csodabogyó, CS sarj, KST sarj.

A korreláció elemzések a tölgy csemetékre, azok minimális darabszámai miatt nem hoztak értékelhető eredményeket. A kései megyy magasságát elsősorban a kerítés megléte, az eltelt évek és a középponttól való távolság befolyásolják. Darabszáma egyenletes.

Sajnálatos módon a kerítés ellenére a lékes felújulás sikertelen az erdőrézletben. A vadkárral érintett részeken lassabban, a kerítéssel védett részeken pedig gyorsabban újul az inváziós kései megyy, mely kolonizálhatja a lékeket. A tölgynek mesterséges beavatkozás nélkül nincsen esélye a gyorsan növény inváziós kései megyygel szemben, még vad által nem érintett területen sem. További kutatásokkal lehetne vizsgálni, hogy amennyiben a léknyitás előtt mesterséges csemeteültetéssel vagy makkvetéssel megfelelő mennyiségű tölgy újulatot alakítunk ki, illetve korlátozzuk a kései megyy terjedését, a léknyitás hatására ezek képesek lennének-e a felújulásra az adott termőhelyen.

4.2.3.2. Újulat vizsgálata a tájolás függvényében

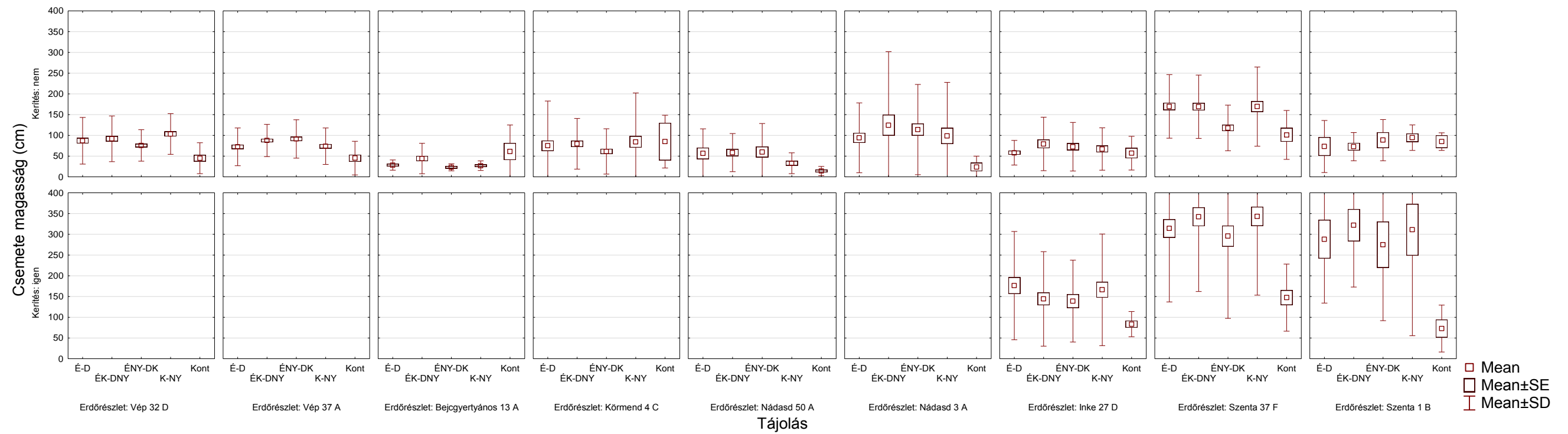
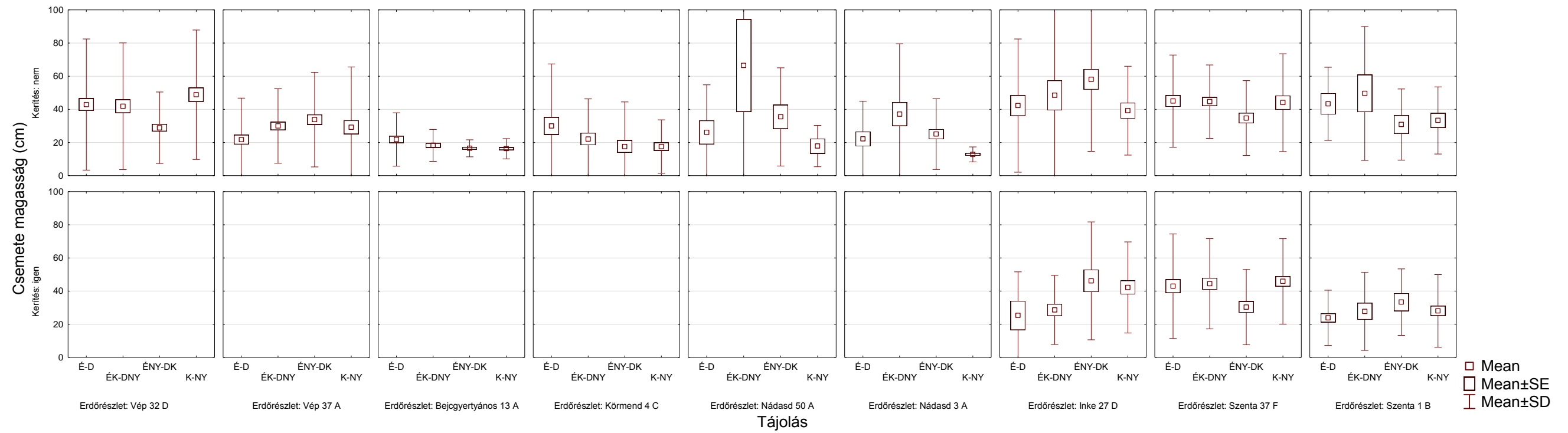
A kísérletek elsődleges célja a lécek tájolásának hatásvizsgálata volt. A magyar szakirodalom, és főként az ismeretterjesztő erdészeti irodalom (Erdészeti lapok) és tanulmányutak visszatérő kérdése a lécek helyes tájolása.

Kísérleteimben a lécek tájolása nem mutat összefüggést a maximális fénybesugárzással az intenzív vizsgálatok alapján (lásd 4.1.5 fejezet), ezáltal nem várható hogy az újulat reagálása jelentős lehet a tájolás szempontjából.

Az újulat magasságára vonatkozó eredmények nem mutattak szignifikáns különbséget a várt északi (360°), vagy észak-nyugati (315°) tájolású lécek esetében sem egyik vizsgált mintaterületen sem a vizsgált években (29. ábra). Az előző alfejezetekben az újulatra vonatkozó korrelációs vizsgálatok szintén nem mutattak összefüggést a tájolással, a lék részterületeivel vagy a megvilágítottságból kiemelkedő területrészekkel. Jól megfigyelhető azonban a kerítés hatása a vadkárral erőteljesen érintett kaszói mintaterületeken. A vadkár csemetéken vizsgált értéke nem mutatott összefüggéseket a tájolással, ezért ennek részletes ismertetésétől eltekinttem.

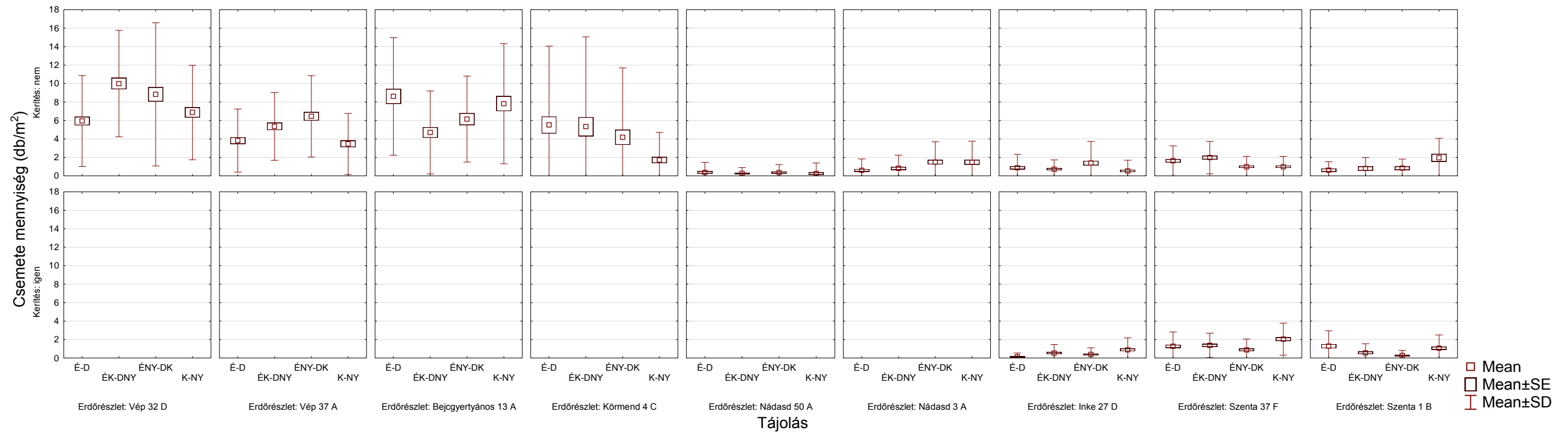
Az előbbi fejezetekből látható, hogy a kísérleti lécekben többnyire nem alakult ki minden erdőrészletben elegendő számú újulat a tölgy fafajok felújuláshoz, az esetek többségében nem a kívánt fafajok újultak meg. A csemeték mennyisége szintén független a lék tájolásától (30. ábra).

Az átmeneti üzemmód megítélése szempontjából leginkább értékes eredményeket a vépi cseres főfafajú mintaterületek nyújtják. Itt a cser fafaj borítása, átlagos magassága, illetve a lékben látható újulatkép is látványos növekedést mutatott a kísérlet időtartama alatt, a felújítás itt sikeres. A kísérlet többi mintaterületén a tölgy fafajú újulat nem tudta sikeresen elfoglalni a lék által megjelenő életteret. A legjelentősebb különbség a vep cseresek esetében elsősorban a többi erdőrészlethez képest a léknyitáskor már megtalálható csemetemennyiség. Emellett a cser rendszeresen (2 évenként) és bőven terem, természetes úton magról jól újul. A vad károsítása kisebb mértékű, mint a nemes tölgyek állományaiban (Koloszár 2004).

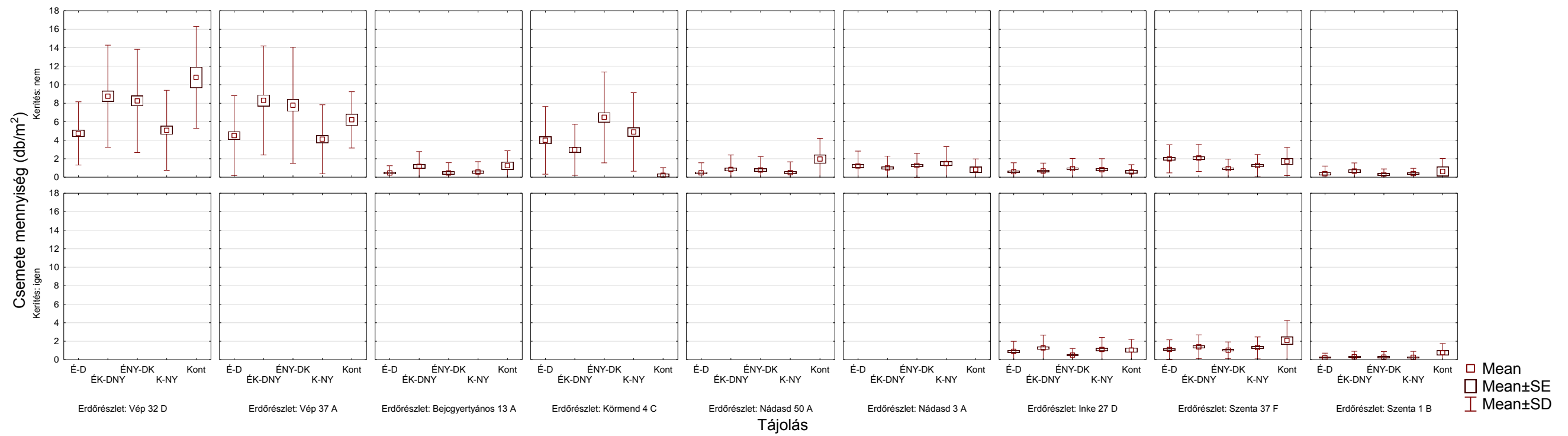


29. ábra: A lécek tájolása szerint elkülönített átlagos csemetemagasságok (minden fafajt vizsgálva, kvadrátonként a legnagyobb csemete magasságával számítva) erdőrésletenként, kerítés megléte alapján kategorizálva 2010 (a) és 2015-ben (b)¹⁰

¹⁰ A kontroll pontokat 2013-ban jelöltük ki, ezért a 2010 évi diagramon ilyen adat nem jeleníthető meg



(a) 2010



(b) 2015

30. ábra: A lécek tájolása szerint elkülönített átlagos csemete mennyiség (minden fajtát vizsgálva) erdőrésztelenként, kerítés megléte alapján kategorizálva 2010 (a) és 2015-ben (b)¹¹

¹¹ A kontroll pontokat 2013-ban jelöltük ki, ezért a 2010 évi diagramon ilyen adat nem jeleníthető meg

4.2.4. Növényborítás vizsgálatok elemzése

A léknyitást követően a megváltozott fény és talajnedvesség viszonyok jelentős változásokat indítanak el a lékekben található vegetáció összetételében.

Az olvasó a 3.7.4 Digitális mellékletben tetszés szerint szűrhető interaktív diagramokat állíthat elő a legjelentősebb borítással előforduló fafajokra vonatkozóan erdőrészlet, típus, kerítés, tájolás, lék vagy kontrollpont jele, léken belüli elhelyezkedés és évszám szerint.

A dolgozat nem tartalmaz botanikai szintű fajszám elemzéseket. Ennek oka, hogy a felvételezők nem botanikus képzettségű és fajismeretűek voltak, hanem elsősorban erdőmérnök és erdész technikusok. Kizárólag a legfontosabb, nagy borítással rendelkező és könnyen felismerhető fajokra (fás szárúak, jelentős erdészeti gyomnövények, termőhely jelzők) helyeztük a hangsúlyt a kutatás során. A teljes fajlisták meglétének hiánya miatt biodiverzitási indexeket sem volt lehetséges számolni.

4.2.4.1. Növényborítás változása a léknyitás óta eltelt idő függvényében

Az erdőrészletek általános ismertetésekor a lékek 5 részterületének borítás értékeit átlagoltuk a könnyebb értelmezés kedvéért.

Bejagyertyános 13 A

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok az alkörmös, csalán, szeder, aranyvessző, siskanád, keresztlapu, kenderkefű (1% alatt békaszittyó, keserűfű, erdei pajzsika, betyárkóró, seprence, fekete csucor, görvélyfű, vérehulló fecskefű, szulák). Az alkörmös 2012-ben kiugrott, 30% átlagos borítás értéket is elért, majd fokozatosan szorult vissza 12%-ra 2015-ben. A csalán folyamatos borításgyarapodást mutat, 2011-ben 7%-ról indulva 2015-re átlag 29%-ot is elérve. Az aranyvessző lassú fejlődéssel 2015-re elérte a 6%-os átlagot, míg a siskanád csak 2%-os átlagot tudott produkálni. A kenderkefű a kezdeti kiemelkedő (8%) megjelenése után eltűnt a lékekből. A keresztlapu 2012-ben a léknyitás második évében 5%-ot borított, majd szintén eltűnt.

Legfontosabb előforduló fás szárú fajok KTT, GY (1% alatt CS, KM, kökény, fagyal, galagonya, EF, KH, A, KEFÜ, KT, MJ, CSNY, FEBO, MSZ, CSK, , B, BL, FFÜ, GY sarjak és KTT sarjak is). Borításuk minimális, kizárólag szálanként fordultak elő.

Körmend 4 C

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok az aranyvessző, szeder, siskanád, csalán, békaszittyó betyárkóró, keresztlapu, kenderkefű (1% alatt, keserűfű, málna, saspáfrány, selyemsás, erdei pajzsika, kenderkefű, parlagfű, fekete csucsor, varázslófű, ebszőlő csucsor, seprence, közönséges aggófű). Aranyvessző főként a lécek középső részét borítja nagy arányban. 2013-ra 22%-os átlagos borítást ért el, majd 2015-re már visszaesett a borítása 18%-ra. A szeder a kezdeti 1%-ról fokozatosan emelkedett 12%-ra. A siskanád a léknyitás utáni második évben jelent meg, 2013-ban érte el a maximumát (8%), majd 6%-ra visszaesett 2015-ig. A csalán folyamatos erősödéssel 4%-ig jutott, a békaszittyó 2015-re a lécek területének átlag 2%-át borítja. A keresztlapu léknyitás után 20%-ot borított, majd 2 év alatt eltűnt.

Legfontosabb előforduló fás szárú fajok GY, A, CS (1% alatt KB, KST, KT, MK, EF, KEFÜ, CSNY, RNY, LF, GY sarj, KST sarj, MK sarj, galagonya, fagyal, kökény, VR, FEBO, VTB, KM, SZRNY, BABE). A gyertyán erőteljesen elszaporodott a lécekben, borítása 2%-ról 19%-ra nőtt 2015-ig. Az akác helyenként erőteljes egyedeket növesztett, a kezdeti fél százalékos borítását 3,5%-ra növelte. A cser is megerősödött helyenként, főleg a lék széleken találkozni vele, borítása fél százalékról 2%-ra emelkedett 2015-ig.

Nádasd 3 A

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok az aranyvessző, alkörmös, siskanád, málna, csalán, keresztlapu, kenderkefű, szeder (1% alatt betyárkóró, békaszittyó, keserűfű, málna, selyemsás, erdei pajzsika, kenderkefű, kisvirágú nebántsvirág, borostyán, parlagfű, fekete csucsor, görvélyfű, erdei galaj, gyepes sédbúza, ebszőlő csucsor, pettyegetett tüdőfű, komló). Az aranyvessző 2013-ra érte el maximumát, 16%-ot, azóta 14%-ra esett vissza. Az alkörmös, siskanád, málna, szeder, csalán növénycsoport 4-8% közötti átlagokkal borítják be a léceket, folyamatos lassú növekedést mutatva. A keresztlapu és kenderkefű a kezdeti jelentősebb borítás után eltűnt a lécekből.

Legfontosabb előforduló fás szárú fajok GY, A, KH (1% alatt CS, KM, MJ, KST, MK, KEFÜ, MSZ, VT, CSNY, B, SF, SZG, RNY, SZNY, GL, KH sarj, KST sarj, GY sarj, MJ sarj, VT sarj, kökény, MO, FEBO, KNYB, CSK, VR, farkas boroszlán). Sajnálatos módon az akác dominálja a léceket, 5%-ról 17%-ra emelve borítását 2015-ig. Jelentős szerepe van a kislevelű hársnak is, mely 1%-ról 7%-ra erősödött. A gyertyán csak 3%-ot tudott itt elérni.

Nádasd 50 A

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok a szeder, aranyvessző, békaszittyó, keserűfű, siskanád, csalán, málna, keresztlapu (1% alatt erdei pajzsika, kenderkefű, betyárkóró, borostyán, fekete csucsor).

A szeder folyamatosan erősödik és ellepi a lékeket, 2015-re már a kezdeti 10%-ról 53%-ra erősödött. Az aranyvessző 2013-ra 36%-ra erősödött, majd fokozatosan visszaesett 16%-os borításra. A békaszittyó a kezdeti 20%-os borításról visszaesett 3%-ra. Keserűfű 2012-re ki-magasló 19%-os borítási maximumot ért el, majd 2015-re szinte eltűnt a lékekből. Keresztlapu kezdeti 7%-os borítás után, 2 év alatt eltűnt a lékekből. A málna 2015-re 6%, siskanád 5%, csalán 3%-ot borított.

Legfontosabb előforduló fás szárú faj a GY (1% alatt EF, KST, CS, KM, A, KB, NYÍR, KH, MJ, KT, KEFÜ, VT, CSNY, B, HJ, RNY, GY sarj, KH sarj, MO, galagonya, VR, FEBO, KNYB, CSK, SOM, MSZ, SZNY). Fás szárú fafajok nem tudták jelentős borítással kolonizálni a lékeket. A gyertyán a kezdeti 1%-ról összesen 3%-ra tudta növelni térfoglalását.

Vép 32 D

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok az aranyvessző, szeder, siskanád, szálkaperje, csomós ebír (1% alatt selyemsás, csalán, málna, békaszittyó, keresztlapu, erdei pajzsika, borostyán, varázslófű). Szálkaperje és csomós ebír csak 2012-ben jelent meg a felvételeken, a többi felvételi évben az egyéb kategóriában található. A szeder fokozatosan erősödik a léknyitást követően, 2%-ról 19%-ra növelve térfoglalását 2015-re. Néhol összefüggő telepeket alkot, ahol a cser kevésbé tud megtelepedni, azonban 1-1 faegyed így is kibújik közülük. Az aranyvessző 2013-ra 13%-ot ért el, majd folyamatosan visszaszorul, 2015-ben már csak 8%-os a részaránya. A siskanád a léknyitást követő évben, 2012-ben 7%-ra erősödött, majd fokozatosan veszít térfoglalásából, 2015-re már csak szálanként, 1%-os értékkel fordul elő.

Legfontosabb előforduló fás szárú faj a CS, GY, MJ, CS sarj, galagonya, fagyal, kökény (1% alatt A, KTT, KT, MK, MSZ, CSNY, AL, KTT sarj, VR, CSK, VTB, SOM, EF).

A 2015 évi borítás értékelésénél figyelembe kell venni, hogy a felvételezések előtt egy enyhe ápolást végeztünk a lékekben, mely során eltávolításra került a legtöbb sarj (CS, GY, A) vagy ellaposodó mezei juhar. Néhol a szeder is enyhén vissza lett szorítva.

A cser folyamatosan 6%-ról 32%-ra erősödött 2015-re. Borítás növekedése megkérdőjelezhetetlen. A cser sarjak a lékvágást követően 5%-os borítást értek, el majd ezt az értéket

tartották egészen 2015-ig, amikor egy ápolás során eltávolításra kerültek és 1%-ra visszaesett térfoglalásuk. A gyertyán, mezei juhar és akác térfoglalása 2-3% körül maximalizálódott 2014-ben, majd az ápolás következtében visszaesett, 1% körüli borításuk nem veszélyezteti a cser felújulását. A galagonya, fagyal és kökény cserjék 2-3%-os borítása szintén nem veszélyezteti a felújulást.

Vép 37 A

Az erdőrészlet hasonló képet mutat, mint a Vép 32 D, a cser borítása azonban némileg enyhébb.

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok az aranyvessző, szeder, siskanád, csomós ebír (1% alatt szálkaperje, selyemsás, csalán, békaszittyó, keresztlapu, borostyán, parlagfű, kenderkefű). A szálkaperje és a csomós ebír csak 2012-ben jelent meg a felvételeken, a többi felvételi évben az egyéb kategóriában található. A szeder fokozatosan erősödik a léknyitást követően, 1%-ról 14%-ra növelve térfoglalását 2015-re. Néhol összefüggő telepeket alkot, ahol a cser kevésbé tud megtelepedni, azonban 1-1 faegyed így is kibújik közülük. Az aranyvessző 2015-ra 13%-ot ért el, itt még nem szorult vissza, mint a 32 D részletben. A siskanád a léknyitást követő évben, 2012-ben 22%-ra erősödött, majd fokozatosan veszít térfoglalásából, 2015-re már csak 3%-os értékkel fordult elő.

Legfontosabb előforduló fás szárú faj a CS, GY, MJ CS sarj, galagonya, fagyal, kökény (1% alatt A, KTT, KT, MK, MSZ, CSNY, VR, CSK, VTB, EF, KEFÜ, AL, NYÍR, GY sarj).

A 2015 évi borítás értékelésénél figyelembe kell venni, hogy a felvételezések előtt egy enyhe ápolást végeztünk a lékekben, mely során eltávolításra került a legtöbb sarj (CS, GY, A) vagy ellaposodó mezei juhar. Néhol a szeder is enyhén vissza lett szorítva.

A cser folyamatosan 4%-ról 16%-ra erősödött 2015-re. Borítás növekedése bár gyengébb, mint a 32 D részletben, de megfelelő. A cser sarjak a lékvágást követően 4%-os borítást értek el, majd 5%-ot tartották egészen 2015-ig, amikor egy ápolás során eltávolításra kerültek és 2%-ra visszaesett térfoglalásuk. A gyertyán és mezei juhar térfoglalása 4-5% körül maximalizálódott 2014-ben, majd az ápolás következtében visszaesett, 1% körüli borításuk nem veszélyezteti a cser felújulását. A galagonya, fagyal és kökény cserjék 2-3%-os borítása szintén nem veszélyezteti a felújulást.

Inke 27 D

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok az aranyvessző, alkörmös, keresztlapu (1% alatt szeder, csalán, békaszittyó, keserűfű, siskanád, erdei pajzsika, kenderkefű, betyárkóró, egynyári seprence, parlagfű, varázslófű). A seprence csak 2012 és 2014-ben lett felvételezve, a többi esetben az egyéb kategóriában szerepel.

Az aranyvessző erőteljes területi növekedést produkált, a léknyitáskori 20%-ról 2015-re 42%-os borítást ért el a lékekben, elborítva az erdőrészt. Még a kontroll pontokon is 26%-os átlagborítása volt 2015-ben. Az alkörmös 2012-re 18%-os maximumot ért el, majd fokozatosan visszaesett 2015-ig 5%-ra. A keresztlapu a léknyitás után 6%-os térfoglalással volt jelen, mely eltűnt 2015-re. Megemlíthető még a keserűfű, mely léknyitáskor 3%-ot foglalt, 2015-re viszont visszaesett 1 %-ra.

Legfontosabb előforduló fás szárú fajok a NYÍR, KB, GY (1% alatt KM, CS, A, KH, KST, KT, MK, EF, KEFÜ, BL, MSZ, VT, CSNY, HJ, MÉ, RNY, SZNY, CS sarj, KST sarj, zanót, galagonya, kökény, MO, FEBO, CSK, ZSM, VR, AL, GL, parti szőlő, BABE, GY sarj). A GY sarj borításban nem különült el a mag eredetű gyertyántól.

A közönséges nyír erőteljes növekedéssel 2015-re 6%-os borítást tudhat magáénak. A gyertyán és a kutyabenge 4-4%-os borítással van jelen, azonban a fő fafajként várt kocsányos tölgy 1% alatti értékkel, szálanként jelenik csak meg. Mellette a csertölgy kezd előtűnni.

A kerített területeken az említett fajok borítás értékei általában magasabbak, mint a kerítéssel nem védett helyeken, azonban a tendenciák hasonlóak. Kivételt képez az alkörmös, mely nagyobb borítással van jelen a kerítésen kívül, a kerített területekről szinte eltűnt. A gyertyán szintén erőteljesebb a kerítésen kívül, főként agyonrágott sarjcsokrokként van jelen.

Szenta 1 B

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok a szeder, alkörmös, saspáfrány, keserűfű (1% alatt aranyvessző, siskanád, csalán, békaszittyó, keresztlapu, kenderkefű, betyárkóró, borostyán, vére hulló fecskefű, komló)

A szeder a lékek kialakítása előtt is jelen volt a lékekben, a léknyitás hatására borítása nem nőtt számottevően az adatok alapján, azonban sűrűsége, magassága folyamatosan nőtt. 2011-ben 49%-ot, 2015-ben már 57%-ot borítottságot mértünk. Az alkörmös 2012-ben érte el maximumát 16%-os borítással, 2015-re már 5%-ra csökkent. A saspáfrány viszonylag állandó, azonban nagyobb tömeget csak a kerítésen kívüli parcellákban alkot. Kerítésen belül 1% körüli a borítása. Kerítetlen parcellákban 13%-ról 21%-ra növelte térfoglalását 2013-ig, majd

visszaesett 2014-ben 11%-ra, ezután 19%-ig növe 2015-re. A keserűfű a léknyitáskor nagyobb tömegben (8%) jelentkezett, utána eltűnt a lékekből.

Legfontosabb előforduló fás szárú fajok a KM, KB, zanót (1% alatt GY, CS, NYÍR, KST, KT, EF, BL, MSZ, VT, CSNY, AL, CS sarj, KST sarj, galagonya, kökény, MO, FEBO, CSK, ZSM).

A KM kerítéssel nem védett helyen 2015-ig is csak 1% alatti borítást ért el, míg a kerített parcellákban 1%-ról 11%-ra növekedett. Noha vannak erőteljes növekedésű egyedei, nem alkot összefüggő újulatkúpot. A KB lassú, folyamatos növekedést mutat. Kerítésen belül 5%-ra, míg kerítetlenül csak 2%-ra erősödött. A seprő zanót is enyhe erősödést mutat, kerítésen belül 3%, kívül 2%-ot ért el 2015-ig.

Szenta 37 F

A legnagyobb borítással rendelkező lágyszárú fajok az aranyvessző, szeder, saspáfrány, szálkaperje, alkörmös, csalán (1% alatt siskanád, csomós ebír, békaszittyó, keresztlapu, keserűfű, erdei pajzsika, kenderkefű, betyárkóró, borostyán, parlagfű, fekete csucsor, számoça, varázslófű, erdei galaj, libatop).

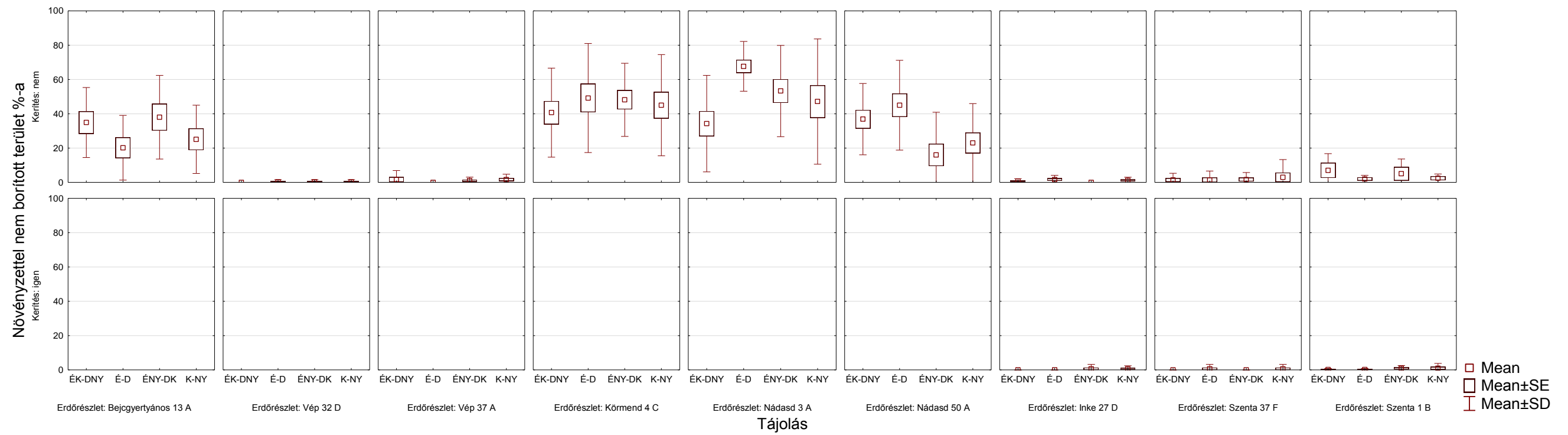
Az aranyvessző 2012-re 13%-ig erősödött, majd fokozatosan visszaesett, 2015-ig 6%-os borítás értékre. A szeder 6-12%, a saspáfrány 4-6% között váltakozik az évek folyamán. A KM árnyalása miatt jelentősen nem tudtak ezek a fajok elterjeszkedni. A saspáfrány és a szeder is kerítésen kívül erőteljesebb növekedést produkál, miközben az aranyvessző gyakorlatilag csak szálanként fordul elő kerítésen kívül. A szálkapeje csak 2012-ig lett felvételezve, utána az egyéb kategóriába került, borítása folyamatosan lecsökkent.

Legfontosabb előforduló fás szárú fajok a KM, zanót, galagonya (1% alatt GY, CS, KB, NYÍR, KH, KST, KT, EF, BL, VT, CSNY, B, KJ, GL, CS sarj, KST sarj, fagyal, kökény, FEBO, CSK, szúrós csodabogyó, SOM, VR, MSZ).

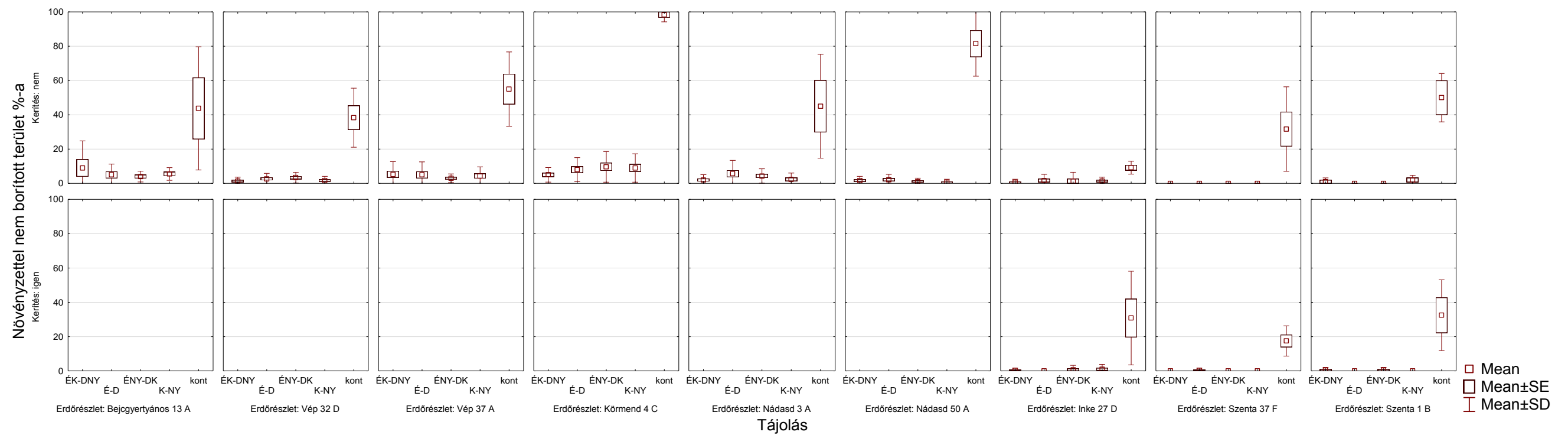
A KM erőteljesen növelte borítását a lékekben. Léknyitáskor is 8%-nyi területet borított, mely 2015-re 40%-ra erősödött, gyakorlatilag minden mást elnyomva a lékek középső részein. A seprő zanót 1%-ról 10%-ra növelte borítását 2015-ig, főleg a lékszéleken. A galagonya 1-ről 3%-ra tudott erősödni. A zanót jól tűrve a vad károsítását, nagyobb borítás értékkel bír a kerítésmentes részeken, a KM és galagonya borítása kerítéstől védetten jelentősebb.

4.2.4.2. Növényborítás vizsgálata a tájolás függvényében

A növényborítás adatok elemzésekor kevés általános érvényű összefüggést találtunk a fajok viselkedése szempontjából. Megállapítható hogy a teljes növényborítás mindig a lék középső részein a legnagyobb. Azonban a különböző tájolások, és lék alrészek között általános érvényű megállapítás nem tehető. A fajok esetleges szignifikáns borítás változása valamely tájolás javára más erdőrészekben nem ismétlődött meg, tehát a lék területének korábbi múltjával, esetleges mikrotermőhelyi tényezőkkel állhat kapcsolatban (31. ábra). A növényfajok nagyobb arányú megtelepedése tehát nem függ a tájolástól. Mivel a lékközéppontok mutatják a legjelentősebb borítás értékeket, ezek befolyásolhatóak a lék méretével, azonban a lékméret csökkentésével a fás szárú újulat sem fog tudni fejlődni.



(a) 2011



(b) 2015

31. ábra: A lékekben tájolása szerint elkülönített növényzettel nem borított terület aránya erdőrésztelenként, kerítés megléte alapján kategorizálva 2011 (a) és 2015-ben (b)

5. Összefoglalás

A dolgozat összefoglalja egy 6 éves (2010-2015) nagyszámú lékvizsgálat és ezen belül egy két éves (2013-2014) időtartamú intenzív felvételezés eredményeit különböző tájolású mesterséges lékekben kilenc kísérleti területen. Hat erdőrészlet a Nyugat-Dunántúlon, a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén, illetve további három erdőrészlet a Dél-Dunántúlon, a Kaszó Erdőgazdaság Zrt. területén található. Az erdőrészletek fő fafajai a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) és csertölgy (*Quercus cerris*), a kocsánytalan tölgyes erdőrészletekben gyertyán (*Carpinus betulus*) és erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) eleggyel.

A lékekben fényviszony és talajnedvesség mérések (kizárólag az intenzív felvételezésű lékekben) történtek, mint abiotikus változók. Hemiszférikus fényképezést és Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérőt használtunk. Biotikus változóként vegetációborítást, az újulat mennyiségi és magassági méréseit végeztük el.

A hemiszférikus fényképezés megmutatta, hogy a lékek fényviszonyait a lékméret csak kismértékben befolyásolja, egyszerű lékmérettel a fényviszonyok mértéke nem leírható. A lékekben tapasztalt fényviszonyokat nagyobb mértékben befolyásolja az állomány magassága, záródása, oldalárnyalása, azonban nem volt kimutatható kapcsolat a lékekből eltávolított faegyedek faállomány szerkezeti jellemzőivel. A lékközéppontban vizsgált fényviszonyok statisztikailag függetlenek voltak a lékek tájolásától.

Intenzív vizsgálataink kimutatták, hogy szignifikáns különbségek találhatóak a vizsgált paraméterek esetében a lékek középpontja és a zárt lombos erdőállomány között. A fénybesugárzás maximuma a lombkorona alatt csekély északi irányú eltolódást mutat. A korreláció vizsgálati eredmények kimutatták, hogy a lékek csekély északi irányú besugárzástöbblete kisebb hatással bír a talajnedvességre, a csemetemagasságra és a teljes növényborítottságra, mint a lék valós alakja és mérete, tehát annak nyitottsága.

A kilenc kísérleti területből sikeres felújulás a két vépi cseres (*Quercus cerris*) főfafajú mintaterületen következett be. A további mintaterületeken elgyomosodás, vagy nem a tölgy főfafajok általi felújulás következett be. A gyertyán (*Carpinus betulus*) elegyes erdőkben a gyertyán felújulása erőteljesebb a tölgyeknél (*Quercus Sp.*) és az erdeifenyőnél (*Pinus sylvestris*). A dél-dunántúli elegyetlen erdőkben a bibircses nyír (*Betula pendula*) és az inváziós kései meggy (*Prunus serotina*) újult fel jelentős mennyiségben.

Az extenzív lékvizsgálatok során kapott eredmények nem támasztották alá az északi fénytöbblet felújulásra gyakorolt pozitív hatását. A lékek tájolása hatástalan maradt mind az újulatra, mind a növényborításra vonatkozóan. A korreláció elemzés alapján a csemeték magasságát elsősorban az évek és a középponttól való távolság határozza meg. A tájolás hatása nem bizonyítható. A csemeték darabszámának korrelációja a középponttól való távolsággal szintén növekszik az évek elteltével.

A növényborítás adatok elemzésekor kevés általános érvényű összefüggést találtunk a fajok viselkedése szempontjából. Megállapítható hogy a teljes növényborítás mindig a lék középső részein a legnagyobb, azonban a lékek tájolása és a lékek alrészeinek növényborítottsága között nem találtunk értékelhető összefüggéseket.

6. Tézisek

H1: A lékekben való felújulást indikálja a megnövekedett fénytöbblet. Van-e kiemelt jelentősége a lécek tájolásának, méretének, alakjának a tölgy fafajok felújulása szempontjából?

1. A kísérletekben vizsgált, sík területű erdőrészetek esetében a lécek tájolásának nem volt igazolható hatása a felújulás első 5 évében. Noha igazolható a megnövekedett fény mennyiség a lécek északi területén, ez a fénytöbblet nem mutatható ki az újulat növekedésében. Az újulat növekedése főként a lékközéppontokra korlátozódik, a lékszéleken a csemeték növekedése minimális. A csemeték növekedésének elősegítéséhez a lécek méretét szükséges növelni. Az elnyújtott lékalak szűkké teszi a kihasználható területet, növeli a lék területét, ezáltal nem javasolható.

H2: A léknyitás következtében a talaj elnedvesedik. Igazolható-e, hogy a lécek tájolásával az elnedvesedés befolyásolható? A többlet napsugárzás szárító hatása figyelembe vehető-e?

2. A lécek a zárt állománytól eltérően elnedvesednek a léknyitás hatására. A kutatási időszak minden mintájára vonatkozó átlag talajnedvesség adatok alapján a vegetációs időszakban a lék közepe 6%-al nedvesebb (29%), mint a lék szélei (23%). A talajnedvesség további 2%-al csökken a zárt lombkorona alatt (21%). A lécek elnedvesedését nem csökkentheti bizonyíthatóan az északi fénytöbblet. A legmeghatározóbb tényező a lék alakja, ezáltal a lékszéli idős fák gyökérkonkurenciája és vízfelvétele.

H3: Az erdőrendezés jelenleg szöveges formában, létrehozandó lékméret megadásával kezeli az átmeneti üzemmódú erdőrészeteket. Leírhatóak-e az erdőtervezésben használt egyszerű lékmérettel a lékekben uralkodó fényviszonyok? Milyen hatékonyabb összefüggésekkel lehet vizsgálni a lécek fényviszonyait, és mely vizsgálati módszer lehet alkalmasabb a lécek fényviszonyainak megállapítására?

3. Egy lék leírása a lékméret talajfelszínen történő mérésével nem ad kielégítő választ arra, hogy milyen fényviszonyok uralkodnak a lékben. A lécek mérete és a hemiszférikus fényképeken mért záródáshiány nem áll szoros összefüggésben. A besugárzott teljes fény mennyiség (direkt és szórt fény összege) függ a faállomány magasságától, a lék tájolásától és a különböző záródáshiányos foltok térbeli elhelyezkedésétől is a mintapont leíró adatain kívül (kitettség, lejtés, tengerszint feletti magasság, földrajzi pozíció). Ennyi adat összegzéséhez legcélszerűbb hemiszférikus fényképekkel vizsgálni a léceket. Amennyiben ez nem megvalósítható, a zártabb állományokban nagyobb, a nyitottabb ál-

állományokban kisebb lékméretet alkalmazásával célszerű elérni a kívánt megvilágítottsági viszonyokat.

H4: Az örökerdő gazdálkodás egyik elve, hogy az újulat nem célja, hanem mellékterméke a léknyitásnak és a fakitermelésnek. Igazolható-e, hogy a léknyítás elvégzése elegendő a felújuláshoz, tehát nem szükséges már meglévő újulat, vagy kimagasló makktermés a lékes felújítások üzemszerű alkalmazásához tölgyesekben? Lehetséges-e szabványos eljárások bevezetése, sematikus léknyítások alkalmazása az átmeneti üzemmódban?

4. A léknyítás önmagában csak a már meglévő jelentős újulattal rendelkező cseres főfafajú mintaterületeken volt elegendő a felújuláshoz. A vizsgált időszakban nem volt mérhető tölgy fafajú újulat utánpótlás a lékekben, kizárólag fogyást tapasztaltunk. A kísérletben alkalmazott szabványos hálózatban kivitelezett léknyítás nem volt alkalmas a felújításra olyan esetekben, ahol nem volt megtalálható jelentős mennyiségű tölgy csemete az erdőrészlet teljes területén. A későbbiekben makkszóródásból már nem volt lehetőség a lékközéppontok tölgyek általi felújulására.

H5: Megkülönböztetünk fényigényes és árnyéktűrő fafajokat. Elméletileg minden fafaj valamilyen szinten alkalmas az örökerdő (és átmeneti) üzemmódra. A lékes felújítások során hogyan viselkednek ezek a vizsgált tölgy fafajok a kísérlet során? Megfelelő tájolással elősegíthető-e a fényigényesnek mondott fafajok felújulása?

5. A kísérletben vizsgált 3 tölgy fafajból a csertölgy lékes felújítása nem okozott problémát. A fafaj gyakori szórvány makktermései miatt jellemző a nagy mennyiségű újulat már zárt állomány alatt is. A cser kevésbé kedvelt tápláléka a vadnak, ezért vadkárosítást sem tapasztaltunk kiemelkedő mértékben. Gyertyános-kocsánytalan tölgyes illetve kocsányos tölgyes erdőkben a ritkább makktermés, jelentős vad okozta makkfelszedés és csemete fogyasztás nem kedvez az újulat megtelepedésének és növekedésének. Emellett az árnyéktűrőnek mondott elegyfajok jelentős növekedési potenciálja miatt a fényigényesebb tölgy csemeték nem tudnak fejlődni, eltűnnek a lékekből. A pionír bircses nyír a léknyítások után sikerrel kolonizálhatja a lékeket, míg az erdőfenyő erre nem volt képes. A tájolás nem tudja előnyhöz juttatni a tölgy csemetétet.

H6: Igazolható-e, hogy minimális, vagy ápolás nélkül felújulnak a megnyitott lékek? Amennyiben nem igazolható, milyen beavatkozások javasolhatóak? Van-e hatása a tájolásnak a gyomvegetáció megjelenésére?

6. A lékekben ápolás nélkül a tölgy fafajokat elnyomják a gyorsabban növekedő gyomfajok, árnyéktűrő elegyfajok. A legkevesebb ápolás jó növekedésű elegyetlen cser újulat esetében lehetséges. Ilyenkor elegendő a cser újulat megerősödése után (4-5 év) a sarjak, nem kívánt elegyfajok és a nagyobb szederfoltok ritkítása. Gyertyános tölgyesekben vagy inváziós fafajokkal - mint például a kései meggy - erősen érintett erdőrészekben az ápolásokat nem lehet elhagyni, azok gyakoriságának megállapításához további kutatások szükségesek, azonban a csökkent fényviszonyok miatt a tölgyek lassabb növekedésével kell számolni, elhúzódó ápolások lehetnek szükségesek, melyek megkérdőjelezzik a természetességet és a gazdasági hatékonyságot is. A gyomosodás független a lékek tájolásától, legerősebben mindig a lékközéppontokban tapasztalható.

H7: Igazolható-e, hogy a lékekben nem vagy csak csekély mértékben telepednek meg az idegenhonos, inváziós gyomfajok, illetve a hazánkban honos vágástéri növények?

7. A kísérletekben a sikertelen felújulás egyik oka a gyomfajok jelentős előretörése a léknyitás után, melyek elnyomták a már meglévő tölgy újulatot, vagy nem engedték a további makkszórás kicsírázását. A lék csökkent fény mennyisége nem akadályozta meg a szeder nagy léptékű megtelepedését. Szintén jelentős mértékben megjelentek az inváziós gyomok, mint az aranyvessző, alkörmös vagy a fásszárú kései meggy. A vágástereken jellemző siskanád azonban csak szálanként fordult elő a kísérletekben vizsgált lékekben.

7. Javaslatok az erdőgazdálkodók számára

A kísérletből országos jelentőségű megállapításokat tenni nem lehet, azonban az alábbi javaslatokat lehet tanácsolni a gazdálkodóknak:

- Amennyiben lékeket nyitnak tölgyes főfafajú, sík területű erdőrészekben, nem szükséges azokat tájolni, célszerűbb lehet a kör alakhoz hasonló lékek használata. Ezzel a lék tájolásának és kitűzésének idő és munkabefektetése megspórolható.
- Elegyetlen cseres és tölgyes állományokban is csak nagy mennyiségű újulat felett szabad léket nyitni, mivel a későbbiekben már fél fahossz szélesség esetén sem várható makk utánpótlás a lék közepén. Újulat hiányában megfontolandó lehet a makkszórás vagy alátelepítés.
- A lékméretetek kiindulására alkalmas a kísérletben használt maximum egy fahossznyi lékméret, azonban amint megerősödik az újulat, azt célszerű tovább bővíteni.
- Nagy vadsűrűség esetén a léknyitás kerítés vagy egyedi védelem nélkül kudarcra van ítélve. Amennyiben nagy vadsűrűség van a léknyításra tervezett erdőrészletben, már a léknyitást megelőző években is szükséges lehet kerítés kialakítása a megfelelő magbank és újulat kialakításához.
- Invazív fajok várható jelenléte, vagy árnyéktűrő második lombkoronaszint megéléte esetén lehetséges, hogy csak igen erőteljes (akár vegyszeres) ápolással tartható fenn a tölgy újulat.
- Pionír fajokkal (pl. erdeifenyő) elegyes gyertyános tölgyes felhozása lékes módszerrel, kevés ápolással és kisméretű lékekkel, természetes felújulással valószínűleg nem kivitelezhető.

A javaslatok több esetben nem elégíthetik ki a természetvédelem vagy tájképvédelem célkitűzéseit, ezért az átalakító üzemmód ilyen irányú alkalmazása kétségeket ébreszthet.

8. A mintaterületek jövője a kísérletek befejezése után

A kísérletek dolgozatban vizsgált szakaszát a lékekben felcseperedő újulat első 6 évének vizsgálatával 2015 végén zártam le. Ennek oka, hogy a csemeték vagy elérték a felújulás egy olyan fázisát, amikor a kísérleti módszertant módosítani szükséges, vagy pedig a lékek nem újultak fel az elvárt mértékben, illetve nem a kívánt fafajokkal. Egyes mintaterületeken emellett ápolások, gyérítések is történtek, melyek befolyásolják a további összehasonlítások lehetőségeit. A jövőben várhatóan 5 éves visszatérésekkel tervezzük vizsgálni a lékekben folyó változásokat, tehát a következő felvételezés 2020 őszén várható.

A Vép községhatárban található mintaterületeken 2015. május 26-27-én ápolás történt, mely során eltávolításra kerültek a cser sarjak, nagyobb juharok, kőrisek, gyertyánok, cserjék, illetve a szeder ritkítva lett, ahol nagyobb mennyiségben előfordult. A Vép 37/A részletben 2015. július 23-án a gyérítés jelölést végeztünk, mely során a lékek kör alak felé lesznek kibővítve, illetve a köztes állomány az erdőtervnek megfelelő mértékben lesz gyérítve. A Vép 32/D részletben gyérítés ekkor nem történt. A tervezett gyérítéseket 2016-ban az erdőgazdaság elvégezte. 2017 nyarán széldöntés során néhány lék tovább bővült.

A Bejcgertyános 13/A erdőrészletben 2015 nyarán, a felvételezések előtt nem sokkal teljes körű ápolás történt a 8 lékből 7-ben. Ekkor lekaszálták a gyomnövényzetet. A növényborítás becslését a megmaradt csonkokból állapítottam meg.

A Körmend 4/C erdőrészletet 2016 végén két részre bontották, és a részlet keleti harmadát letermelték, ezáltal a vizsgálható lékek száma kétharmadára csökkent. A végvágott területek melletti lékek fényviszonyai pedig jelentősen megváltoztak.

9. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban köszönettel tartozom munkahelyi vezetőimnek, a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ – Erdészeti Tudományos Intézet igazgatójának, Dr. Borovics Attilának és kutatási igazgatóhelyettesének, Dr. Illés Gábornak, hogy lehetőséget biztosítottak számomra, hogy munkám mellett eredményeimet doktori disszertációmban is hasznosíthassam. Köszönettel tartozom a kutatásokhoz mintaterületeket biztosító HM Kaszó Erdőgazdaság Zrt.-nek és a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt.-nek és munkatársaiknak. Hatalmas köszönettel tartozom volt és jelenlegi kollégáimnak, akik segítettek a terepi felvételezésekben, nélkülük nem tudtam volna ekkora adatmennyiséget felvételezni.

Végezetül szeretném megköszönni két konzulensemnek segítségüket, Csókáné Dr. Szabados Ildikónak és Dr. habil. Frank Norbertnek, támogatásuk nélkül nem készülhettem volna el disszertációmmal.

A kutatásaim anyagi forrásait az NAIK-ERTI kutatási projektjei finanszírozták, közülük is kiemelkedő a *Silva naturalis - A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata* című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004 számú projekt, mely az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

10. Felhasznált szakirodalom jegyzéke

1. 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról (2009).
2. 2017. évi LVI. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény és egyéb kapcsolódó törvények módosításáról (2017).
3. A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 153/2009. (XI. 13.) FVM rendelete az az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény végrehajtásáról (2009).
4. Aikens, M. L. és mtsai., 2007. The effects of disturbance intensity on temporal and spatial patterns of herb colonization in a southern New England mixed-oak forest. *Forest Ecology and Management*, 252. kötet, p. 144–158.
5. Barina, Z. és mtsai., 2015. *Natura 2000 erdőterületek kezelése*. Eger: Bükki Nemzeti Park Igazgatóság.
6. Bartha, D. & Puskás, L., 2014. *Silva Naturalis - A folyamatos erdőborítás gyakorlati megvalósításának tapasztalatai*. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó.
7. Besze, P., Farkas, J. & Márta, V., 1999. *Pro Silva*. Mátrafüred: Pro Silva Hungaria.
8. Blickhardt, J., 1949. A száralás lehetősége hazánkban. *Erdészeti Lapok*, LXXX. évfolyam, pp. 177-180.
9. Bodonczai, L. és mtsai., 2006. *A száralás*. Budapest: HM Budapesti Erdőgazdaság Zrt..
10. Brown, N., 1996. A gradient of seedling growth from the centre of a tropical rainforest canopy gap. *Forest Ecology and Management*, 82. kötet, pp. 239-244.
11. Brunner, A., 2002. *Hemispherical photography and image analysis with hemI-MAGE and Adobe Photoshop*: Danish Forest and Landscape Research Institute.
12. Cater, M., Diaci, J. & Rozenbergar, D., 2014. Gap size and position influence variable response of *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill.. *Forest Ecology and Management*, 325. kötet, p. 128–135.
13. Clinton, B. D., 2003. Light, temperature, and soil moisture responses to elevation, evergreen understory, and small canopy gaps in the southern Appalachians. *Forest Ecology and Management*, 186. kötet, p. 243–255.
14. Czírok, I., 1999. *A száralásról és száralóvágásról a hazai szakirodalom alapján*, Budapest: Állami Erdészeti Szolgálat.

15. Csépanyi, P., 2008. A tölgy és a folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok CXLIII. évf. 10. szám.*
16. Csépanyi, P., 2008. *Örökerdők kialakítása a Pilisi Parkerdőben*, Budapest: Pilisi Parkerdő Zrt..
17. Csépanyi, P., 2013. Az örökerdő elvek szerinti és a hagyományos bükkgazdálkodás ökonómiai elemzése és összehasonlítása. *Erdészettudományi közlemények*, 3. évfolyam 1. szám. kötet, pp. 111-124.
18. Csepregi, I., 2009. A szálalás és a szálalóvágás alkalmazásának lehetősége hazai lombdőkben. In: *Múlt és jövő, Kisparaszti szálalás a Vend-vidéken*. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, pp. 62-80.
19. Csóka, G., Hirka, A., Koltay, A. & Kolozs, L., 2013. *Erdőkárok képes útmutató*. Budapest: Nébih Erdészeti Igazgatósága és az Erdészeti Tudományos Intézet.
20. Csóka, P., 2017. 100 éve született Madas András. *Erdészeti Lapok, CLII. évfolyam 7-8. szám*, pp. 256-257.
21. Danszky, I., 1972. *Erdőművelés I.-II.*. Budapest: Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat.
22. D'Oliveira, M. V. N. & Ribas, L. A., 2011. Forest regeneration in artificial gaps twelve years after canopy opening in Acre State Western Amazon. *Forest Ecology and Management*, 261. kötet, p. 1722–1731.
23. Elzinga, C. L., Salzer, D. W., Willoughby, J. W. & Gibbs, J. P., 2001. *Monitoring plant and animal populations*. hely nélk.:Blackwell Science, Inc..
24. Frank, T. és mtsai., 2016. *Natura 2000 erdőkben a fahasználatok jelölésének természetvédelmi szempontjai*. Eger: Bükki Nemzeti Park Igazgatóság.
25. Frazer, G. W., Canham, C. D. & Lertzman, K. P., 1999. *Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation*, Millbrook, New York: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies.
26. Gagnon, J. L., Jokel, E. J., Moser, W. K. & Huberd, D. A., 2004. Characteristics of gaps and natural regeneration in mature longleaf pine flatwoods ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 187. kötet, p. 373–380.
27. Gálhidy, L., szerk., 2008. *Örökerdők Magyarországon*. Budapest: WWF Magyarország.
28. Gálhidy, L., 2016. A lécek szerepe az erdőgazdálkodásban és az erdők természetvédelmi kezelésében. In: M. Korda, szerk. *Az erdőgazdálkodás hatása az*

- erdők biológiai sokféleségére Tanulmánygyűjtemény*. Budapest: Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, p. 421–458.
29. Gálhidy, L. és mtsai., 2005. Felújulás egy bükkállomány mesterséges lékjeiben – a lékméret hatása az újulat változásaira. *Erdészeti Lapok, CXL. évf. 12. szám*, pp. 358-361.
 30. Gálhidy, L. és mtsai., 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. kötet, pp. 133-145.
 31. Guay, R., 2012. *WinScanopy 2013a for canopy analysis, user's manual*: Regent Instruments Canada Inc..
 32. Halász, G., szerk., 2006. *Magyarország erdészeti tájai*. Budapest: Állami Erdészeti Szolgálat.
 33. Hirka, A. & Csóka, G., 2010. Abiotikus erdőkárok Magyarországon (1961–2009). *Erdészeti Lapok, CXLV. évf. 7-8. szám*, július-augusztus, pp. 246-248.
 34. Horváth, F., Mázsa, K. & Temesi Géza, 2001. Az erdőrezervátum-program. *Az erdőrezervátum-kutatás eredményei, 1. évfolyam 1. szám*, pp. 5-20.
 35. Hován, I., 2009. Kivonatok az Vend vidék történelméből. In: *Múlt és jövő, Kisparaszti szálalás a Vend-vidéken*. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem, pp. 22-29.
 36. Jarčuška, B., 2008. Methodological overview to hemispherical photography, demonstrated on an example of the software GLA. *Folia Oecologica, vol. 35, no. 1*, pp. 66-69.
 37. Jarčuška, B., Kucbel, S. & Jaloviar, P., 2010. Comparison of output results from two programmes for hemispherical image analysis: Gap Light Analyser and WinScanopy. *Journal of Forest Science*, 56. kötet, pp. 147-153.
 38. Jiaojun, Z. és mtsai., 2015. On the size of forest gaps: Can their lower and upper limits be objectively defined?. *Agricultural and Forest Meteorology*, 213. kötet, p. 64–76.
 39. Juhász, M., 2012. Kései meggy (*Prunus serotina*). In: Á. Csiszár, szerk. *Inváziós növényfajok Magyarországon*. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem, pp. 95-100.
 40. Kaán, K., 1921. Szálalóvágásos gazdaság lomberdőkben. *Erdészeti Lapok, LX. évf. 23-24. füzet*, pp. 423-431.
 41. Kern, C. C., D'Amato, A. W. & Strong, T. F., 2013. Diversifying the composition and structure of managed, late-successional forests with harvest gaps: What is the optimal gap size?. *Forest Ecology and Management*, 304. kötet, pp. 110-120.

42. Kollár, T., 2013. Lékek fényviszonyainak vizsgálata hemiszférikus fényképek segítségével. *Erdészettudományi Közlemények, 3. évfolyam 1. szám*, pp. 71-78.
43. Koloszár, J., 2002. *Erdőneveléstan*. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar.
44. Koloszár, J., 2004. *Erdőismerettan*. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar.
45. Koloszár, J., 2005. Szálalási lehetőségek és tudományos megalapozásuk. In: *Erdő- és fagazdaságunk időszzerű kérdései*. Budapest: MTA, pp. 307-311.
46. Koloszár, J., 2010. Utak és tévutak – avagy gondolatok az átalakító üzemmódról. *Erdőkerülő, XXXVII. Évfolyam, 4. Szám*, december. pp. 4-5.
47. Koloszár, J., 2011. A SEFAG Zrt. területén található termőhelytípus-változatokon álló faállománytípusok természetes felújíthatóságának vizsgálata. *Erdőkerülő, XXXVIII. Évfolyam, 4. Szám*, p. 4.
48. Koloszár, J., Csepregi, I. & Horváth, T., 2007. Szálalási kísérlet a Szentgyörgyvölgyi szálalóerdőben. *Erdészeti Lapok, CXLII. évf. 12. szám*, pp. 397-398.
49. Kovács, B., Kelemen, K., Ruff, J. & Standovár, T., 2013. Üzemi léptékben alkalmazott átalakító üzemmód lékes felújításának tapasztalata a Királyréti Erdészet területén. *Erdészettudományi Közlemények, 3.évfolyam 1. szám*, pp. 55-70.
50. Madas, L., Koloszár, J. & Csépanyi, P., 2005. A vágásos erdőből a szálalóerdőbe. *Erdészeti Lapok, CXL. évf. 9. szám*, pp. 265-267.
51. Majer, A., 1976. A szálalás szerepe erdeink környezetvédelmének fokozásában. *Az Erdő, XXV. évf. 9. szám*, szeptember. pp. 405-408.
52. Manninger, M., 2008. *Meteorológiai mérések a Bükkben, Zárójelentés GVOP-3.1.1-2004-05-0190*, Budapest: Ökológiai és Erdőművelési Osztály, Erdészeti Tudományos Intézet.
53. Márkus, L. & Mészáros, K., 2000. *Erdőérték-számítás*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.
54. Mátyás, C., 1996. *Erdészeti ökológia*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
55. Microsoft Corporation, 2010. *Microsoft Office Profesional Plus*
56. Mihók, B., Gálhidy, L., Kelemen, K. & 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 Silv. Lign. Hung. Vol. 1*, pp. 25-38.

57. Mihók, B. és mtsai., 2007. Figyeljük a fény játékát. *Erdészeti Lapok*, CXLII. évf. 5. szám, pp. 156-159.
58. Molnár, D. és mtsai., 2016. Faállomány-szerkezeti kutatások a Roth emlékerdőben. *Erdészettudományi Közlemények*, 6. évfolyam 2. szám, pp. 127-136.
59. Muscolo, A., Bagnato, S. B., Sidari, M. & Mercurio, R., 2014. A review of the roles of forest canopy gaps. *Journal of Forestry Research*, 25(4). kötet, p. 725–736.
60. Naaf, T. & Wulf, M., 2007. Effects of gap size, light and herbivory on the herb layer vegetation in European beech forest gaps. *Forest Ecology and Management*, 244. kötet, p. 141–149.
61. Nagy, I., 2009. Az átalakító üzemmódú és szálaló erdők vadgazdálkodási gyakorlata. In: *Múlt és jövő II, Tarvágásból szálalásba*. Sopron: Szabó Vendel egyéni vállalkozó, pp. 129-137.
62. NÉBIH, E. I., 2016. *Erdővagyon és erdőgazdálkodás Magyarországon 2015-ben*, Budapest: Budapest: Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal.
63. NÉBIH, E. I., 2017. *Erdővagyon és erdőgazdálkodás Magyarországon 2016-ben*, Budapest: Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal.
64. Nemky, E., 1976. A fényviszonyok hatása a tölgycsemeték fejlődésére. *Erdészeti Lapok* XXV. évfolyam 6. szám, pp. 251-256.
65. Page, L. M. & Cameron, A. D., 2006. Regeneration dynamics of Sitka spruce in artificially created forest gaps. *Forest Ecology and Management*, 221. kötet, p. 260–266.
66. Petritan, A. M., Nuske, R. S., Petritan, I. C. & Tudose, N. C., 2013. Gap disturbance patterns in an old-growth sessile oak (*Quercus petraea* L.)–European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest remnant in the Carpathian Mountains, Romania. *Forest Ecology and Management*, 308. kötet, p. 67–75.
67. Pickett, S. & White, P., 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Orlando, Florida: Academic Press.
68. Rajkai, K., 2004. *A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban*. Budapest: MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet.
69. Reininger, H., 2010. *A szálalás elvei avagy a korosztályos erdők átalakítása*. Budapest: HM Budapest Erdőgazdaság Zrt..
70. Ritter, E., Dalsgaard, L. & Einhorn, K. S., 2005. Light, temperature and soil moisture regimes following gap formation in a semi-natural beech-dominated forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 206. kötet, p. 15–33.

71. Roth, G., 1935. *Erdőműveléstan I, II*. Sopron: Rottig – Romwalter Nyomda berlői.
72. Schliemann, S. A. & Bockheimb, J. G., 2011. Methods for studying treefall gaps: A review. *Forest Ecology and Management*, 261. kötet, p. 1143–1151.
73. Sódor, M. & Temesi, G., 2001. A természetszerű erdők kezelésének és megújításának alapjai. In: D. Barha, szerk. *A természetszerű erdők kezelése*. Budapest: Természetbúvár Alapítvány, pp. 11-64.
74. Solymos, R., 2000. *Erdőfelújítás és-nevelés a természetközeli erdőgazdálkodásban*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.
75. Spectrum Technologies Inc., 2009. *Field Scout TDR 300 Soil Moisture Meter, Product manual*
76. Standovár, T., 1996. Növénytársulások dinamikája. In: C. Mátyás, szerk. *Erdészeti ökológia*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 72-92.
77. StatSoft Inc., 2011. *STATISTICA (data analysis software system), version 10*. www.statsoft.com
78. Szappanos, A., 1986. A tölgyesek természetes felújítása a nyolcvanas években. *Az Erdő, XXXV. évf. 3. szám*, pp. 106-110.
79. Szodfridt, I., 1993. *Erdészeti termőhelyismeret-tan*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
80. *T/14461. számú törvényjavaslat az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény és egyéb kapcsolódó törvények módosításáról* (2017).
81. Tobisch, T., 2010. Parent Stand Growth Following Gap and Shelterwood Cutting in a Sessile Oak-Hornbeam Forest. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 6. kötet, pp. 33-48.
82. Tóthné Parázsó, L., 2011. *A kutatómódszertan matematikai alapjai*. Eger: Médiainformatikai kiadványok.
83. Török, A., 2006. *Bükkösök erdőfelújítása az égtájiorientált felújítási rendszer tükrében*. Veszprém: Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt..
84. van Dam, O., 2001. *Forest filled with gaps. Effects of gap size on water and nutrient cycling in tropical rain forest. A study in Guyana, Ph.D. Dissertation*, Amsterdam: Uthrecht University.
85. Varga, B., 2009. *A folyamatos erdőborítás fenntartása melletti erdőgazdálkodás alapjai - Tankönyv a szálaló és átalakító üzemmódba sorolt erdőrészekben folytatott erdőgazdálkodást irányító szakemberek továbbképzéséhez*. Eger: Pro Silva Hungária.
86. Veperdi, G., 2008. *Erdőbecsléstan, oktatási segédanyag*. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem.

87. Walterné Illés, V., 2001. Erdei vadkárók és az ellenük való védekezés. In: *Erdővédelemtan*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás, pp. 177-196.
88. Watt, A. S., 1947. Pattern and Process in the Plant Community. *The Journal of Ecology*, 35. kötet, pp. 1-22.
89. Watts, S. B. & Tolland, L., 2013. *Forestry Handbook for British Columbia 5th edition Part 1-2*. Vancouver: University of British Columbia, Faculty of Forestry.

11.Ábrák listája

1. ábra: A szálalóerdő vegyeskorú, elegyes állományának eszményi képe (Roth, 1935).....	12
2. ábra: Boreális lucos erdők szukcessziós és erdőfejlődési állapotai (Schmidt-Vogt, 1991 alapján Schuck et al. 1994) (Mátyás 1996).....	14
3. ábra: A folyamatos erdőborítást biztosító szálaló, átalakító és faanyagtermelést nem szolgáló erdők területi változása 2004-2016 között (NÉBIH 2017).....	17
4. ábra: Intenzív lékvizsgálati hálózat parcelláinak vázlata	30
10. ábra: Transzekt elhelyezkedése egy lékben	36
11. ábra: Pozitív és negatív irányok meghatározása az iránytűn.....	37
12. ábra: 4 m ² -es mintaterület rajza.....	37
13. ábra: Lékek részterületeinek vázlatos elkülönítése	38
5. ábra: Nyitottsági adatok összevetése.....	40
6. ábra: Direkt fény mennyiség adatok összevetése	41
7. ábra: Szórt fény mennyiség adatok összevetése.....	41
8. ábra: Teljes fény mennyiség adatok összevetése	42
9. ábra: Térfogat arányos talajnedvesség adatok átváltási egyenleti 20 és 12 cm-es mélységről 7,6 cm mélységre	43
14. ábra: Intenzív parcellák nyitottság (a) és teljes fénybesugárzás (TSF) (b) értékei 2013-ban, a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között.....	47
15. ábra: A parcellák nyitottsága (a) és teljes fénybesugárzása (b) 2013-ban	49
16. ábra: Vép 32/D, észak-déli lék átlagos talajnedvesség adata 2013-ban (a) és 2014-ben (b) (lék közepe: piros vonal, lék széle: zöld vonal, zárt állomány: fekete vonal)	50
17. ábra: Talajnedvesség adatok (VWC %) 2013 és 2014 évek átlagában, a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között.....	51
18. ábra: Vép 32/D részlet, észak-déli lék jellemző talajnedvesség (VWC %) állapotai: (a) 2013.08.21: legszárazabb, aszályos talaj állapot, (b) 2013.10.15: egy közepesen nedves talaj állapot, (c) 2014.04.22: legnedvesebb talaj állapot, (d) 2014.06.23: 2014 évi legszárazabb talaj állapot	52
19. ábra: Csemeték magassága (cm) 2014-ben (Vép: <i>Quercus cerris</i> , Bejc: <i>Quercus petraea</i>), a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között.....	53

20. ábra: A parcellákban található csemeték magassága (cm) 2014-ben (Vép: <i>Quercus cerris</i> , Bejc: <i>Quercus petraea</i>)	54
21. ábra: Teljes növény borítás átlagos értékei 2014-ben, a különböző betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatnak a parcellákon belüli átlagok között	55
22. ábra: Lékméretek nyitottság, TSF és alakszám változása az összes kísérleti lék átlagában	61
23. ábra: A lombkoronák nyitottsága a számított lékméret függvényében	65
24. ábra: A besugárzott teljes fénymennyiség (TSF) a lombkoronák nyitottságának függvényében.....	66
25. ábra: Gyertyán újulat növekedésmenete a Körmend 4 C erdőrészet 12 lékjének kvadrátonkénti átlagai alapján	70
26. ábra: Cser újulat növekedésmenete a Vép 32 D erdőrészet 12 lékjének kvadrátonkénti átlagai alapján	73
27. ábra: Közönséges nyír újulat növekedésmenete az Inke 27 D erdőrészet 12 kerítéssel védett lékjének kvadrátonkénti átlagai alapján.....	75
28. ábra: Kései meggy újulat növekedésmenete az Szentá 37 F erdőrészet 12 kerítéssel védett lékjének kvadrátonkénti átlagai alapján.....	77
29. ábra: A lékek tájolása szerint elkülönített átlagos csemetemagasságok (minden fafajt vizsgálva, kvadrátonként a legnagyobb csemete magasságával számítva) erdőrészletenként, kerítés megléte alapján kategorizálva 2010 (a) és 2015-ben (b)	79
30. ábra: A lékek tájolása szerint elkülönített átlagos csemete mennyiség (minden fafajt vizsgálva) erdőrészletenként, kerítés megléte alapján kategorizálva 2010 (a) és 2015- ben (b).....	80
31. ábra: A lékekben tájolása szerint elkülönített növényzettel nem borított terület aránya erdőrészletenként, kerítés megléte alapján kategorizálva 2011 (a) és 2015-ben (b)	88

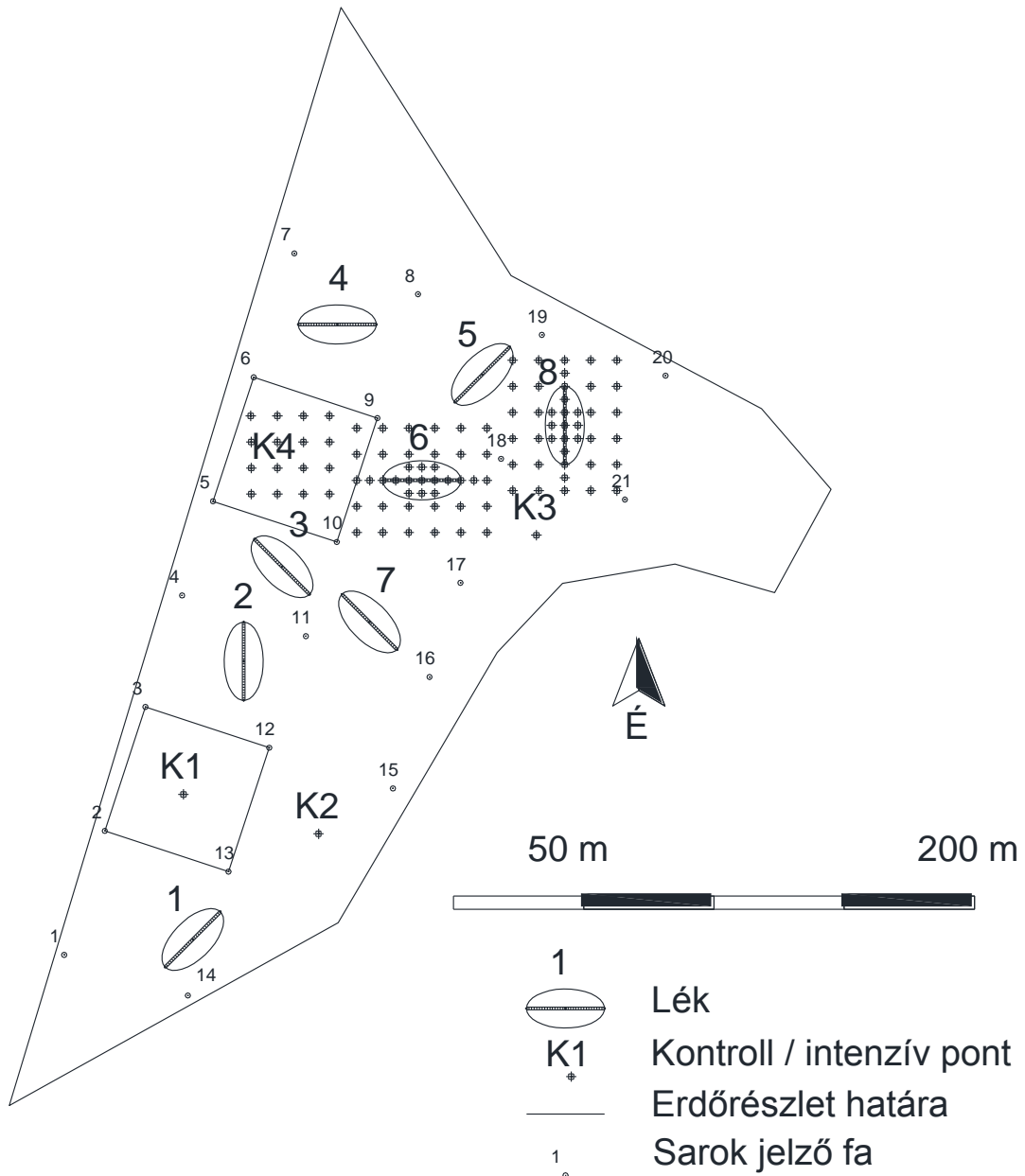
12. Táblázatok listája

1. táblázat: A kísérleti erdőrészek legfontosabb jellemzői.....	27
2. táblázat: Állófa közböző függvény paraméterei összesfára a felvételezéskor előfordult fajok esetében (Veperdi 2008).....	31
3. táblázat: A korrelációs együttható értéke és a változók közötti kapcsolat erőssége	44
4. táblázat: Abiotikus és biotikus változók korreláció mátrixa, pirossal jelölt korrelációk szignifikánsak ($p < 0,05$), a 0,5 feletti korrelációs értékek kiemelve (érzékelhető kapcsolat).....	56
5. táblázat: A lék középpontjában tapasztalt fényviszonyokat befolyásoló változók korrelációs mátrixa, pirossal jelölt korrelációk szignifikánsak ($p < 0,05$), a 0,5 feletti korrelációs értékek kiemelve (érzékelhető kapcsolat).....	67
6. táblázat: Növényfajok elnevezésének rövidítései	115

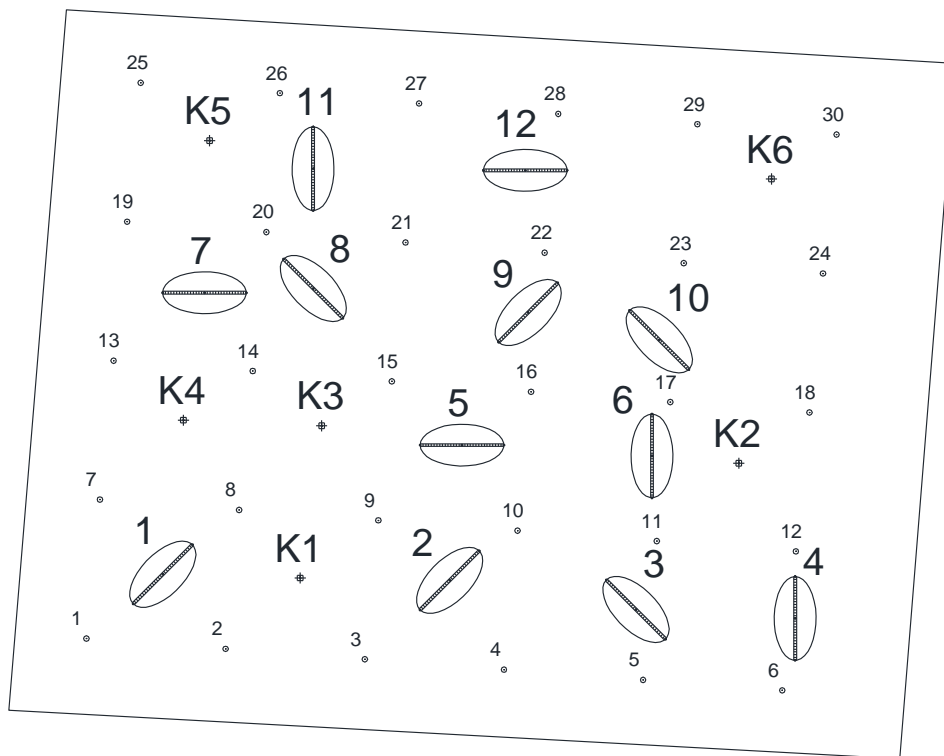
13.Mellékletek




1. melléklet: Erdőrészletek és lécek elhelyezkedési vázlatai

Bejcgertyános 13/A

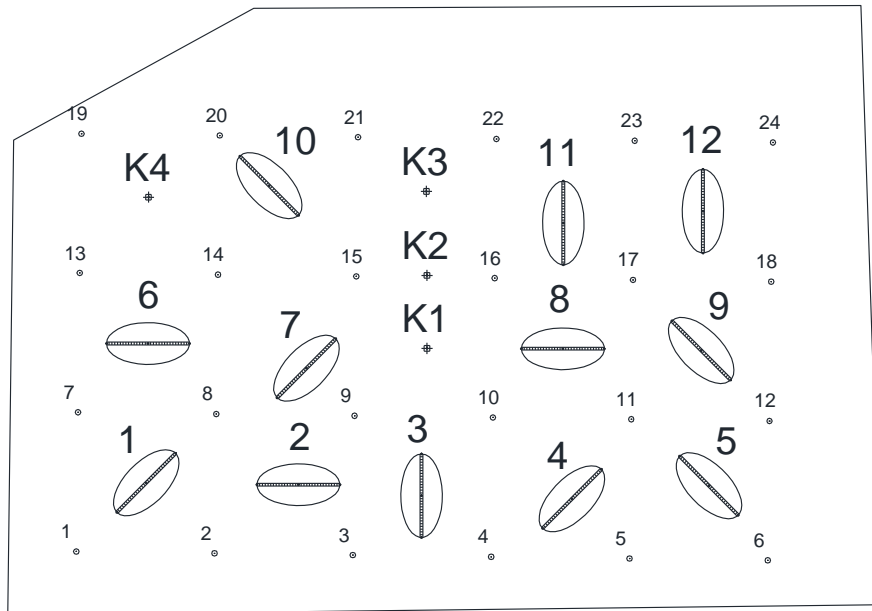


Körmend 4/C



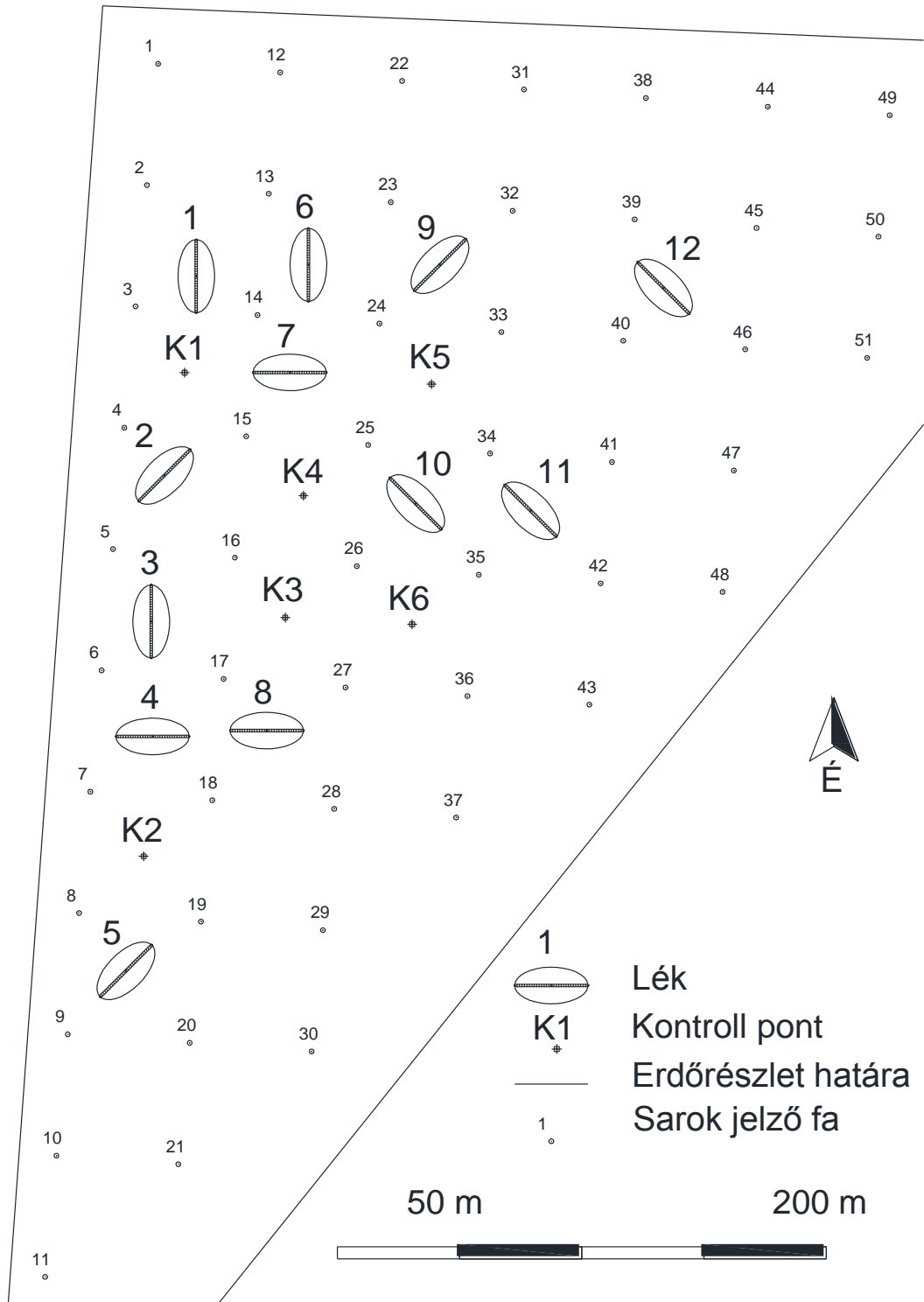
- 1  Lék
- K1  Kontroll pont
- Erdőrészlet határa
- 1.  Sarok jelző fa

Nádasd 3/A

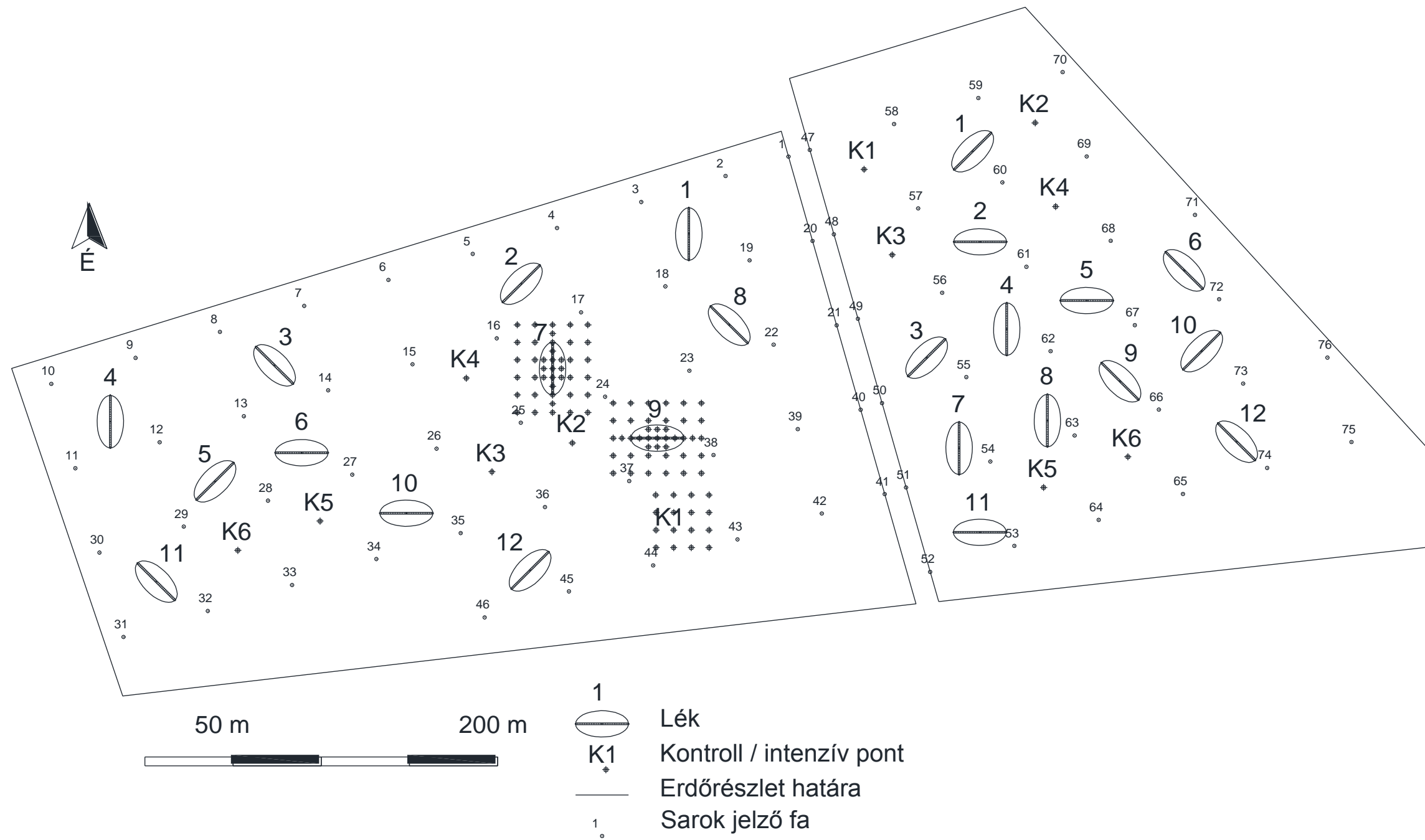


- 1 Lék
- K1 Kontroll pont
- Erdőrészlet határa
- 1. Sarok jelző fa

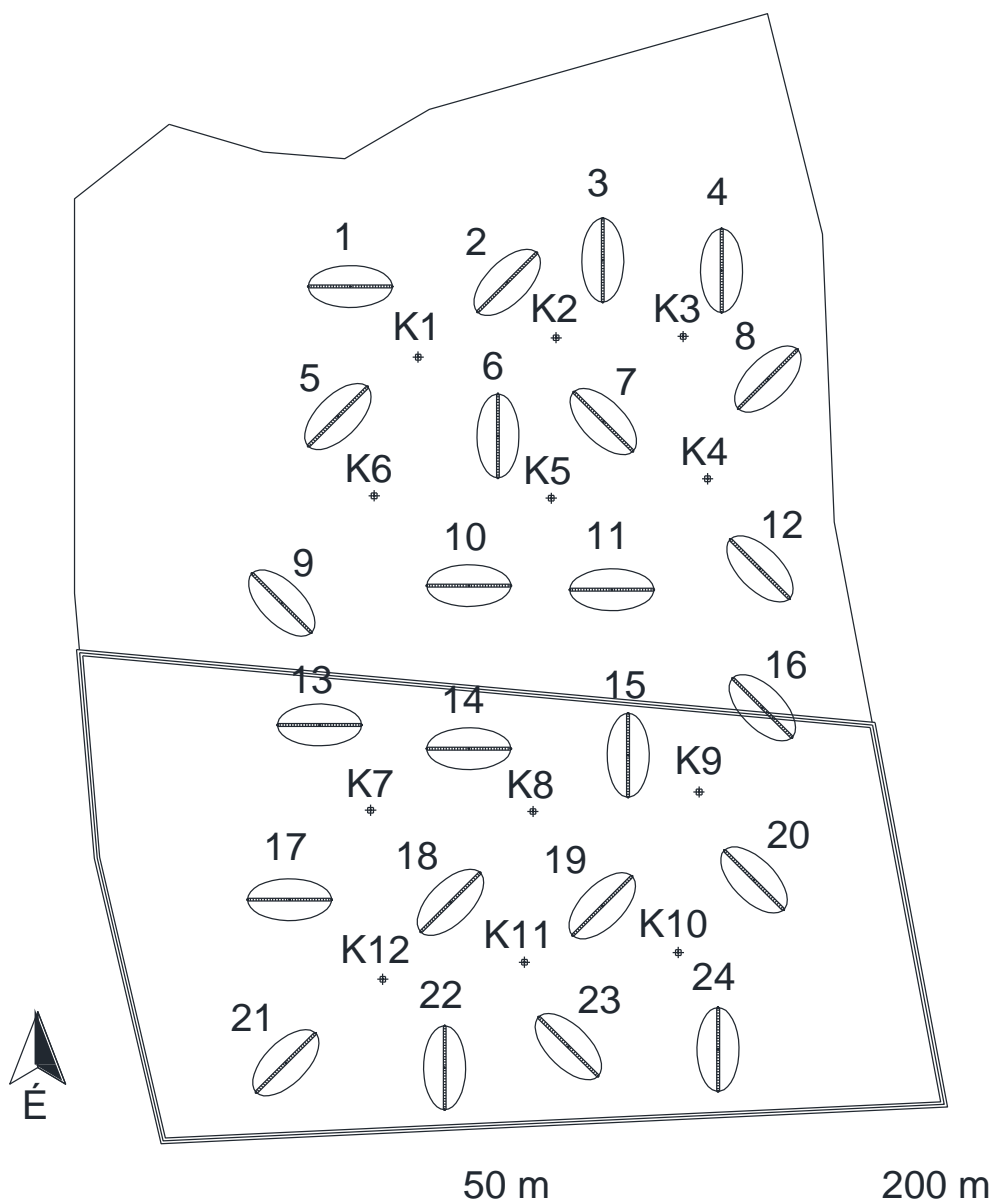
Nádasd 50/A







Vép 32/D és Vép 37/A

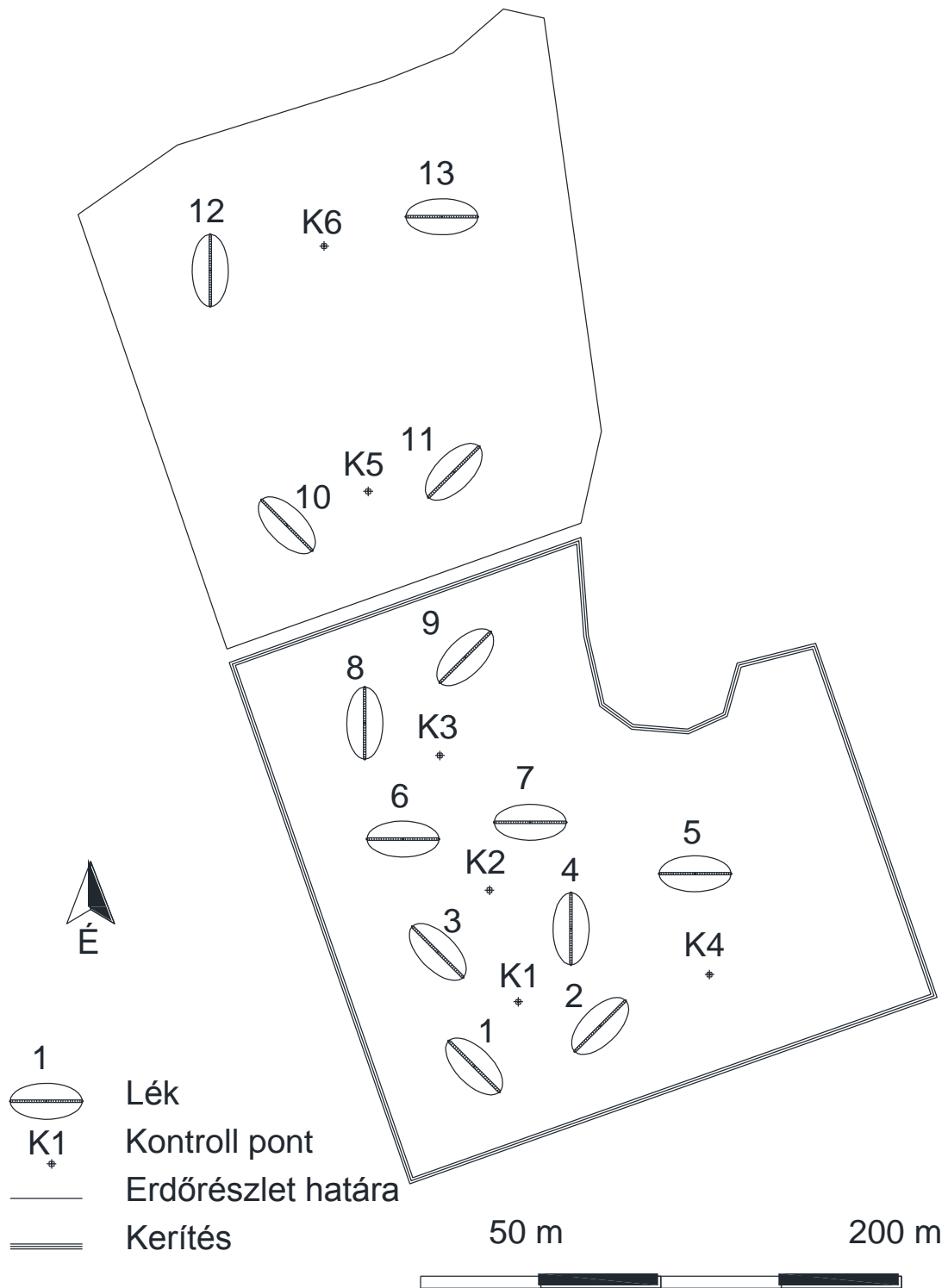


Inke 27 D

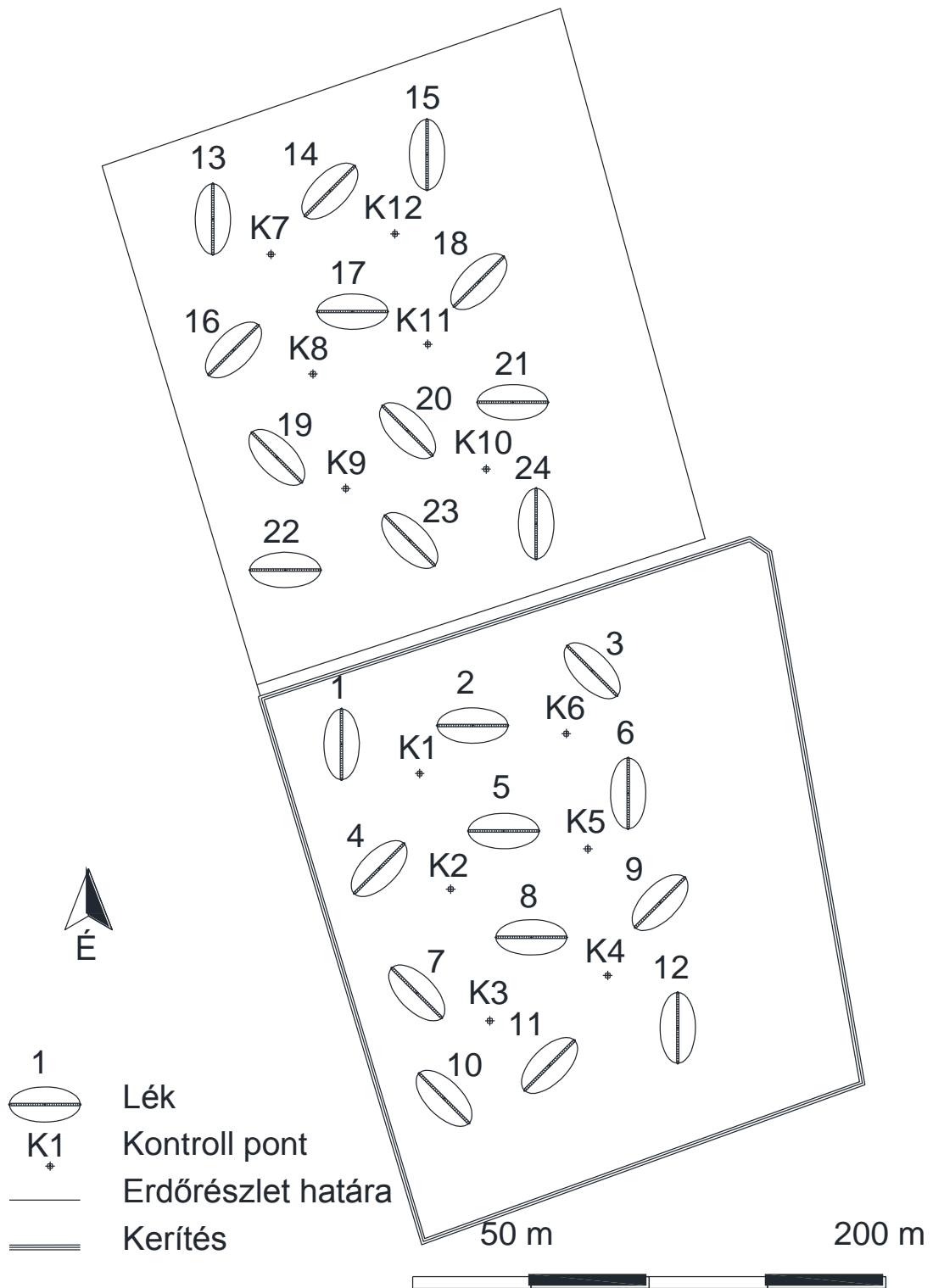


- 1  Lék
- K1  Kontroll pont
-  Erdőrészlet határa
-  Kerítés

Szenta 1 B



Szenta 37 F



2. melléklet: A dolgozatban használt rövidítések táblázatai

6. táblázat: Növényfajok elnevezésének rövidítései

Lágyszárú fajok		
Használt rövidítés	Magyar név	Tudományos név
aranyvessző	magas aranyvessző	<i>Solidago gigantea</i>
szeder	földi szeder	<i>Rubus fruticosus</i>
alkörmös	amerikai alkörmös	<i>Phytolacca americana</i>
siskanád	siskanád tippán	<i>Calamagrostis epigeios</i>
csalán	nagy csalán	<i>Urtica dioica</i>
saspáfrány	saspáfrány	<i>Pteridium aquilinum</i>
békaszittyó	békaszittyó	<i>Juncus effusus</i>
keresztlapu	keresztlapu	<i>Erechtites hieracifolia</i>
keserűfű	baracklevelű keserűfű	<i>Persicaria maculosa</i>
málna	málna	<i>Rubus idaeus</i>
csomós ebír	csomós ebír	<i>Dactylis glomerata</i>
szálkaperje	erdei szálkaperje	<i>Brachypodium sylvaticum</i>
erdei pajzsika	erdei pajzsika	<i>Dryopteris filix-mas</i>
kenderkefű	nagyvirágú kenderkefű	<i>Galeopsis speciosa</i>
betyárkóró	betyárkóró	<i>Conyza canadensis</i>
selyem sás	selyem sás	<i>Carex brizoides</i>
seprence	egynyári seprence	<i>Stenactis annua</i>
kisvirágú nebántsvirág	kisvirágú nebáncsvirág	<i>Impatiens parviflora</i>
borostyán	borostyán	<i>Hedera helix</i>
parlagfű	parlagfű	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>
fekete csucsor	fekete csucsor	<i>Solanum nigrum</i>
görvélyfű	göcsös görvélyfű	<i>Scrophularia nodosa</i>
szulák	mezei szulák	<i>Convolvulus arvensis</i>
vérehulló fecskefű	vérehulló fecskefű	<i>Chelidonium majus</i>
szamóca	erdei szamóca	<i>Fragaria vesca</i>
varázslófű	erdei varázslófű	<i>Circaea lutetiana</i>
erdei galaj	erdei galaj	<i>Galium sylvaticum</i>
gyepes sédbúza	gyepes sédbúza	<i>Deschampsia cespitosa</i>
ebszőlő csucsor	ebszőlő csucsor	<i>Solanum dulcamara</i>
pettyegetett tüdőfű	pettyegetett tüdőfű	<i>Pulmonaria officinalis</i>
libatop	fehér libatop	<i>Chenopodium album</i>
komló	közönséges komló	<i>Humulus lupulus</i>
közönséges aggófű	közönséges aggófű	<i>Senecio vulgaris</i>

Fafajok		
Használt rövidítés	Magyar név	Tudományos név
KM	kései meggy	<i>Prunus serotina</i>
CS	csertölggy	<i>Quercus cerris</i>
GY	közönséges gyertyán	<i>Carpinus betulus</i>
A	fehér akác	<i>Robinia pseudoacacia</i>
KB	közönséges kutyabenge	<i>Frangula alnus</i>
NYÍR	bibircses nyír	<i>Betula pendula</i>
KH	kislevelű hárs	<i>Tilia cordata</i>
MJ	mezei juhar	<i>Acer campestre</i>
KST	kocsányos tölgy	<i>Quercus robur</i>
KT	vadkörte	<i>Pyrus pyraster</i>
MK	magas kőris	<i>Fraxinus excelsior</i>
EF	erdeifenyő	<i>Pinus sylvestris</i>
KEFÜ	kecskefűz	<i>Salix caprea</i>
KTT	kocsánytalan tölgy	<i>Quercus petraea</i>
BL	mirigyes bálványfa	<i>Ailanthus altissima</i>
MSZ	mezei szil	<i>Ulmus minor</i>
VT	vörös tölgy	<i>Quercus rubra</i>
CSNYE	madárcseresznye	<i>Cerasus avium</i>
B	bükk	<i>Fagus sylvatica</i>
SF	simafenyő	<i>Pinus strobus</i>
HJ	hegyi juhar	<i>Acer pseudoplatanus</i>
MÉ	mézgás éger	<i>Alnus glutinosa</i>
SZG	szelídgesztenye	<i>Castanea sativa</i>
RNY	rezgő nyár	<i>Populus tremula</i>
SZNY	szürke nyár	<i>Populus x canescens</i>
BABE	barkócaberkenye	<i>Sorbus torminalis</i>
LF	közönséges lucfenyő	<i>Picea abies</i>
AL	vadalma	<i>Malus sylvestris</i>
KJ	korai juhar	<i>Acer platanoides</i>
GL	gledícsia, lepényfa	<i>Gleditsia triacanthos</i>
FFÜ	fehér fűz	<i>Salix alba</i>
EP	fehér eperfa	<i>Morus alba</i>

Cserje fajok		
Használt rövidítés	Magyar név	Tudományos név
zanót	seprőzanót	<i>Cytisus scoparius</i>
galagonya	egybibés galagonya	<i>Crataegus monogyna</i>
fagyal	télizöld fagyal	<i>Ligustrum ovalifolium</i>
kökény	kökény	<i>Prunus spinosa</i>
MO	közönséges mogyoró	<i>Corylus avellana</i>
VR	vadrózsa	<i>Rosa canina</i>
FEBO	fekete bodza	<i>Sambucus nigra</i>
KNYB	kánya bangita	<i>Viburnum opulus</i>
CSK	csíkos kecskerágó	<i>Euonymus europaeus</i>
VTB	varjútővis benge	<i>Rhamnus catharticus</i>
szúrós csodabogyó	szúrós csodabogyó	<i>Ruscus aculeatus</i>
som	húsos som	<i>Cornus mas</i>
parti szőlő	parti szőlő	<i>Vitis riparia</i>
ZSM	zselnice meggy	<i>Prunus padus</i>
farkas boroszlán	farkas boroszlán	<i>Daphne mezereum</i>

3. melléklet: Digitális mellékletek listája

- 3.1. Részletek az 2009 évi erdőtörvényből
- 3.2. Erdőrészlet leíró lapok
- 3.3. Tájföldrajzi leírások
- 3.4. „Gap Light Analyzer” és „WinSCANOPY” hemiszférikus fényképek átváltási számítása
- 3.5. Különböző mélységű talajnedvesség adatok közötti átválthatóság számítása
- 3.6. Intenzív vizsgálatok számításai és ábrái
- 3.7. Extenzív lékvizsgálatok számításai és ábrái
 - 3.7.1. Fatömeg számítások
 - 3.7.2. Lékméret és fényviszonyok összefüggései
 - 3.7.3. Újulat elemzése
 - 3.7.4. Borítás elemzése