



Az aljnövényzet és a felújulás alakulása a Pilis Lék Kísérletben

Az elnyújtott lékalakkal mérsékelhető a tölgy újulatra nehezedő versengési nyomás a gyertyános-tölgyesekben

Tinya Flóra¹, Csépanyi Péter², Horváth Csenge Veronika³, Kovács Bence⁴, Németh Csaba⁵, Ódor Péter⁶

Napjainkban egyre több erdőgazdálkodóban merül fel az örökerdő gazdálkodás mint ökológiai és klímaadaptációs szempontból a vágásos üzemmódnál kedvezőbb gazdálkodási mód alkalmazása. A folyamatos erdőborítás fenntartása ugyanis nemcsak az erdei élővilág megőrzését segíti, de a változó klíma, a mind szélsőséesebbé váló időjárási viszonyok között a felújítás biztonságát is növelheti. A finom léptékű beavatkozásokra (léknyitásokra, felsőszintű gyéritésekre) alapozó örökerdő üzemmód gyakorlati kivitelezéséről néhány erdőgazdálkodónál már több évtizedes tapasztalat halmozódott fel (ld. pl. Csépanyi, 2008), de a különböző beavatkozási módok mikroklimára, erdei életközösségekre és a felújulásra gyakorolt hatása még nem kellően feltárt. Árnyéktűrő fafajok (bükk, jegenyefenyő, luc) esetében az örökerdő üzemmódot már széles körben alkalmazzák Európában, de a fényigényes tölgyek esetében ezt jóval több kétség övezi. Ez motiválta a *Pilis Lék Kísérlet* elindítását, amelyben különböző méretű és alakú lékek ökológiai hatásait vizsgáljuk gyertyános-tölgyes állományban.

A Pilis Lék Kísérlet az *Ökológiai Kutatóközpont* és a *Pilisi Parkerdő Zrt.* együttműködésében indult el 2018-ban. Célja, hogy feltárja, milyen típusú lékek kialakításával biztosítható egyidejűleg a faállomány – kiemelten a kocsánytalan tölgy – felújítása, az erdő termőhelyi viszonyainak megőrzése, valamint az erdei biodiversitás fenntartása.

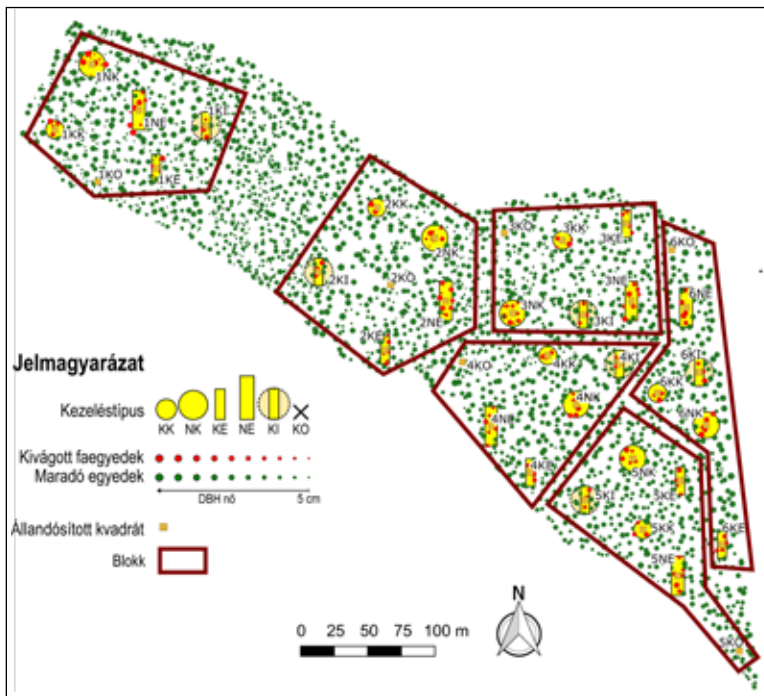
Az *Erdészeti Lapokban* két évvel ezelőtt megjelent publikációnk (Horváth et al., 2023a) a termőhelyi viszonyok beavatkozásokra adott első éves válaszát ismertette. Jelen összefoglaló a vizsgálat 5-6 éves eredményeit mutatja be.

Ezen hosszabb időtávlatban a mikroklimatikus viszonyok mellett már a légyszárú aljnövényzet és a kocsánytalan tölgy újulat kezelésekre adott válasza is értékelhetővé vált. A cikk a szerzők egy nemzetközi szakcikke (Tinya et al., 2025) és egy további, jelenleg bírálat alatt álló kézírata alapján készült.

A vizsgálat bemutatása

A kísérlet egy tűzhektáros, 90 éves gyertyános-kocsánytalan tölgyesben indult a Hosszú-hegyen, a Pilisszántó 26/A (jelenlegi átlagkora 97 év) és 27/A (jelenlegi átlagkora 102 év) erdőrészteltekben, melyek örökerdő üzemmódúak.

Az állományt a kísérlet létrehozása előtt nyolc évvel – még vágásos üzemmódban – egy bontóvágással érintették a fokozatos felújítóvágás első lépéseként, azonban az átlagos záródásviszonyok a kísérlet kezdetekor már 90-95% körül alakultak.



1. ábra A faállomány térképe a Pilis Lék Kísérlet területén és a lékek és kontroll területek elhelyezkedése. KK=kis, kör alakú lék, NK=nagy, kör alakú lék, KE=kis elnyújtott lék, NE=nagy elnyújtott lék, KI=kiterjesztett lék, KO=kezeletlen kontroll terület

¹ tudományos munkatárs, HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

² erdőgazdálkodási és természetvédelmi vezérigazgató-helyettes, Pilisi Parkerdő Zrt.

³ doktorvárományos, ELTE Biológia Doktori Iskola; tudományos segédmunkatárs, HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

⁴ tudományos munkatárs, HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

⁵ ökológiai szakértő, HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

⁶ tudományos tanácsadó, intézetigazgató, HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet; kutatóprofesszor, Soproni Egyetem EMK, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

2018-ban közepes kocsánytalan tölgy makktermést tapasztaltunk. Így a kísérlet kezdetekor a gypszintet bükksás és egyvirágú gyöngyperje dús állománya alkotta, és megindult a tölgy újulat fejlődése is.

A kísérleti elrendezés részleteit a gazdálkodói oldalról (Pilis Parkerdő Zrt.) érkező megfigyelések és tapasztalatok alapján dolgoztuk ki (Csépanyi, 2008).

Az állományban összesen 30 lék került kialakításra. Vizsgáljuk a lékek méretének, alakjának, valamint a kialakítás módjának hatását (egy/két lépésben történő kialakítás), amihez ötféle léktípust hoztunk létre: 1) *kis, kör alakú*, 2) *nagy, kör alakú*, 3) *kis elnyújtott*, 4) *nagy elnyújtott* és 5) *ún. kiterjesztett lékeket* (1., 2. ábra).

A nagy lékek területe 300 m² (ez kör alakú lékek esetén megközelítőleg egy fahossznyi átmérőt jelent), a kis lékek feleekkorák (150 m²). A téglalap alakú, elnyújtott lékek 7×21 és 10×30 métereseek, észak-déli tájolásúak.



2. ábra A különböző léktípusok látképei a léknyitás utáni első nyáron. KK=kis, kör alakú lék, NK=nagy, kör alakú lék, KE=kis elnyújtott lék, NE=nagy elnyújtott lék

A kiterjesztett lékek kezdetben kis elnyújtott lékként kerültek kialakításra, majd hat évvel később (2024-2025 telén), a tölgy újulat megerősödése után alakítottuk át őket nagy kör alakú lékekké. Mivel a léktágítás hatása csak az elkövetkező években lesz tanulmányozható, így a jelen cikkben ezzel a léktípussal még nem foglalkozunk.

A lékeket minden esetben zárt erdei kontrollhoz viszonyítjuk. Ahhoz, hogy a lékek hatásait statisztikailag megalapozottan tudjuk vizsgálni, a teljes kísérleti elrendezés (ötféle lék + egy kontroll terület) hat ismétlésben (blokkban) valósult meg. A vizsgálati terület teljes egészében bekerítésre került, így kutatásaink a vadhatás kizárásával zajlanak. A projektről részletes leírás olvasható a <https://piliskiserlet.ecolres.hu> hon-

lapon, valamint az *Erdészeti Lapok* korábbi számaiban (Ódor et al., 2020; Horváth et al., 2023a).

Minden lékben és kontroll területen évente becsüljük a fény mennyiségét 1,3 méteres magasságban készített halaszemoptikás fényképek segítségével. A fotók WinSCANOPY szoftverrel történő elemzésével egyszeri felvételekből tudjuk a teljes vegetációs periódusra vonatkozóan kiszámítani a lombkorona feletti mennyiséghez viszonyított (relatív) közvetlen és szórt fény mennyiségét. A talajnedvességet folyamatos, 15 percenkénti adatgyűjtést biztosító műszerekkel (*TMS-4 adatgyűjtő*) mérjük a lékek középpontjában és a kontroll területeken.

A gypszint növényfajainak (lágyszárúak és 50 cm alatti fásszárúak) borítását, a gypszint átlagos magasságát, valamint a cserjeszint (50 cm-es magasság feletti, de 5 cm-es mellmagassági átmérő alatti fásszárúak) borítását a lék és a kontroll területek közepén elhelyezkedő 2×2 m-es mintanegyzetekben becsüljük minden évben.

Ugyanitt számoljuk a fásszárú fajok egyedszámát, fajonként, négy magassági kategóriára osztva (0–20, 21–50, 51–130 cm, illetve 130 cm feletti, de 5 cm-es mellmagassági átmérő alatti egyedek).

Minden mintanegyzetben mérjük továbbá minden fásszárú faj legmagasabb egyedének magasságát. Ezekben a mintanegyzetekben a tölgy újulat az adott léktípusra (vagy a kontroll esetében a zárt erdőre) jellemző versengési viszonyok között (gyertyán, cserjefajok, vadszeder jelenléte mellett) fejlődik.

Hogy képet kapjunk arról is, hogy versengés nélkül, pusztán az adott léktípus által biztosított mikroklimatikus körülmények (fény, talajnedvesség) között hogyan képesek fej-

lődni a tölgycsemeték, a lékek északi felében és minden kontroll területen létrehoztunk egy ápolat mintanegyzetet is, ahol a kocsánytalantölgy-csemeték fölé növő cserjéket és elegyfajfajokat rendszeresen eltávolítjuk. Itt lékenként négy darab 0,5x0,5 m-es mintanegyzetben évente számoljuk a 2018-as makktermő évből származó tölgymagoncok egyed-számát, amelyből túlélési arányt határozzunk meg.

A kocsánytalan tölgy újulat növekedését pedig lékenként 30 darab, egyedileg megjelölt tölgycsemete magasságának évenkénti mérésével vizsgáljuk. A lékekbe jutó makkok mennyiségét egy alkalommal, egy makktermő évben (2020) becsültük, a lékek közepén egy-egy 0,5x0,5 m-es mintanegyzetben megszámlálva a lehulló makkok számát.

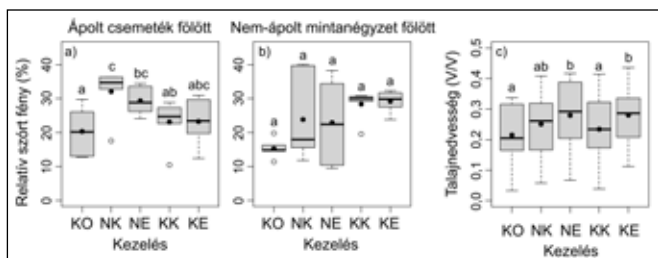
Fordulat a fény és a talajnedvesség szintjében

Ahogy azt korábbi cikkeinkben bemutattuk (Horváth et al., 2023a, b), a léknyitás utáni első évben a fény mennyisége jelentősen megnövekedett minden léktípusban, de különösen a nagy lékekben.

A talajnedvesség mennyiségét ezzel szemben a lékek alakja befolyásolta: a kör alakú lékekben jelentősebb talajnedvesség-többlet alakult ki, mint az elnyújtottakban. Ez a mintázat azonban a hatodik évre – a növényzet felverődésével – jelentősen megváltozott.

Az ápolat tölgycsemeték fölött (ahol a versengő fajok, különösen a gyertyán eltávolításra kerültek) a nagy lékek fénytöbblete még a hatodik évben is megőrződött (30-35% körüli relatív szórt fény volt ekkor jellemző, 3.a ábra), a lomb-szint záródása ugyanis még nem volt olyan mértékű, hogy jelentős csökkenést okozzon.

A nagy lékek nem-ápolat mintanegyzeiteiben azonban a gyertyán – és helyenként a veresgyűrű som – olyan sűrű cserjeszintet hozott létre (átszőve a vadszeder indáival), hogy a szórt fény mennyisége átlagosan 20–25% közötti szintre csökkent (3.b ábra). Ezzel szemben a kis lékekben



3. ábra A relatív szórt fény mennyisége (a) az ápolat tölgycsemeték fölött és (b) az ápolás nélküli aljnövényzeti mintanegyzetekben, valamint (c) a talajnedvesség alakulása a lékek közepén, a léknyitás utáni hatodik évben. Az oszlopok feletti eltérő betűk statisztikailag szignifikáns eltéréseket jelölnek az adott kezeléstípusok között. KO=kontroll, NK=nagy kör, NE=nagy elnyújtott, KK=kis kör, KE=kis elnyújtott lék



a relatív szórt fény átlagos mennyisége a nem-ápolat közeponti mintanegyzetekben még a hatodik évben is 30% körül volt (3.b ábra).

A lágszárú növényzet és a fásszárú újulat felverődése a kör alakú lékek kezdeti talajnedvesség-többletét is megszüntette, egyrészt a lehulló csapadék felfogása, másrészt a növényzet általi párologtatás révén. Hat évvel a beavatkozások után már csak az elnyújtott lékek rendelkeztek a zárterdeinél magasabb talajnedvesség-szinttel (3.c ábra).

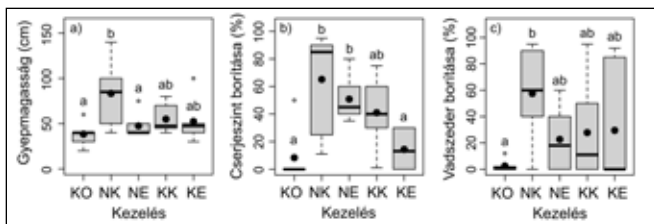
A léknyítások minden esetben a gipszint borításának növekedését eredményezték, a gipszint fajsza azonban csak átmeneti növekedést mutatott a nagy lékekben, ahol a második évben több egyéves, bolygatásjelző faj bukkant fel, majd tűnt el.

Az aljnövényzet fajösszetétele – léktípusonként eltérő módon – megváltozott a zárterdei kontrollhoz képest, ezáltal állomány-szinten a gipszint változatosabbá vált, de minden léktípus esetében elmondható volt, hogy a növényzet erdei jellege megőrződött.

A nagy kiterjedésű vágásterületekre jellemző gyom- vagy réti fajok (pl. siskanádtippán, aranyvessző fajok, mezei aszat), előretörése nem volt megfigyelhető, inkább a jobb fényviszonyok mellett elszaporodni képes, bolygatásjelző vagy nedvesséigényes erdei fajok váltak tömegesebbé.

A legnagyobb mértékű változást a nagy kezdeti fény- és talajnedvesség-többlettel rendelkező nagy, kör alakú lékek növényzete mutatta, ahol a gipszint magassága is szignifikánsan megnövekedett (4.a. ábra), valamint a – zömmel gyertyán alkotta – cserjeszint (4.b ábra) és a vadszeder borítása is a legnagyobb lett (4.c ábra).

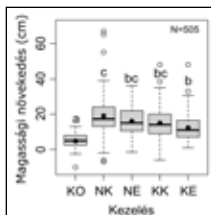
A nagy elnyújtott lékekben a füvek, sások átmeneti előretörése volt megfigyelhető, míg a kis lékekben az összborítás növekedését elsősorban a tölgy magoncok tömeges jelenléte okozta (Tinya et al., 2025).



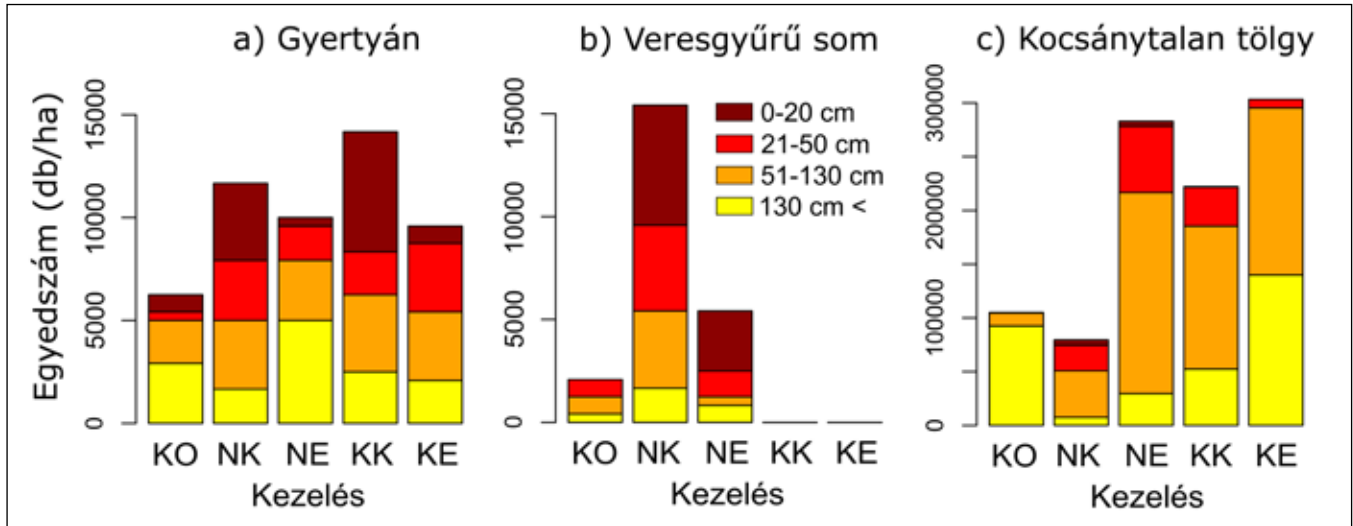
4. ábra (a) A gyepszint átlagos magassága, (b) a cserjeszint borítása és (c) a vadszeder borítása a különböző léktípusokban a léknyítást követő ötödik évben. Az oszlopok feletti eltérő betűk statisztikailag szignifikáns eltéréseket jelölnek az adott kezeléstípusok között. KO=kontroll, NK=nagy kör, NE=nagy elnyújtott, KK=kis kör, KE=kis elnyújtott lék

Felújulás a különböző léktípusokban

A tölgy újulat alakulását egyrészt a különböző lékekben kezdetben uralkodó mikroklimatikus viszonyok (fény, talajnedvesség), másrészt a környezeti tényezők hatására az egyes léktípusokban különböző mértékben előretörő erős versenyképességű, ún. kompetitor fajok határozták meg.



5. ábra Ápolat tölgycsemeték négyéves magassági növekedése a különböző léktípusokban. Az oszlopok feletti eltérő betűk statisztikailag szignifikáns eltéréseket jelölnek az adott kezeléstípusok között. KO=kontroll, NK=nagy kör, NE=nagy elnyújtott, KK=kis kör, KE=kis elnyújtott lék



6. ábra A fő versengő fászfűrészek ((a) gyertyán, (b) veresgyűrű som) és (c) a versengésnek kitett kocsánytalan tölgy újulat tőszámának alakulása a különböző léktípusokban, hat évvel a léknyitások után. Az adatokat lékenként egy darab 2×2 m-es mintanegyzet adatából szoroztuk fel db/bektárra. Az eltérő színek a különböző magassági kategóriákat jelentik: citromsárga: 0–20 cm, narancssárga: 21–50 cm, piros: 51–130 cm, bordó: 130 cm felett, de 5 cm-es mellmagassági átmérő alatt. KO=kontroll, NK=nagy kör, NE=nagy elnyújtott, KK=kis kör, KE=kis elnyújtott lék. A függőleges tengelyek skálázása a tölgy esetében eltérő!

Az egyedileg vizsgált, ápolt tölgycsemetéink növekedése jól tükrözi a lékek versengés nélküli környezeti viszonyait (5. ábra). Ezek a csemeték a kezdeti években magas fény- és talajnedvesség-többlettel rendelkező nagy, kör alakú lékekben fejlődtek a legjobban.

A nagy elnyújtott lékekben, ahol a kezdeti fény hasonlóan magas volt, de a talajnedvesség szintje alacsonyabb, valamint a kis, kör alakú lékekben, ahol a megvilágítottság ugyan alacsonyabb, de a kezdeti talajnedvesség-többlet a nagy kör alakú lékekéhez hasonló volt (Horváth et al., 2023a, b), a tölgycsemeték növekedése csak csekély mértékben maradt el a nagy, kör alakú lékekben mérttől.

A kezdeti környezeti viszonyok a kis elnyújtott lékekben voltak a legkedvezőtlenebbek (kis fény- és talajnedvesség-többlet), így az ápolt csemeték növekedése ebben a léktípusban volt a leglassabb – de még így is szignifikánsan intenzívebb volt, mint a zárt állományban.

Fontos megemlítenünk továbbá, hogy ápolás mellett a tölgycsemeték túlélési aránya minden léktípusban szignifikánsan magasabb volt, mint a zárt erdőben, léktípustól függetlenül. A csemeték túléléséhez és növekedéséhez az első néhány évben tehát a nagy, kör alakú lék nyújtja a legkedvezőbb mikroklimatikus körülményeket, de valójában minden léktípus, még a kis elnyújtott lék is elegendő fényt és nedvességet biztosít.

Változik azonban a kép, ha a versengési viszonyokat is figyelembe vesszük. A kedvező mikroklimatikus feltételek a tölgyvel versengő fajokat is segítik, ráadásul bizonyos fajok a tölgynél jobban ki tudják használni a megnövekedett forrásokat, és intenzívebben növekednek jó fény- és talajnedvesség-viszonyok között.

A vizsgálati területen – mint a legtöbb gyertyános-tölgyesben – a fő versenytársak a gyertyán, illetve a vadszedér voltak. Emellett – talán esetlegesebb módon – a hosszú-hegyi állományban a fászfűrészek közül a veresgyűrű som volt gyakori néhány mintapontban.

A som – amely csak egyes nagy lékekben és a kontroll területeken volt jelen – a jó megvilágítottságú nagy lékekben a zárterdei kontrollnál jóval nagyobb tőszámot ért el a hatodik évre (6.b ábra).

Ahogy fentebb láttuk, a szeder a nagy, kör alakú lékekben válik tömegessé, ahol a kezdeti fény- és talajnedvesség-viszonyok egyidejűleg kedvezőek (4.c ábra).

A gyertyán ezekkel ellentétben árnyéktűrő faj, amely a fényviszonyokra kevésbé érzékeny, viszont a megnövekedett talajnedvességre intenzíven reagál, így a legnagyobb tőszáma a kör alakú lékekben volt, illetve itt fordult elő a legtöbb nagyméretű (130 cm feletti) egyede (6.a ábra).

Mindezekből látható tehát, hogy a legnagyobb versengésnek a tölgy a nagy, kör alakú lékekben van kitéve. Ebben a léktípusban a sűrű gypszint és cserjeszint néhány év után nemcsak fizikailag nyomja el a tölgycsemetéket, hanem – ahogy fentebb láttuk – megszünteti a kezdeti fény- és talajnedvesség-többletet is. Így a hatodik évre a tölgy újulat tőszáma a nagy, kör alakú lékekben a zárterdei kontrollnál alacsonyabb szintre esik vissza a nem-ápolt mintanegyzetekben (6.c ábra). A többi léktípusban a tölgycsemeték egyedszáma ennél jóval magasabb marad, a legnagyobb egyedszám a legkisebb versengésnek kitett kis, elnyújtott lékekben jellemző.

Az is látszik ugyanakkor, hogy a tölgycsemeték növekedési erélye eltér a különböző léktípusokban. A 130 cm feletti méretkategóriát hat év alatt csak a nagy lékekben tudták elérni a csemeték, igen kis tőszámban (6.c ábra). Ezek közül a nagy, kör alakú lékekben a gyertyán újulat is igen erőteljes és magas volt (6.a ábra).

Az alacsonyabb talajnedvességű nagy elnyújtott lékekben ugyanakkor a gyertyán kevésbé volt sikeres, így itt – a jó megvilágítottságnak köszönhetően – a legmagasabb tölgycsemeték magassága meghaladta a legmagasabb gyertyán csemeték magasságát, a versengésben jelentős előnyt biztosítva a tölgy újulatnak. Ezekben a nagy elnyújtott lékekben az 51–130 cm-es tölgycsemeték is magas tőszámmal voltak jelen. A kis lékekben a csemeték növekedése a korlátozott fény mennyiség következtében lassabb, itt hat év után a legtöbb tölgycsemete még 50 cm-nél alacsonyabb volt.

Fontos előnye azonban a kis elnyújtott lékeknek, hogy ez az egyetlen léktípus, amelynek közepébe is jelentős mennyiségű makk hullik a léket szegélyező fákról. A kis, kör alakú lékek közepébe jóval kevesebb makk jut, míg a nagy lékek közepét gyakorlatilag nem éri el a behulló makkok.

Következtetések

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy gyertyános-tölgyesben a 300 m²-es vagy annál kisebb lékek nem alakítják át drasztikusan az erdő aljnövényzetét (Tinya et al., 2025).

A gyepszint tömegességének (borításának, magasságának) növekedése és bizonyos erdei fajok lokális előretörése révén fokozzák a növényzet összetételbeli és szerkezeti változatosságát. Ezáltal a korábban alkalmazott vágásos üzemmód miatt homogén, gyér aljnövényzettel rendelkező állományok szerkezete közelíthető a finom léptékű természetes bolygatások által uralt természetszerű erdők változatosabb szerkezetéhez (Valerio et al., 2021).

A növényzet struktúrájának változatosabbá válása révén a léknyitások számos más élőlénycsoport sokféleségének növekedését is maguk után vonhatják (de Groot et al., 2016), ahogy azt a Pilis Kísérlet pókfaunájának vizsgálata is igazolta (Samu et al., 2023).

Eredményeink azt mutatják, hogy a tölgy felújulása minden vizsgált léktípusban megindítható, de olyan állományokban, ahol a tölgy nála gyorsabban növő és árnyéktűrőbb fajokkal (gyertyánnal, másutt bükkal) él együtt, minden esetben számolni kell a versengő fajok visszaszorításának feladatával.

A lékek által nyújtott mikroklimatikus környezet, valamint a szükséges ápolás mértéke azonban léktípusonként eltérő. A legkedvezőbb mikroklimatikus feltételeket a nagy, kör alakú lékek nyújtják, viszont mivel ez az elnyomó fajoknak is előnyös, itt intenzív ápolásra van szükség (7.a ábra).

Néhány tölgycsemete, amelynek ápolás nélkül is sikerül túlnőnie a versengő fajokat, kimagasló növekedést mutat ebben a léktípusban, de ezek egyedszáma igen alacsony. Mivel a gyertyán a nedvesebb, kör alakú lékekben tömegesebb, ezért eredményeink alapján a versengést a legsikeresebben elnyújtott lékalak választásával lehet mérsékelni (7.b ábra).

Az elnyújtott lékek közül a kisebb lékekben nemcsak a talajnedvesség, de a megvilágítottság is alacsony, ami miatt a csemeték növekedése a kis elnyújtott lékekben lassabb, mint a többi léktípusban. Ugyanakkor itt a legkisebb a versengés, így ez a léktípus igényli a legkevesebb ápolást.

A vágásos üzemmóddal ellentétben örökzöld üzemmód esetén az erdőfelújulás fázisa nem jelent elkülönülő konkrét időszakot, hanem az érett fa kitermelése, az erdőnevelés és az erdő megújulásának szakaszai általában folyamatosan, egyidejűleg vannak jelen.

Hasonlóan az őserdőkben tapasztaltakhoz, a felújulás itt az állományszerkezet változásainak finom léptékű dinamikájából következik, ezért a tölgy újulat fejlődésének gyorsasága kevésbé lényeges, mint az, hogy mennyi ráfordítás szükséges ehhez. Így a kissé lassabb növekedés – egy javafa vágásértéte válásának több mint százéves időtávlata tekintve – gazdasági szempontból nem jelent problémát. Különösen, mivel a lassabb magassági növekedés együtt járhat a gyökérzet erőteljesebb fejlődésével, ami később hozzájárulhat az ilyen körülmények között fejlődő faegyedek nagyobb stabilitásához.

A kis elnyújtott lékek a felújítás rugalmasságát is növelik azáltal, hogy a behulló makkokból később is megindulhat a megújulás. A többi léktípusban ezzel szemben fontos kötöttség, hogy már meglévő újulatra vagy frissen hullott makkokra kell hogy történjen a léknyitás, és amennyiben ez az új generáció bármilyen okból elpusztul, pótlásukra utólag már csak rendkívül korlátozott mértékben jutnak el új makkok a lékek belső területeire.

Fontos megjegyeznünk azonban, hogy eredményeink csak a felújítás első hat évére vonatkoznak, és már ez idő alatt is láthatóvá vált, hogy a kisebb lékekben (elsősorban a kis elnyújtott lékekben) nemcsak lassabb a tölgycsemeték növekedése, de túlélési arányuk is romlani kezd néhány év után.

Számos kutatás igazolja, hogy a tölgycsemeték idővel fényigényesebbé válnak (von Lüpke, 1998; Annighöfer et al., 2015), tehát néhány év után szükség lehet a lékek tágítására. Feltételezésünk szerint eddigre a tölgycsemeték gyökérzete megerősödik, így a hatékonyabb vízfelvétel révén jobban ki tudják majd használni a többletfényt, és ezáltal intenzív növekedésre lehetnek képesek. Emellett az esetlegesen berobbanó elnyomó fajokkal szemben is versenyelőnyben lehetnek. (Ezt a kérdést szeretnénk tesztelni a kiterjesztett léktípusunk vizsgálatával.)

Egyes kutatások azt mutatják, hogy a tölgy hatékony felújításához (magas elegyarányának megtartásához) később 0,1–0,5, vagy akár 2 hektáros nyílt területekre is szükség lehet (Kohler et al., 2020), így nem zárható ki, hogy akár a vizsgált nagy (300 m²-es) lékek is idővel tágításra szorulnak.

Ugyanakkor számos vizsgálat bizonyította, hogy a nagy kiterjedésű vágásterületek nemcsak mikroklimatikus szempontból károsak, hanem az élőhely erdei jellegét is megszüntetik, ezáltal a biodiverzitás csökkenését eredményezve (Elek et al., 2018; Tinya et al., 2019; Brazner et al., 2024). Így



7. ábra (a) A nagy kör alakú lékekben az intenzíven fejlődő gyertyán újulat ápolás nélkül visszaszorítja a tölgyet. (b) Az elnyújtott lékekben azonban a kisebb kezdeti talajnedvesség-többlet miatt a gyertyán kevésbé robban be, így a tölgy újulat ápolás nélkül is szépen fejlődik. A képek a léknyitás utáni 6. évben készültek.



ökológiai szempontból mindenképpen javasoljuk tölgyesek örökerdő üzem módban történő kezelése esetén egy alacsonyabb tölgy-elegyarány, és nagyobb mértékű elegyesség elfogadását.

Az optimális tölgy-elegyarány 30–60% között képzelhető el (szárazabb termőhelyen a felső, üdebb helyeken az alsó határhoz közelítve), ami jól igazodik a természetközeli tölgyesek tölgy-elegyarány-viszonyaihoz (Bölöni et al., 2021). Az elegyfajok nagyobb arányú jelenléte egyéb szempontokból is kedvező: kutatások igazolják, hogy növeli az erdei biodiverzitást és az állomány által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások mértékét (Pukkala, 2016), emellett fokozza az állomány stabilitását, produktivitását (Coll et al., 2018; Zhang et al., 2012) és segíti a klímaváltozáshoz való alkalmazkodását (Brang et al., 2014).

A tölgy-domináns elegyes örökerdők gazdasági szempontból is versenyképesek lehetnek, mivel a vágásos üzem móddhoz képest alacsonyabb ápolási és erdőnevelési költségekkel járnak, a vadragást kivéve kisebb az abiotikus, illetve biotikus károsítások kockázata, valamint a megtermelt kiváló minőségű tölgy és elegyfa javafák magas áron értékesíthetők (Spiecker, 2006; Csépanyi és Csór, 2017).

Eredményeink ugyanakkor azt mutatják, hogy kevés elegyfát tartalmazó tölgyesekből kiindulva még a lékekben is lassú folyamat az elegyfajok megtelepedése, így az előforduló egyedek védelme és támogatása mind a lomb szintben, mind az újulatban kívánatos.

Fotó: Nagy Bálint/HUN-REN ÖK

Irodalom

Annighöfer, P., Beckschäfer, P., Vor, T., Ammer, C. (2015): Regeneration patterns of European oak species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L.) in dependence of environment and neighborhood. *PLoS ONE* 10(8): e0134935.

Bölöni, J., Aszalós, R., Frank, T., Ódor, P. (2021): Forest type matters: Global review about the structure of oak dominated old-growth temperate forests. *Forest Ecology and Management* 500: 119629.

Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J. B., et al. (2014): Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 87(4): 492–503.

Brazner, J., MacKinnon, F., Walker, J., Cameron, R., Crewe, T. (2024): The influence of clearcut harvesting on bird communities in an adjacent protected area in Nova Scotia: Implications for buffer implementation. *Forest Ecology and Management* 559: 121818.

Coll, L., Ameztegui, A., Collet, C., et al. (2018): Knowledge gaps about mixed forests: What do European forest managers want to know and what answers can science provide? *Forest Ecology and Management* 407: 106–115.

Csépanyi P. (2008): A tölgy és a folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok* 143(10): 294–297.

Csépanyi, P., Csór, A. (2017): Economic assessment of European beech and Turkey oak stands with close-to-nature forest management. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 13(1): 9–24.

de Groot, M., Eler, K., Flajsman, K., Grebenc, T., Marinsek, A., Kutnar, L. (2016): Differential short-term response of functional groups to a change in forest management in a temperate forest. *Forest Ecology and Management* 376: 256–264.

Elek, Z., Kovács, B., Aszalós, R., Boros, G., Samu, F., Tinya, F., Ódor, P. (2018): Taxon-specific responses to different forestry treatments in a temperate forest. *Scientific Reports* 8: 16990.

Horváth, Cs. V., Kovács, B., Tinya, F., Németh, Cs., Illés, G., Csépanyi, P., Ódor, P. (2023a): A lékalak és lékméret hatása az erdei mikroklimára: Beszámoló a Pilis Lék Kísérlet kezdeti eredményeiről. *Erdészeti Lapok* 158(10): 398–401.

Horváth, Cs. V., Kovács, B., Tinya, F., Locatelli, S. J., Németh, Cs., Crecco, L., Illés, G., Csépanyi, P., Ódor, P. (2023b): A matter of size and shape: Microclimatic changes induced by experimental gap openings in a sessile oak–hornbeam forest. *Science of the Total Environment* 873: 162302.

Köhler, M., Pyttel, P., Kuehne, C., Modrow, T., Bauhus, J. (2020): On the knowns and unknowns of natural regeneration of silviculturally managed sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) forests – a literature review. *Annals of Forest Science* 77(4): 101.

Ódor, P., Tinya, F., Kovács, B., et al. (2020): Különböző erdészeti beavatkozások termőhelyre, biodiverzitásra és felújulásra gyakorolt hatása gyertyános tölgyesekben. Beszámoló egy 5 éve indult erdőökológiai kísérlet eredményeiről. *Erdészeti Lapok* 155(1): 8–12.

Pukkala, T. (2016): Which type of forest management provides most ecosystem services? *Forest Ecosystems* 3: 9.

Samu, F., Elek, Z., Ruzicková, J., Botos, E., Kovács, B., Ódor, P. (2023): Can gap-cutting help to preserve forest spider communities? *Diversity-Basel* 15(2): 240.

Spiecker, H. (2006): Minority trees – a challenge for multi-purpose forestry. In: Diaci, J. (ed.): *Nature-based Forestry in Central Europe – Alternatives to Industrial Forestry and Strict Preservation*. University of Ljubljana, Ljubljana, pp. 47–59.

Tinya, F., Csépanyi, P., Horváth, Cs. V., Kovács, B., Németh, Cs., Ódor P. (2025): Fine-scale interventions can reinforce the forest character of the understory vegetation – the effects of different artificial gaps in an oak-dominated forest. *Forest Ecology and Management* 578: 122471.

Tinya, F., Kovács, B., Prättälä, A., Farkas, P., Aszalós, R., Ódor, P. (2019): Initial understory response to experimental silvicultural treatments in a temperate oak-dominated forest. *European Journal of Forest Research* 138(1): 65–77.

Valerio, M., Ibañez R., Gazol, A. (2021): The role of canopy cover dynamics over a decade of changes in the understory of an Atlantic beech-oak forest. *Forests* 13(5): 791.

von Lüpke, B. (1998): Silvicultural methods of oak regeneration with special respect to shade tolerant mixed species. *Forest Ecology and Management* 106(1): 19–26.

Zhang, Y., Chen, H. Y. H., Reich P. B. (2012): Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation: A global meta-analysis. *Journal of Ecology* 100(3): 742–749.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Pilisi Parkerdő Zrt. munkatársai, Farkas Viktor, Szenthe Gábor és Simon László segítségét! A kutatást az NKFI (K143270, FK145840, PD146325, RRF-2mj.3.1-21-2022-00006), az MTA Fenntartható Fejlődés és Technológiák Nemzeti Programja, valamint az Interreg VI-A Hungary-Slovakia Programme (HUSK/2302/1.2/168) támogatták. Tinya Flórát az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj Programja támogatta.