

# Különböző erdészeti beavatkozások hatása egy pilisi gyertyános-tölgyes aljnövényzetére

Horváth Csenge Veronika<sup>1</sup>, Dr. Ódor Péter<sup>2</sup>, Dr. Tinya Flóra<sup>3</sup>, Dr. Kovács Bence<sup>3</sup>

**Magyarország erdőterületeinek jelentős részén olyan erdőkezelési módokra van szükség, melyek egyidejűleg biztosítják az erdők védelmi és gazdasági funkcióinak betöltését. Jelenleg hazánkban a faanyagtermelést célzó erdőgazdálkodás döntően vágásos üzemmódban, gyakran fokozatos felújítógátas alkalmazásával történik. Az utóbbi évtizedben azonban stratégiai céljá vált a folyamatos erdőborítást fenntartó gazdálkodási módokra való áttérés, eleinte a szálaló, majd az örökerdő-üzemmódok keretében.**

Az örökerdő-gazdálkodásban megvalósított léknyítások célja a faanyagtermelés és az állomány természetes felújításának egyidejű biztosítása, az erdei biodiverzitás számára kulcsfontosságú sajátos erdei környezeti viszonyok állandóságának fenntartása mellett. Lékvágásokkal, a mérsékeltövi lombos erdők erdődinamikájában fontos szerepet betöltő kis térléptékű természetes bolygatásokhoz hasonlóan, állományi szinten is változatos koreloszlás, valamint vertikálisan és horizontálisan heterogén, és így a vágásos üzemmóddhoz képest természetközeli faállomány-szerkezetet alakítható ki.

Tölgy uralta erdeinkben azonban, köztük a jelentős területtel bíró hegy- és dombvidéki gyertyános-kocsánytalan tölgyesekben, a folyamatos erdőborítást fenntartó erdőgazdálkodás a tölgy csemeték fényigénye révén kihívásokkal állítja szembe a gazdálkodókat.

A különböző gazdálkodási módok összehasonlításában támpontot adhatnak azok az alkalmazott ökológiai kutatások, amelyek feltárják a különböző fahasználatok erdei környezetet, életközösségre és a fás szárú újulatra gyakorolt hatásait.

Az itt bemutatott vizsgálat egy olyan kutatás része, amellyel az erdőgazdálkodás faanyagtermelési és természetvédelmi céljainak egyidejű érvényesítéséhez szükséges beavatkozások kidolgozását szeretnénk segíteni.

## A projekt rövid bemutatása

Erdőökológiai kísérletünk célja különböző, egyrészt a vágásos üzemmóddhoz tartozó beavatkozások (kisméretű tarvágás, tarvágásban megtartott hagyásfacsoport, egyenletes bontógátás) és az örökerdő-üzemmód eszköztárához sorolható lékvágások ökológiai szempontú összehasonlítása.

A kísérletet a Pilisi Parkerdő Zrt.-vel együttműködésben az Ökológiai Kutatóközpont vezeti, egy gyertyános-kocsánytalan tölgyesben, Pilisszántó határában. A vizsgálat keretén belül a kísérleti fahasználatok erdei mikroklímára, talajjellemzőkre és az erdei életközösségre, többek között futóbogara-

kra, pókokra, kétszárnyúakra, valamint talajlakó televényfereg és ugróvillás közösségekre gyakorolt hatásait kutatjuk. Emellett vizsgáljuk az erdei aljnövényzet és a fás szárú újulat beavatkozásokra adott válaszát, valamint a kezelésekkal összefüggésben a fás szárú újulat regenerációját érintő vadhatást is.

A kísérlet általános céljait és eredményeit átfogóan tárgyaltuk az *Erdészeti Lapok* 2020. januári számában (Ódor et al. 2020). Az összefoglaló mellett eddigi eredményeink részletesen Sass et al. (2020) magyar nyelvű tanulmányában, Elek et al. (2018), Boros et al. (2019), Kovács et al. (2018 és 2020), és Tinya et al. (2019 és 2020) angol nyelvű közleményeiben, valamint a honlapunkon (<https://www.piliskiserlet.ecolres.hu/>) olvashatók.

Az e cikkben bemutatott részvizsgálat célja a Pilis Üzem-mód Kísérlet keretein belül a fahasználatok erdei aljnövényzetre gyakorolt rövid távú hatásainak térben részletes felbontású feltárása volt. Ehhez a beavatkozások utáni kezdeti években kapott növényzeti válaszokat, valamint az ezekben megfigyelhető trendeket elemeztük.

A cikk alapja a szerző XXXIV. OTDK Biológia Szekcióban I. helyezést elért tudományos diákköri dolgozata (Horváth 2018). A vizsgálat módszereinek teljes körű leírását és eredményeinek részletes megvitatását az Erdészettudományi Közleményekben közöljük (Horváth et al. 2021).

## Anyag és módszer

A gyertyános-kocsánytalan tölgyes állományban, ahol a Pilis Üzem-mód Kísérletet kialakítottuk, a faanyagtermelést célzó gazdálkodás korábban fokozatos felújítógátással valósult meg. Így az állomány szerkezetileg és korát tekintve is homogén, a beavatkozások időpontjában kb. 80 éves volt.

A kísérleti fahasználatokat 2015 telén, teljes blokk elrendezésben valósítottuk meg: öt kezeléstípust, összesen hat ismétlésben. Minden blokkban létrehoztunk egy vágásterületet (80 m átmérőjű kör, kb. 0,5 ha) tarvágással, azaz az összes fásszárú egyidejű eltávolításával, valamint minden vágásterületen belül megtartottunk egy érintetlen hagyásfacsoportot (20 m átmérőjű kör, kb. 10–12 faegyed).

Valamint minden blokkban kialakítottunk egy egyenletes bontógátással kezelt területet (80 m átmérőjű kör, kb. 0,5 ha) a felső lombkoronaszint faegyedeinek 30%-a és a teljes második lombkoronaszint kivágásával. Létrehoztunk továbbá blokkonként egy kör alakú, kb. egy fahossznyi léket (20 m átmérőjű kör, kb. 300 m<sup>2</sup>), ahol szintén eltávolítottuk az összes fás szárút. Emellett minden blokkban kijelöltünk egy beavatkozástól mentes kontrollterületet is (20 m átmérőjű kör, kb. 300 m<sup>2</sup>).

Az aljnövényzetben a kezelések között megjelenő finom térléptékű különbségek vizsgálatához kijelöltünk a kísérlet hat blokkjából négyben összesen 20 db, 20 m átmérőjű kör alakú mintaterületet, ezeken belül pedig a mintaterületet lefedő 2x2 m-es rácsháló rácspontjaiban 81 db mintavételi pontot (1. ábra).

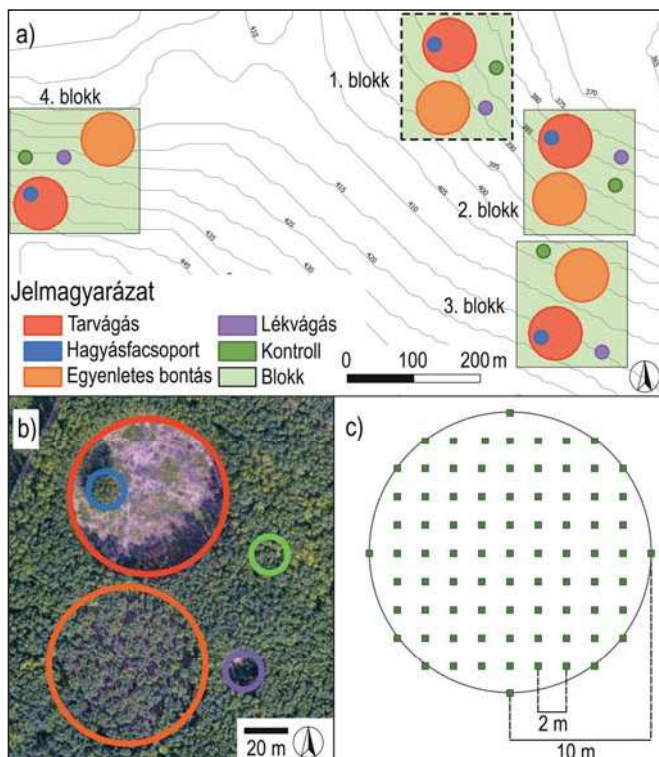
A mintavételi pontokban 0,5x0,5 m-es kvadrátokban rögzítettük az aljnövényzetet adó lágyszárú és 50 cm-nél ala-

<sup>1</sup> Az Erdészeti Lapok 2020-as cikkpályázatára készült kiemelt díjazott pályamű.

PhD hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem Biológia Doktori Iskola, tudományos segédmunkatárs, Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót

<sup>2</sup> tudományos tanácsadó, Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót

<sup>3</sup> tudományos munkatárs, Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót



1. ábra. a) A vizsgált blokkok elhelyezkedése a kísérleti területen. b) Drónfotó az 1. blokkról (2015 ©Tóth Viktor). c) Mintavételi elrendezés egy mintaterületen belül

csenyebb fás szárú egyedek fajonként becsült százalékos borítását. A növényzeti felvételezést először 2016-ban, a beavatkozások utáni második nyáron végeztük el (lásd *Tinya et al. 2019*), majd azonos módszertannal 2018-ban, a negyedik évben is megismételtük a vizsgálatot.

A növények terepi határozásánál és a fajok nevezéktanában a *Király (2009)* által szerkesztett *Új Magyar Fűvészkönyvet* használtuk. A kvadrátokban rögzített adatokból minden kvadrátra összegeztük az ott előforduló fajok számát, valamint a jelen lévő fajok százalékos borítás értékeit. A növényfajokat *Király (2009)* alapján életformatípusok szerint csoportosítottuk (egyéves, évelő fű- és sásféle, évelő lágyszárú, fásszárú), és a fajok százalékos borítás értékeit kvadrátonként az egyes életformatípusokra is összegeztük.

A kezelések fajszámra, borításra és a négy növényi életformatípusra külön-külön kifejtett hatását lineáris kevert modellekkel elemeztük, *Faraway et al. (2006)* alapján. Többváltozós ordinációs elemzéssel összevetettük a mintavételi területek fajösszetételét a kezelések között. Indikátorfaj-analízissel megvizsgáltuk, hogy az egyes kezelésekhez tartozó mintaterületekhez mely fajok mutatnak preferenciális kötődést. Az elemzések módszertanának részletes leírását *Borcard et al. (2011)* könyve tartalmazza. Az adatok elemzéséhez az R programcsomagot (R 3.4.3.) használtuk.

## Eredmények

A vizsgált beavatkozások aljnövényzet fajszámára és összegzett borítására gyakorolt hatásában az egyes fahasz-

nalatok térbeli léptéke és erélye volt döntő. Az aljnövényzet tömegességét a beavatkozásokkal kialakított fény- és talajnedvesség-viszonyok alapvetően meghatározták, ezeket pedig a lombzat megnyitásának mértéke közvetlenül befolyásolja (*Kovács et al. 2020; Tinya et al. 2019*).

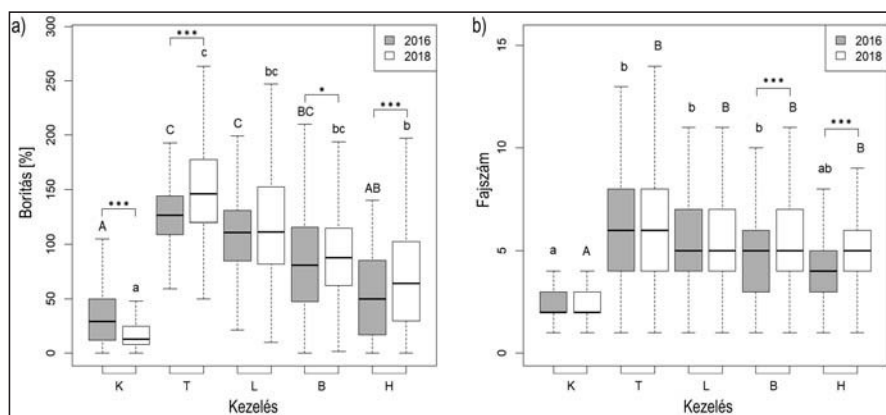
A kontrollhoz képest a legnagyobb eltéréseket a tarvágásokban tapasztaltuk, a legkisebbeket a hagyásfacsoportokban, a bontóvágások és a lékek pedig átmeneti eredményeket mutattak (2. ábra). Bár a lékekben a fajszám és a borítás is jelentősen megnőtt, a negyedik évre mindkét változó növekedése megállt. Ezzel szemben a másik három beavatkozásban a borítás, és a tarvágások kivételével a fajszám 2016 és 2018 között is tovább nőtt.

A különböző növényi életformatípusok közül az egyévesek esetében a tarvágásokban és a lékekben is kimutatható volt egy nagymértékű borításnövekedés a második évben, a negyedik évre azonban mindenhol visszaesett a fajok borítása (3.a ábra).

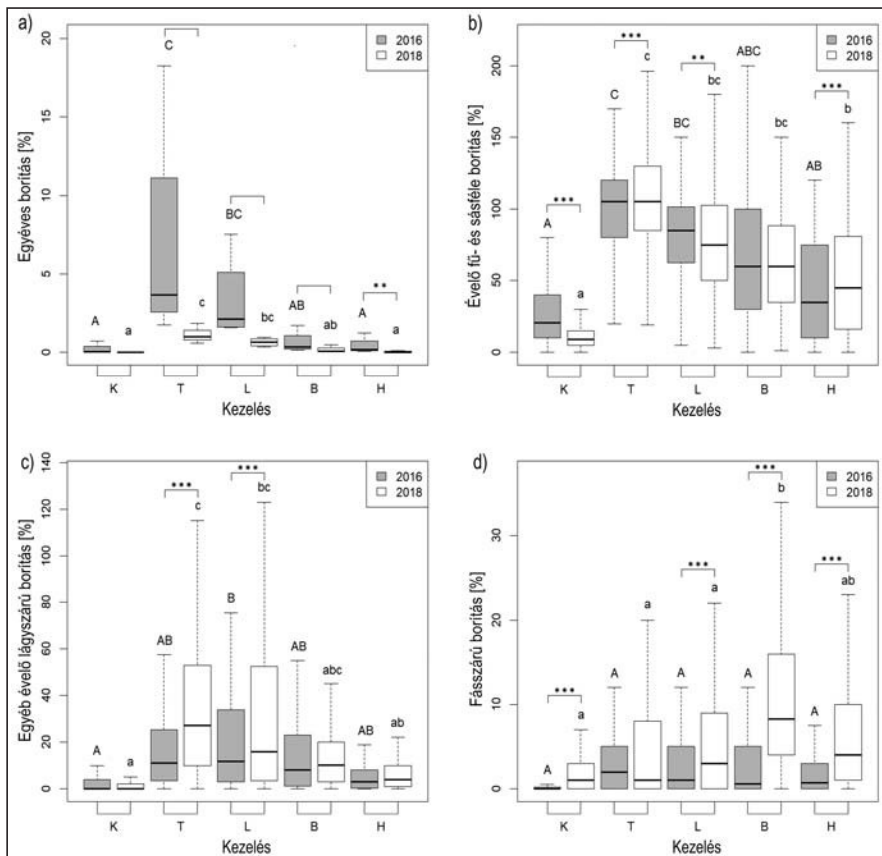
Az évelő fű- és sásféle borítása az összes fahasználat hatására megnövekedett, de a lékekben a második és a negyedik év között már csökkent, a hagyásfacsoportokban pedig csak a negyedik évre haladta meg szignifikánsan a kontrollt (3.b ábra).

Az egyéb évelő lágyszárúak borítása a második évben még csak a lékekben volt a kontrolltól számottevően magasabb, a negyedik évre azonban a tarvágásokban a kontrollhoz képest a lékeknél nagyobb borítástöbblet jelent meg a csoport esetében (3.c ábra). Ez összefügg a tarvágásokban az inváziós magas aranyvessző térnyerésével. Az 50 cm alatti fásszárúak borítása csak a negyedik évre, és kizárólag a bontóvágásokban vált a kontrollnál szignifikánsan nagyobbá. Ugyanakkor a lékekben, hagyásfacsoportokban és a kontrollban is növekedett a fásszárúak borítása a két vizsgált év között (3.d ábra).

Ordinációs elemzésekkel megvizsgálható, hogy a mintaterületek növényzeti összetétele milyen mértékben tér el egymástól, az elemzés során az összes faj jelenlétének és tömegességének figyelembevételével. Az ordinációs elemzések eredményei alapján a kezelések között az aljnövényzet fajösszetétele már két évvel a fahasználatok után jelentősen különbözővé vált (lásd *Horváth et al. 2021*). Ugyanakkor bár a kontrolltól mind a négy beavatkozás



2. ábra. A kezelésekre 2016-ban és 2018-ban jellemző a) összegzett borítás és b) fajszám. Vonallal jelöltük a középértéket (medián), téglalappal az adatok középső tartományát (interkvartilis terjedelem) és pálcikákkal a terjedelmet. Az eltérő betűk a kezelések között egy adott évben belül szignifikánsan eltérő csoportokat, a kettős betűk a csoportok közötti átfedéseket jelölik (2016 esetében nagybetűk, 2018 esetében kisbetűk). A csillagok az egyes kezeléseken belüli, évek közötti szignifikáns különbségeket mutatják. Kezelések: K = kontroll, T = tarvágás, L = lék, B = bontóvágás, H = hagyásfacsoport



3. ábra. A kezelésekre 2016-ban és 2018-ban életformátípusonként összegzett borítás: a) egyévesek, b) élő fű- és sásfélék, c) egyéb élő lágyszárúak és d) fás szárúak. Vonallal jelöltük a középértéket (medián), téglalappal az adatok középső tartományát (interkvartilis terjedelem) és pálcikákkal a terjedelmet. Az eltérő betűk a kezelések között egy adott éven belül szignifikánsan eltérő csoportokat, a kettős betűk a csoportok közötti átfedéseket jelölik (2016 esetében nagybetűk, 2018 esetében kisbetűk). A csillagok az egyes kezelésekben belüli, évek közötti szignifikáns különbségeket mutatják. Kezelések: K = kontroll, T = tarvágás, L = lék, B = bontóvágás, H = hagyásfacsoport

növényzete eltért, egymással még jelentős hasonlóságot mutattak. A negyedik évre a különbségek nemcsak a kontroll és a beavatkozások, de az egyes beavatkozások között is megnövekedtek. A kezelések a negyedik évre jobban szétváltak: a tarvágások aljnövényzetének összetétele ekkorra a bontóvágásokétól és hagyásfacsoportokétól elkülönült, míg a lékéké köztes, átmeneti jellegűt mutatott (4. ábra).

Az indikátorfaj-analízis eredményei (1. táblázat) alapján a második évben a lékekben főleg fény-és nedvességkedvelő erdei fajok voltak jellemzők (egyvirágú gyöngyperje, kánya harangvirág), míg a tarvágásokban a fennmaradásra képes fényflexibilis erdei növények (indás infű, erdei kutyatej, bükkös sás) mellett jellegzetesen nyílt területekhez és bolygatásokhoz kötődő fajok nyertek teret (pl. siska nádtippan, egyenyári seprence, kanadai betyárkóró, magas aranyvessző).

A negyedik évre a lékekben két további erdőkre jellemző faj jelent meg (gyepű bükköny, erdei hölgyepáfrány). A tarvágásokban továbbra is tipikusan fény-flexibilis erdei és jellemzően nem erdei növények voltak jellemzők, valamint a negyedik évre tömegessé és jellegzetessé vált a vágásterületeken a földi szeder is.

Az elemzés a negyedik évben a bontóvágásokra jellemző növényfajként mutatta ki a felső lombkoronaszintben domináns kocsánytalan tölgyet, melynek oka a kísérlet alatt bekövetkező makktermés hatására itt nagy tömegben megjelenő 50 cm alatti tölgy újulat volt.

### Következtetések

A vágásos erdőgazdálkodás végvágásának drasztikus hatásait a vágásterületeken megnövekedő fajszám, az itt jellemző fajok nem erdei jellege, az inváziós növények térnyerése, valamint az aljnövényzet borításának még a beavatkozások utáni negyedik évre is fennmaradó növekedése mutatják. A borítás növekedése itt a négy vizsgált funkciós csoport közül egyedül az 50 cm alatti fás szárú újulat esetében nem volt jellemző.

A felújítás és az állomány letermelésének időbeli elnyújtása, valamint a vágásterületen belül hagyásfacsoportok megtartása egyaránt hozzájárulnak az erdei környezet folytonosságának biztosításához, azonban a hatás mindkét esetben korlátozott. A fokozatos felújítóvágás végvágása során, bár a természetes mageredetű fás szárú újulat megléte biztosított, a vágásérett állomány teljes eltávolításával itt is a vágásterületekhez hasonló környezeti viszonyok kialakulása várható.

A hagyásfacsoportok eredményeink alapján eleinte fenntartják a kontrollhoz közeli állapotokat az aljnövényzetben. Korlátozott kiterjedésük miatt azonban egyre inkább érvényesül bennük a tarvágások hatása, így fajszámuk és fajösszetételük idővel elkezd elvezetni erdei jellegét.

Az erdőborítás folyamatosságának fenntartása mellett az újulat térnyerését

biztosítani célzó lékvágások növényzete a kontrollhoz képest jelentősen megváltozott: a fajösszetétel elvált a kontrolltól, megnövekedett a fajszám és a borítás. Ugyanakkor a környezet heterogenitása és viszonylagos állandósága révén a megnövekedett fajszámhoz tipikusan fény- és nedvességigényes erdei fajok járultak hozzá, ami természetvé-

1. táblázat. A kezelésekhez kötődő fajok a beavatkozások utáni második és negyedik évben

	2016	2018
Kontroll	Vesszős fagyal	Vesszős fagyal
Lék	Egyvirágú gyöngyperje	Egyvirágú gyöngyperje
	Kánya harangvirág	Gyepű bükköny
Tarvágás	Siska nádtippan	Erdei hölgyepáfrány
	Egyenyári seprence	Siska nádtippan
	Mezei aszat	Egyenyári seprence
	Erdei kutyatej	Mezei aszat
	Bükkös sás	Erdei kutyatej
	Indás infű	Bükkös sás
	Magas aranyvessző	Indás infű
	Kanadai betyárkóró	Földi szeder
	Közönséges orbáncfű	Erdei gyömbérgyökér
	Kis ezerjófű	
Borzas bükköny		
Erdei ebir		
Borítás		Kocsánytalan tölgy



4. ábra. Az 1-es blokk mintaterületeinek fényképe 2018 nyarán (a fahasználatok utáni negyedik év): a) kontroll, b) tarvágás, c) lék, d) bontás, e) hagyásfacsoport

delmi szempontból kedvezőnek tekinthető. A borítás növekedése pedig a negyedik évre kizárólag az 50 cm alatti faszárúak esetében maradt fenn.

A kísérlet keretében végzett további vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a kezelések közül a tölgycesmeték a lékekben és a tarvágásokban mutatják a legnagyobb mértékű növekedést (Tinya *et al.* 2020).

A lékvágások aljnövényzetre gyakorolt hatása, valamint ennek a tarvágásokkal, bontóvágásokkal és hagyásfacsoportokkal való összehasonlítása alapján arra következtünk, hogy a lékvágások hozzájárulnak a növényzet változatosságához, mindamelllett segítik megőrizni annak erdei jellegét, valamint a fás szárú újulat érvényre juttatásában is sikeresek.

Eredményeink alapján tehát a természetvédelem és a faanyagtermelést célzó erdőgazdálkodás szempontrendszerének egyidejű érvényesítéséhez a léknyitások gyertyános-tölgyesekben is célravezetők lehetnek.

A kutatás folytatása mellett a folyamatos erdőborítást fenntartó gazdálkodás hazai, tölgyes állományokra kiterjedő alkalmazásának kidolgozásában a lékméret, lékalkak és lékialakítás termőhelyre és erdei életközösségre gyakorolt hatásának vizsgálatát, valamint a léknyitások ökológiai hatásainak táji léptékű felmérését tartjuk fontosnak.

### Felhasznált irodalom

Borcard D. – Gillet F. – Legendre P. (2011) Numerical Ecology with R. (szerk. Gentleman, R. – Hornik, K. – Parmigiani, G. G.) Use R! Springer.

Boros G. – Kovács B. – Ódor P. (2019): Green tree retention enhances negative short-term effects of clear-cutting on enchytraeid assemblages in a temperate forest. *Applied Soil Ecology*. 136: 106–115.

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.

Faraway J. J. (2006): Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton.

Horváth Cs. V. (2018): Különböző erdészeti fahasználatok aljnövényzetre gyakorolt hatása a beavatkozások utáni negyedik évben. OTDK Dolgozat. ELTE TTK. Budapest.

Horváth Cs. V. – Tinya F. – Kovács B. – Ódor P. (2021): Különböző erdészeti beavatkozások hatása egy pilisi gyertyános-tölgyes aljnövényzetére. *Erdészettudományi Közlemények*. 11 (benyújtott kézirat).

Király G. (szerk.) (2009): Új Magyar Fűvészkönyv: Magyarország hajtásos növényei. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. Jósua-fő.

Kovács B. – Tinya F. – Guba E. – Németh Cs. – Sass V. – Bidló A. – Ódor P. (2018). The short-term effects of experimental forestry treatments on site conditions in an oak-hornbeam forest. *Forests*. 9, 406.

Kovács B. – Tinya F. – Németh Cs. – Ódor P. (2020): Unfolding the effects of different forestry treatments on microclimate in oak forests: results of a 4-year experiment. *Ecological Applications*. 30, 2: 1–17.

Ódor P. – Tinya F. – Kovács B. – Aszalós R. – Bidló A. – Boros G. – Csépanyi P. – Elek Z. – Farkas V. – Horváth Cs. V. – Németh Cs. – Soltész Z. – Samu F. – Simon L. – Szenthe G. – Tóth B. – Vadas Á. (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.

Sass V. – Ódor P. – Bidló A. (2020): Különböző erdészeti beavatkozások hatása egy gyertyános-tölgyes avartakarójára. *Erdészettudományi Közlemények*. 10(2): 69–82.

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.

Tinya F. – Kovács B. – Aszalós R. – Tóth B. – Csépanyi P. – Németh Cs. – Ódor P. (2020): Initial regeneration success of tree species after different forestry treatments in a sessile oak-hornbeam forest. *Forest Ecology and Management*. 459: 1–12.

A projekt honlapja: <https://www.piliskiserlet.ecolres.hu/> (Elérés: 2021.01.06.)

### Köszönetnyilvánítás

A projektet az Ökológiai Kutatóközpont és a Pilisi Parkerdő Zrt. együttműködésével valósítjuk meg. Köszönjük Csépanyi Péter, Farkas Viktor, Szenthe Gábor és Simon László támogatását! A kutatást az NKFI (K128441, PD134302), az EMMI (ÚNKP-19-3) és az MTA Kiválósági Együttműködési Program (Társadalmi jóllét ökológiai alapjai) támogatták. A terepmunkában köszönjük Németh Csaba, Horváthné Hadobás Olga, Konrád Krisztina, Hafenschner Viktória Priszcilla, Szabó Gyula, Vadas Ákos, Garamvölgyi Dániel és Gelniczky Blanka segítségét!