



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Vadgazdálkodási és
Természetvédelmi Intézet

**ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA
2023**

**A Peszéri-erdőben végzett fahasználati és erdőművelési munkák
hatása az inváziós fásszárú fajok lokális abundancia viszonyaira
The impact of certain silvicultural works on the invasive tree species in the
Peszéri forest**

Készítette: Tóth Attila, DQST24
Természetvédelmi mérnök
Nappali tagozat
Gödöllő

Témavezető: Dr. Malatinszky Ákos egyetemi docens, MATE
Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

Dr. Vadász Csaba Kiskunsági Nemzeti Park
őrszolgálati csoportvezető

**Szent István Campus Gödöllő
2021.**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	3
1.1 Bevezetés	3
1.1.1 Az inváziós fásszárú fajok hatása a biológiai sokféleségre.....	4
1.2 Célkitűzések.....	5
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1 Az invázió formái és lépései.....	6
2.2 Az inváziós fajok hatása az erdők diverzitására	7
2.3 A felmért inváziós fajok jellemzése	7
2.4 A dolgozatomban használt fogalmak	8
2.5. Az erdőművelési és fahasználati tevékenységek és az inváziós fajok kapcsolata.....	12
3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI	14
3.1 A vizsgálati terület jellemzése	14
3.1.1 A vizsgálati terület vegetációjának jellemzése	15
3.2 Terepi adatgyűjtés módszertana	16
3.2.1 A bálványfa tömegességi viszonyainak vizsgálata során végzett adatgyűjtés	16
3.2.2 A mesterséges felújításokban végzett adatgyűjtés	19
3.2.3 A sarjztatott állományokban végzett adatgyűjtés	21
3.3 Az adatok elemzésének módszerei	21
4. Eredmények és értékelésük	23
4.1 A kiscsoportos töelválasztás hatása a bálványfa finomléptékű, lokális tömegességi viszonyaira.....	23
4.2 A szálalás hatása a bálványfa finomléptékű lokális tömegességi viszonyaira	25
4.3 A mesterséges és a sarjztatott erdőfelújításban található inváziós fásszárú fajok tömegességi viszonyainak összehasonlítása	29
4.4 A mesterséges felújítások területén elvégzett erdőművelési munkák hatása a lokális tömegességi viszonyokra és a finomléptékű térbeli eloszlásokra.....	32
4.5 A hagyásfák hatása a vizsgált öt inváziós faj lokális tömegességi viszonyaira és megjelenési formájára a mesterséges felújításokban.....	33
5. Következtetések és javaslatok	35
5.1 Javaslatok.....	39
6. Összefoglalás.....	40
7. Köszönetnyilvánítás	42
8. Irodalomjegyzék.....	43
9. Mellékletek.....	46

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1 Bevezetés

A gyakorlati természetvédelem számára az egész világon kihívás az új inváziós fajok megtelepedése, amelyek között számos fásszárú faj is megtalálható. A vizsgált fajok megtelepedésének az egyik oka a tudatos telepítés, amelyet a vizsgálati területem környékén is gyakoroltak (Ónodi 2016).

Az alföldi homokfásítás a trianoni döntés előtt is az erdész szakma egy kiemelt programja volt, de igazán nagy lendületet csak az 1920-1930-as évektől kapott. A csemetéket az állam alacsony áron, esetenként ingyen biztosította az erdészeteknek. Ennek keretében a gyorsan növvő, jelenleg inváziósnak tartott fajok, gyors növekedési erélyük miatt, a tervgazdálkodásban is fontos szerepet kaptak. A káros hatásokat a gyakorlati tapasztalatok alapján a fehér akácnál (*Robinia pseudoacacia*), a mirigyes bálványfánál (*Ailanthus altissima*), a nyugati ostorfánál (*Celtis occidentalis*), a kései meggynél (*Padus serotina*) és a zöld juharnál (*Acer negundo*) az üzemi alkalmazás elérése után vették csak észre, előzetes termőhelyspecifikus hatásbecslés nem készült az esetek többségében (Korda 2019).

Az inváziós fajok megjelenésének valószínűségét egyes biotikus és abiotikus stressz események (természetes diszturbanciák, antropogén perturbanciák) növelhetik, ilyen esemény lehet egy idős faegyed pusztulását követő záródásviszony-változás vagy talajművelésből származó talajbolygatás. A bolygatási rezsim számos módon elősegítheti az inváziós fajok terjedését, pl. új szabad növényteret, vagy a meglévő növényterben vegetáló egyednek pluszforrásokat biztosítanak, esetleg csökkenthetik a konkurens egyedek számát. Az említett példák a legnagyobb mennyiségben az erdő művelési ágú területeken jelentkeznek, amelyek közül az inváziós fásszárú fajokkal leginkább sújtott területek az egykoron túlnyomó mértékben tájidegen fajokkal erdősített alföldi, azon belül is a homokhátsági termőhelyek. Az erdőművelési és fahasználati munkák, kezdve a talajelőkészítéssel, az ápolási és tisztítási munkákon keresztül a gyérítésekig, változó mértékű és módú zavarással járnak, amelyek más-más inváziós fajnak jelentenek lehetőséget a tömeges megjelenésre. A fahasználati munkák egy része a fajok tömegességi viszonyaira neutrálisnak tekinthető, amennyiben azok a vágástértől távol kiépített területeken történnek, de a vágástéri fahasználat a döntéstől a közelítéseken keresztül a választékok készítéséig a talajra jutó fény mennyiségét, a talajfelszín borítottságát és bolygatottságát is módosítja az elegyarány szabályozása mellett, ezzel újabb lehetőséget adva az inváziós fajoknak (Szép és mtsai 2011).

A Kunpeszér melletti Peszéri-erdőben inváziós jelleget mutató idegenhonos fásszárú fajokat, természetes és mesterséges felújításokban vizsgáltam, elemezve a fahasználati és erdőművelési munkák hatását e fajok tömegességi viszonyaira. A vizsgált fajok közül a fehér akácot az 1710-1720-as években hozták be Magyarországra, elsősorban parkfaként alkalmazták, tömeges erdészeti hasznosítására 1865-1895 között került sor. A mirigyes bálványfa, a vélt vagy valós kedvező tulajdonságai ellenére, az agresszív területfoglalása és az allelopatikus hatása következtében intenzív élőhelyátalakító hatással bír, ezért a természetvédelem szempontjából negatív megítélésű faj. A kései meggy első hazai leírása 1897-ben történt meg, az ERTI gödöllői telephelyén 1934-1949 közötti herbáriumi lapokban is megjelent. A nyugati ostorfa, az erdősítések mellett, a városfásítás meghatározó fajává nőtte ki magát, mivel a szennyezett levegőt és az utak sózását is jól tűri. Utóbbi két faj magját a madarak szívesen fogyasztják, és ennek köszönhetően igen nagy távolságokra is képesek elszállítani. A zöld juhar első hazai észlelésének időpontja 1872-ből származik, azóta az ártértől a homokhátságig megtalálható, a záródott homogén zöldjuharos aljnövényzete a mirigyes bálványfához hasonlóan nudum (Csiszár 2012).

1.1.1 Az inváziós fásszárú fajok hatása a biológiai sokféleségre

A földhasználat-váltás, a klímaváltozás, a környezetszennyezés, és a természeti erőforrások túlhasznosítása mellett az inváziós fajok is szerepelnek az IPBES azon listáján, amelyben az általános biodiverzitás-változást befolyásoló fő tényezőket sorolták fel (http1). Az inváziós fajok olyan változásokat indítanak el a megtelepedésükkel, amelyek az ott jellemző ökoszisztémát képező őshonos fajok életlehetőségeivel nem egyeztethetők össze. Az agresszív területfoglalással kiszorítják az őshonos fajok állományait, csökkentve a terület biodiverzitását, és növelve a fragmentáló hatást. A genetikailag egymáshoz közel álló fajok esetében hibridizáció is előfordulhat, amelynek következtében csökken a genotípusos és fenotípusos változatosság. Utóbbira jó példa – bár nem mutatnak inváziós jelleget és a faj alatti kategóriába tartoznak – a nemesnyár-hibridek (*Populus* × *euramericana*) és az őshonos fekete nyár (*P. nigra*) kereszteződéséből létrejött hibrid egyedek. Bizonyos esetekben a két szülőfaj morfológiai sajátosságai keverten jelenhetnek meg (Barta T. és mtsai 2004).

A zárt erdőben a fajösszetételben bekövetkezett változások hatására megváltoznak a záródási viszonyok, és ennek következtében a talajra jutó fény mennyisége. A bekövetkező változások nemcsak az edényes növényfajokra, de a gombák és zuzmók életközösségeire is negatív hatást gyakorolnak, faj- és egyedszámuk csökkenését okozva (Bordács Sándor, Bach I., Pintér B. 2019, Chapin és mtsai 2000, Czékus 2018, Ódor 2015.).

A fent említett fajok, a kései meggy kivételével, már az 1998 márciusában megtartott *Agresszív adventív növényfajok és a természetvédelem* című szakmai találkozón létrehozott adventív fajok listáján is szerepeltek (Korda 2019).

A tavaszi félévben a féléves szakmai gyakorlatomat a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság működési területén a Kunpeszér melletti Peszéri Erdei Oktatóközpontban töltöttem. A Kiss Ferenc Erdészeti Szakgimnáziumban töltött éveim alatt felfigyeltem az inváziós fásszárúakkal kapcsolatos erdészeti és természetvédelmi problémákra, ezért szerettem volna az erdészeti tapasztalataimat kamatoztatni és kibővíteni, Magyarország egyik legjobb állapotban megmaradt alföldi erdejében.

1.2 Célkitűzések

Arra kerestem a választ, hogy az elvégzett erdőművelési és fahasználati beavatkozások után az inváziós fásszárú fajok milyen tömegességi viszonyokkal jellemezhető módon fordulnak elő az erdőállományokban.

A megválaszolni kívánt kérdések a következők voltak:

Az előzetes vegyszeres előlés nélkül végzett kiscsoportos tűelválasztás hogyan hat a mirigyes bálványfa finomléptékű, lokális tömegességi viszonyaira zárt állományban a Peszéri-erdőben? Az egy egyed léptékű (szálalással megvalósuló) tűelválasztás hogyan hat a mirigyes bálványfa finomléptékű lokális tömegességi viszonyaira a Peszéri-erdőben?

A teljes talajelőkészítést követően elvégzett mesterséges, illetve a sarjztatással elvégzett természetes erdőfelújításokban milyen lokális tömegességi viszonyok a jellemzőek a fehér akác, a mirigyes bálványfa, a kései meggy, a nyugtai ostorfa, és a zöld juhar esetében a Peszéri-erdőben?

A mesterséges felújításokban elvégzett erdőművelési munkák milyen hatást gyakorolnak a fehér akác, a mirigyes bálványfa, a kései meggy, a nyugati ostorfa, és a zöld juhar lokális tömegességi viszonyaira, és milyen finomléptékű térbeli eloszlás jellemzi az erdőrészen belül ezeket a fajokat a Peszéri-erdőben?

A Peszéri-erdőben elvégzett mesterséges felújítások esetében a hagyásfák milyen hatást gyakorolnak az említett 5 inváziós faj finomléptékű, lokális tömegességi viszonyaira és megjelenési formájára?

Dolgozatommal az alföldi erdők védelméhez kívántam hozzájárulni oly módon, hogy objektíven vizsgáltam az erdőgazdálkodási munkák és az inváziós fajok tömegességének kapcsolatát.

2. Szakirodalmi áttekintés

Inváziós fajnak tekinthető az a faj, amely az ember által betelepített, behurcolt vagy önmagától betelepült az élőhelyre és ott a tág tűrőképességével, gyors szaporodásával és terjedésével az eredeti élőhelyet átalakítja, fajösszetételét módosítja, ökológiai ellenálló-képességét csökkenti, amelyen keresztül gazdasági és biológiai értékét csökkenti. Ahhoz, hogy egy faj invázióssá váljon, a belső biológiai tényezők (tág tűrőképesség, erős szaporodási képesség) mellett szükség van külső ökológiai tényezők meglétére is (kiaknázatlan források vagy új terjedési útvonalak kihasználása). A kiaknázatlan források lehetnek dinamikus megjelenő környezeti tényezők, mint a természetes vagy mesterségesen létrehozott lécek a záródott erdőállományban, vagy statikus, illetve emberi léptékkal csak kismértékben változó környezeti tényező, mint a talajfejlődés. Ha az inváziós fajok gyorsabban képesek alkalmazkodni egy környezeti tényező megváltozásához, az őshonos fajokat képesek kiszorítani (Korda 2019).

Az összes behurcolt faj és egyed nem képes az új élőhelyeken túlélni, ezt az úgynevezett tízek szabálya (tens rules) írja le. A szabály azt mondja ki, hogy a behurcolással megjelenő fajok közel 10 %-a képes megtelepedni, ezek 10%-a képes szaporodni és e fajok közel 10 %-a képes a megtelepedést követően invázióra. Abban az esetben, ha az „új” faj nem rendelkezik valamelyik tényezővel, és populációja nem ér el egy kritikus szintet, nem nevezhetjük inváziósnak. Példa erre a nyugat felől, saját terjedőképességét és ökológiai folyosókat kihasználó tölgyfa pávaszem (*Antheraea yamamai*), amely 1950-es években történt első észlelése óta nem ért el inváziós populációméreteket. A hasonló fajok a hazai ökológiai rendszerek részévé képesek válni, és nem borítják fel azokat (Varga 2017, [http2](#)).

2.1 Az invázió formái és lépései

Az inváziós fajoknak első lépésben le kell küzdeniük a földrajzi barrierákat, amely megtörténhet emberi segítséggel vagy nélküle. Utóbbira jó példa az aranyakál (*Canis aureus*), amelynél tudatos emberi betelepítés vagy behurcolás nem történt (Kurys és mtsai 2015). A földrajzi barrier emberi segítséggel történő leküzdése jóval gyakoribb, és általában gyorsabban válik problémává, mint a természetes vagy féltermészetes úton történő terjedés. Az ilyen módon megjelent fajok a behurcolt, idegen vagy jövevény (*introduced alien, exotic, adventive species*) elnevezést kapják. Az első egyed megjelenésétől az önfenntartó populáció kialakulásáig terjedő folyamatot meghonosodásnak, az ezt elérő fajokat meghonosodott fajoknak nevezzük. A meghonosodott állapot eléréséhez generatív és vegetatív szaporodást egyaránt felhasználó fajok

nagyobb valószínűséggel lesznek invázióssá, mint a csak egyik vagy másik módon szaporodók. Kezdetben a vegetatív (klonális) szaporodási képességet kihasználva rövidtávon képesek jól terjedni, ezzel területet foglalni. A már elfoglalt területekről kiindulva a generatív szaporodásnak köszönhetően nagyobb távolságokat képesek megtenni, valamint a palacknyak hatást is képesek elkerülni az új populációk létrejöttékor a csak vegetatívan szaporodó fajokkal ellentétben. Abban az esetben, ha a generatív szaporítóképlet nem képes nagy távolságot megtenni szél- vagy vízterjesztéssel, akkor is van esélye az ember általi széthordásnak köszönhetően (pl. fehér akác). Sokáig élt az a mára már megcáfolt meghatározás, hogy leginkább a speciális megporzást nem igénylő vagy önbeporzást végző fajok válhatnak sikeres invázióssá. Önmegporzás esetén a kezdeti gyors populációnövekedés ellenére a faj hátrányt szenvedhet a genetikai sodródás következtében (Varga 2017).

2.2 Az inváziós fajok hatása az erdők diverzitására

Az erdőkben megjelenő inváziós fajok drasztikusan megváltoztathatják az élőhely ökológiai tulajdonságait, amelyben a pozitív hatások alul-, míg a negatívak felülreprezentáltak. Pozitív hatás lehet a növények esetében a talajdegradáció lassítása vagy megállítása, vagy az egyedek felhasználása nyersanyagként a helyi közösségekben. E gazdasági szempontból pozitív hatásaik és tág tűrőképességük miatt alkalmazták e fajokat az Alföldfásítási programban. E pozitív tulajdonságuk ellenére a globális éghajlatváltozással azonos szintű problémaként említik az inváziókat (Haysom és Murphy 2004, [http1](http://)).

Az erdőkben megjelenő inváziós fajok az erdő térbeli struktúráit károsítják, melynek következtében az erdő ökoszisztéma szolgáltatásainak kvantitatív és kvalitatív jellegét csökkentik, illetve elérhetőségüket megnehezítik. A strukturális diverzitás átalakításához a gyors növekedésük, nagy mennyiségű propagulumuk, és alacsony vagy közepes árnyéktűrő képességük miatt képesek, hasonlóképpen a pionír fajokhoz (Dodet és Collet 2012). A záródási viszonyokat képesek megváltoztatni. Lassabb korhadásuk miatt a holtfát lebontó élőlényekben, valamint a herbivórokban tesznek károkat a szerveikben felhalmozott keserű és mérgező anyagok; vagy nem fogyasztják őket, felborítva ezzel a táplálékláncot. Allelopatikus anyagaik segítségével gátolják az őshonos fajok csírázását és növekedését, valamint egyes fajok képesek nitrogént felhalmozni a talajban, amely segíti a növekedésüket, és ezzel egy időben abiotikus stresszt okoz az őshonos fajoknak (Haysom és Murphy 2004, Ónodi 2016, Zhe 2015)

2.3 A felmért inváziós fajok jellemzése

A dolgozatomban vizsgált fajok a Peszéri-erdő közel összes erdőrészletében jelen vannak, melyek többségében a nagy tömegesség jellemző. A felsorolt fajok közül, a KEFAG Zrt. a fehér akácot nagy mennyiségben értékesíti (http 3). A Felsorolt fajok mindegyike rendelkezik allelopatikus hatással, melynek köszönhetően, a környezetében található egyéb növények csírázását és növekedését képes gátolni (Csiszár 2012).

1. táblázat A vizsgált inváziós növényfajok jellemzése (források: Botta-Dukát és Mihály 2006, Demeter és Czóbel 2016, Gencsi és Vancsura 2002, Juhász 2012, Molnár és Varga 2009, Udvardy 2004, Zhe B. 2015):

Név	Származása	Előfordulása	Megjelenése
Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	Észak-Amerika K-i felén őshonos	1710 körül jelent meg hazánkban, alföldi homokfásításban használták, de megtalálható a dombvidékeken is.	Szórt rügyállású. Levele páratlanul szárnyaltan összetett. Virágzata 12-25 cm hosszú fürt. Termése lapos hüvelytermés, a magok rendkívül vastag magköpennnyel rendelkeznek, melynek köszönhetően akár 30-40 évig is csíráképesek. Gyors növekedésű, gyökérszaggasztás hatására nagyon jól sarjad.
Nyugati osterfa (<i>Celtis occidentalis</i>)	Észak-Amerikában őshonos	A homokfásításokban használták, jól tűri a szárazabb termőhelyeket. Nagy mennyiségben megtalálható ültetett fenyvesek alatt.	Rügyei szórt állásúak. Levele fűrészszélű, a levélváll enyhén aszimmetrikus. Termése csonthéjas, madarak és kisemlősök előszeretettel fogyasztják, és ezzel terjesztik. Akár 25 méteres magasságot is elér, könnyen felismerhető idős korában a látványos parafákra. A gyökér növekedése erőteljes, a gyökfő a mag eredetű egyedeknél hajlott.
Mirigyes bálványfa (<i>Ailanthus altissima</i>)	Ázsia K-i részéről származik	Díszfaként ültették, hazánkba a 19. századba hozták be.	Szórt rügyállású. Levele páratlanul szárnyasan összetett, 50-60 cm hosszú, de sarjain ennél hosszabb is lehet. Termése lependék, melyet a szél képes nagy távolságba eljuttatni. Összefüggő sarjtelepeket képezhet, melynek aljnövényzetében egyeduralkodóvá válhat.
Zöld juhar (<i>Acer negundo</i>)	Észak-Amerika K-i felén őshonos	Az ártereken fordul elő nagy mennyiségben, de az Alföld szárazabb homokhátaiban is találkozhatunk vele.	Keresztben átellenes rügyállású. Levele páratlanul szárnyasan összetett, termése lependék, melyet a szél terjeszt. A sarjak növekedési ereje nagy, de ritkán haladja meg a 15 méteres magasságot. Az ártereken az egyik legveszélyesebb inváziós fafaj.
Kései meggy (<i>Padus serotina</i>)	Észak-Amerikából származik	Hazánkban a homokterületeken jelenik meg.	Rügyei szórtan állnak. Megnyúlt tojásdad vagy lándzsás leveleinek széle finoman fűrészszélű. Virágzata hosszúkás fürt. Termése nyár végén, ősz elején érik, csonthéjas, a madarak terjesztik. Gyakran nem nő fává, nagyobb bokorként jelenhet meg az erdőben. Újulata sűrű, a talajt erősen árnyékolja.

2.4 A dolgozatomban használt fogalmak

A dolgozatomban az erdőgazdálkodással kapcsolatban az alábbi fogalmakat és rövidítéseket használtam. Az egyértelmű értelmezés érdekében röviden definiálom őket.

Erdőgazdálkodási fogalmak (forrás: http5, 6):

- Erdőfelújítás: Az a folyamat, melynek során az erdő művelési ágba tartozó területen mesterséges vagy természetes módszerekkel újra erdőt hozunk létre.
- Erdőművelési munka: A talajelőkészítéstől, az utolsó gyéritésig bezárólag az összes olyan tevékenység, amely az erdőgazdasági értékének növelése érdekében történik.
- Erdősztyepp és erdősztyepp klíma: Átmenetet képez a zárt erdő és a sztyeppi klíma között. Egyéb tulajdonságai az alacsony csapadékösszeg, évi 550-600 mm és a magas átlaghőmérséklet 10,5 C° (Patócskai és mtsai 2001).
- Erdőtelepítés: Az a folyamat, melynek során előzetesen nem erdő művelési ágba tartozó, vagy olyan területen, amely legalább 10 éve nem volt felújítva, erdőt hozunk létre.
- Fafajcsere: Az erdőterület letermelését követően a felújítást más fafajjal végzik el.
- Fahasználat: A döntővágástól a mozgatáson át az alapanyag-előállításig végzett folyamat.
- Forgó: Az az általában vonalas, ritkán foltszerű felszín, amelyen az erdőművelési munkák során a művelő eszköz és az erőgép több alkalommal, azonos útvonalon áthalad.
- Gallyazás: A töelválasztáson átesett fekvő faegyed ágainak motorfűrészszel vagy gallyazó fejszével történő eltávolítása.
- Hagyásfa: A véghasználat során néhány egyed kitermelése nem történik meg, az egyedek a felújítást követően az új erdőállomány részeként maradnak fenn.
- Hazai nyárok: Összefoglaló név a fehér, a fekete, és a rezgő nyár fajokra és a szürke nyár hibridre.
- Injektálás / kapszulázás / fúrás–injektálás: A fafajok, elsősorban az inváziós fajok irtására szolgáló vegyszeres kezelés. A művelet során, a fa törzsén lyukakat fúrnak, és megtöltik valamilyen gyomirtó szerrel.
- Kéregsebzés / kenés / ecsetelés: A fafajok, elsősorban az inváziós fajok irtására szolgáló vegyszeres kezelés. A fa kérgét kés segítségével megsértik, majd gyomirtó szerrel a sebzési felületet lekenik.
- Közelítés: Technológiai anyagmozgatás, a döntés helye és a választékolási helyközötti anyagmozgatás.
- Lencse alakú folt: A talajelőkészítés során, a hagyásfák kikerülése közben, elnyújtott csepp vagy lencse alakú műveletlen talajfelszín marad hátra.
- Mellmagassági átmérő: A talajtól, a fa hossz tengelyével párhuzamosan, a talaj és a törzs találkozásától, 130 cm-es magasságban mért törzs átmérő.

- Mesterséges felújítás: A kitermelt erdőállomány mesterséges módszerekkel történő felújítása, általában idegen eredetű szaporítóanyaggal.
- Mesterséges ültetési anyag: A csemetekertben megtermelt csemete, vagy a vetőmag/makk.
- Mélyforgatás: A teljes talajelőkészítés része. A talajt mélyen, általában 50-70 cm mélységben felszántják.
- Részterület (jelen kutatás esetében): A mesterséges felújításon átesett erdőrészekben található, művelésében, növényi fajösszetételében, vagy elhelyezkedésében jellegzetességeket mutató, vonalas vagy foltszerű művelésen átesett terület.
- Sor: Az a vonalas létesítmény, melynek nyomvonalán helyezkednek el az ültetési anyagok és később a fák.
- Sorköz: Kettő sor között található vonalas létesítmény, melyben nem kívánatosak a faegyedek.
- Szegély (jelen kutatás esetében): Az a változó szélességű, az erdőrésztet gyűrűszerűen körülvevő, talajelőkészítésen átesett terület, amely nem tartozik a forgó művelésű részterületbe, felszínén sűrű gyomvegetáció található. Átmeneti zóna a szomszédos erdőrészlet felé.
- Tarvágás: A teljes erdőrésztet (tarvágás) vagy csak kis részét (mikrotarvágás) érintő fahasználati munka, melynek során a vágásérett állomány egyedeit egy menetben távolítják el a területről.
- Teljes talajelőkészítés: Az erdő talaját szántással, gyökérfésüléssel és tárcsázással alkalmassá teszik a mesterséges ültetési anyag elültetésére.
- Termőhelytípus változat: Egy 5 elemből álló (klíma, hidrológiai kategória, genetikai talajtípus, termőréteg vastagság, fizikai talajféleség) erdészeti termőhely osztályozási rendszer.
- Tisztítás: A 20 évnél fiatalabb erdőállományokban, az úgynevezett fiatalosokban a törzseket egészségi állapotuk, elegyarány és törzsminőség figyelembevételével osztályozzák és távolítják el a kevésbé értékes egyedeket.
- Újulat: Az erdőállomány alatt, vagy helyén létrejövő vegetatív vagy generatív eredetű facsemeték.
- Vágáslap: A törzs hossz tengelyére merőleges vágás, mellyel a fahasználat kezdődik.

Erdészeti rövidítések: (forrás: [http5,6](http://5,6))

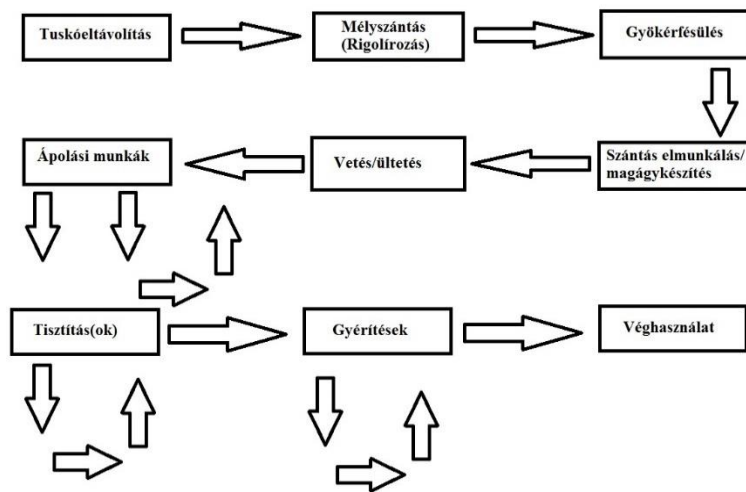
- A: Fehér akác

- BL: Mirigyes bálványfa
- $D_{1,3}$ = mellmagassági átmérő
- ESZTY: Erdőssztyepp erdészeti klímakategória
- HAFA: Hagyásfa
- Hny: Hazai nyár
- Km: Kései megy
- KST: Kocsányos tölgy
- M: Mag eredetű
- MEST: Mesterséges felújítás
- NyO: Nyugati ostorfa
- SZET: Szabad erdőterület
- TFSARJ: Sarjaztatással történő természetes felújítás
- TF SMK: Természetes felújítás mesterséges kiegészítéssel
- TI: Tisztítás
- TRV: Tarvágás
- TVFLEN: Többletvívhatástól független
- VET: Vadkizárt erdőterület
- ZJ: zöld juhar

Egyéb fogalmak (forrás: <http5,6>):

- Egyed (jelen kutatás esetében): Az a mag vagy sarj eredetű növény, amely a talaj felszínéből kiemelkedik, és legalább egy képlete él.
- Exóta: Általában más kontinensről, vagy klímaövből behozott, nem őshonos termesztett faj.
- Idegenhonos: Az ember direkt betelepítésének, indirekt behurcolásának, vagy spontán történő betelepülésének következtében kevesebb, mint 2000 éve jelent meg az ország területén.
- Inváziós faj: idegenhonos faj, amely erőteljesen képes terjedni a megtelepedését követően.
- Kiscsoportos törlésválasztás: A vizsgálatom során alkalmazott, előzetes szelektív előlés nélkül történő kis területen (25 m^2) történő fahasználat.
- Őshonos: A faj az ország területén emberi behatás nélkül legalább a Bükk II. vegetációtörténeti fázis kezdete óta megtalálható. Tájhonos: Az a faj, amely az adott tájban természetes módon megjelenik.

- Mikrotarvágás: Olyan tarvágási forma, amely nem érinti az egész erdőrészt, csak annak kisebb, foltszerű részét.



1. ábra Az alföldi erdők jellemző erdőművelési és fahasználati beavatkozások folyamata.. Saját készítés.

2.5. Az erdőművelési és fahasználati tevékenységek és az inváziós fajok kapcsolata

Az erdőművelési és fahasználati munkák megváltoztathatják az erdőrésztben a faji és szerkezeti diverzitást, melyek közvetlen vagy közvetett módon hozzájárulnak az inváziós fajok megtelepedéséhez vagy állományuk növekedéséhez. A vágásos erdőhasználat, a tarvágástól a talajelőkészítésen át a felújítási munkákig igen sok lehetőséget biztosít az inváziós fajok megtelepedésének (Lugo 2004; Mascaro és mtsai 2013). Ugyan ezek a munkaműveletek képesek az inváziós fajok állományainak méretét, és egyedeinek számát csökkenteni, esetlegesen elpusztítani (mélyforgatás), de nem képesek elérni a teljes mentességet.

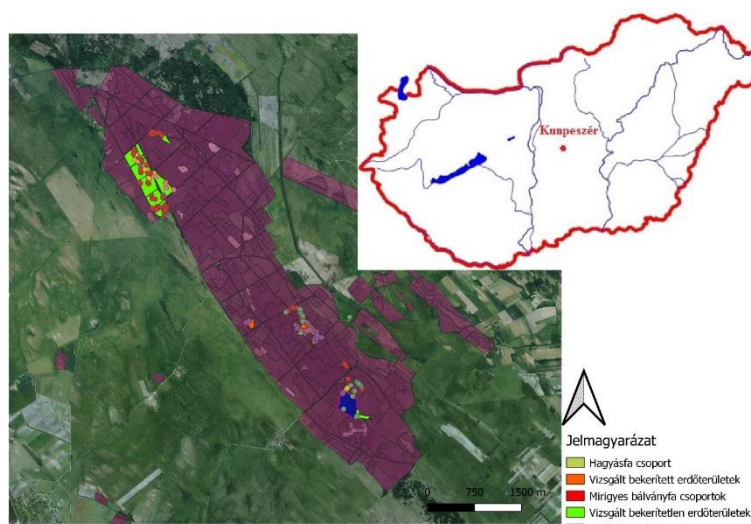
A hagyományos erdőművelési munkák közül az inváziós fajok elleni egyik leghatékonyabbnak tekintett megoldás a mélyforgatással megvalósított teljes talajelőkészítés. Ennek során a magbank a talaj alsó rétegébe kerül, ahol a csírázást követően a magoncok nem képesek elérni a felszínt, és a tartalék tápanyagaik kimerülésével elpusztulnak. A mélyforgatás egyik hátránya, hogy a gyepszint és a cserjeszint is elpusztul, ezért csak azokon a helyeken elfogadható, ahol a gyepszint nem annyira értékes növényfajokból áll. Az erdőművelési munkák közül az ápolás, tisztítás és a gyérítések köthetők még az inváziós fajokhoz. Az ápolás során a sorközöket általában tárcsázzák, a sorokat kapálják. Az erdő természetes dinamikájából következik, hogy ebben az időszakban található a legtöbb faegyed az erdőrésztben. A tisztítás, de kiemelten a gyérítések során, a már záródott erdőállományból a 8 cm-nél nagyobb mellmagassági átmérővel rendelkező egyedeket szokás eltávolítani, melynek következtében megváltozik a záródásviszony. A kialakult mesterséges lékek új erőforrást hoznak a rendszerbe a talajra jutó

fény által, melyet az inváziós fajok gyorsan felhasználnak. Az eltávolításhoz általában motorfűrészt vagy adapteres fűrészt használnak, melynek következtében gyökér-, gyökfő- és tuskósarjak jelennek meg a tölcválasztással kezelt egyeden és körülötte. A végvágás során az erdőrészeletről egy vagy több menetben történő faanyag-letermelés következtében megnő a tuskó- és gyökfősarjak száma (Erdélyi és mtsai. 2019,2021, <http> 11).

3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

3.1 A vizsgálati terület jellemzése

A Peszéri-erdő a Csepeli-sík és a Kiskunsági-homokhát határán található, a 92/43 EKG rendelet kapcsán a Natura 2000 hálózat részét képezi kiemelt jelentőségű természetmegőrzési területként. A területe 1628 ha, ÉNy-DK irányban elnyújtott, különböző rendeltetésű erdőrészekből álló erdőterület. A törvény erejénél fogva (*ex lege*) védett területek közül található itt lápok (láprétek és láperdők). Az erdőhöz tartozik a Szalag-erdő elnevezésű terület, amely 1988 óta országos jelentőségű természetvédelmi terület. A teljes erdőterülethez viszonyítva kis összterületen (80 hektáron) ugyan, de megtalálható az euro-szibériai erdőssztyepp tölgyes élőhely, néhány mozaikban ([http7](http://7)).



2. ábra A vizsgálati terület elhelyezkedése. Saját térkép.

A terület a középkorban úgynevezett „tilos-erdő” volt, amely azt jelenti, hogy a fakitermelés tiltott volt, így nem keletkezett erdőkiélés, amely az Alföld egyes területein (pl. Szeged környéke, lásd Móra 1906) megtörtént. A rövid vágásfordulójú, sarjzatatott erdők vékony, gyakran tőkorhadt egyedeinek esetében a kitermelést könnyebb volt valószínűleg megoldani, mint a nagy átmérőjű egészséges egyedek esetében, ezért a sarj eredetű állományokat az ember lassan kiélte és ezzel kiterjedésüket csökkentette. Az emberi zavarás jelentős korlátozása következtében a területen volt megtalálható több olyan faj utolsó hazai egyede, amely ma már nem él az ország jelenlegi területén. Ilyen a napjainkra innen kipusztult osztrák sárkányfű (*Dracocephalum austriacum*), vagy a fakókeselyű (*Gyps fulvus*), amely itt fészkel utoljára, de átrepülő példányai a mai napig megjelennek az országban.

Az archív dokumentumok feldolgozásából azt a következtetést vonták le a kutatók, hogy a jelenleg összefüggő Peszéri-erdő a XVIII. század első felében kisebb, fával borított foltok szigetszerű halmaza lehetett a fátlan tájban. A gyepekkel körülvett erdőfoltok magyarázatot adhatnak arra a tényre, hogy az itt található értékes fajok többsége nem a zárt erdőt kedveli elsősorban, sokkal inkább a gyepekben fordul elő (http8). Az erdő a XVIII. században került a királyi és császári család Ráckevei uradalmának birtokába, melynek következtében távolról meghozott döntések alapján elkezdték az erdő bővítését, átalakítását. A területen 1908-1912 között a meglévő tölgy főfafajú erdők kiegészítéseként, a központilag elrendelt fásításokat végezték el akác és feketefenyő (*Pinus nigra*) felhasználásával (Csöre 1972). A homokbuckák közötti jobb vízellátottságú területen a véghasználatot követően a gyöngyvirágos tölgyesek helyére akácot telepítettek (Babos 1972). Az akác mellett a mirigyes bálványfa is egyike volt a homokfásításban alkalmazott fajoknak. A területről származó első hiteles említése az 1971-es üzemtervben történik, a 8/B erdőrészletből. Az erdőrészletet a helyiek „az arborétum” névvel illetik, melyben többek között déli ostorfa (*Celtis australis*) és vasfa (*Gymnocladus dioica*) is található (Erdélyi és mtsai 2019). A második világháború után, az alföldfásítási program keretében, a Peszéri-erdőben is elkezdték az idegenhonos fajok intenzív telepítését.

Többek között az említett idegenhonos inváziós fajok visszaszorítása az OAKEYLIFE (LIFE16 NAT/HU/000599) projekt keretein belül történik. A KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. (a pályázat fő kedvezményezettje), valamint a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság és a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület az Európai Unió LIFE Nature alapjának 1.895.000 €-s támogatásával, valamint a Földművelésügyi Minisztérium társfinanszírozásával valósítja meg komplexitásában is egyedülálló programját, az OAKEYLIFE projektet (http9).

3.1.1 A vizsgálati terület vegetációjának jellemzése

A homoki borókás-nyárasok (ÁNÉR: M5, Natura 2000: 91N0) gyengébb vízellátottságú területeken jelennek meg, 30-50%-os záródási viszonyokkal. A nyílt homoki tölgyes (ÁNÉR: M4, Natura 2000: 91I0, erdőszyep erdők-homoki tölgyesek hazai nyáras, kőrises, egyéb lombos kocsányos tölgyes) és az alföldi zárt kocsányos tölgyes (ÁNÉR: L5, Natura 2000: 91I0, erdőszyep erdők-homoki tölgyesek hazai nyáras, kőrises, egyéb lombos kocsányos tölgyes) elszórtan, kisebb foltokban jelenik meg, nagyobb összefüggő erdőt a klíma miatt nem alkot. A Peszéri-erdőben a homoki erdősszyepp-komplex élőhelytípusai közül a fentiekén túl pannon homoki gyepekkel, szubkontinentális peripannon cserjésekkel és kékperjés láprétekkel találkozhatunk (Csöre 1972). A Peszéri-erdőben a fokozottan védett növényfajok közül megtalálható a csikófark (*Ephedra dystachia*), a pók-, a méh- és a légybangó (*Ophrys*

sphegodes, *O. apifera*, *O. insectifera*) és az óriás útifű (*Plantago maxima*) (Bölöni és mtsai. 2011, [http,5,9](http://5.9)).

3.2 Terepi adatgyűjtés módszertana

A terepi bejárásaimat 2020 októberében kezdtem, és 2021 augusztusában fejeztem be. A terepi adatgyűjtés mintaterületeinek lehatárolását a külső konzulensemmel végeztük, a terepi tapasztalatai alapján. A mintaterületek kiválasztása nem teljesen véletlenszerű volt, a megközelítésükhöz szükséges időt is figyelembe vettem. Az egyes vizsgálatokat minimum 3, de lehetőleg 5 független ismételten végeztem el. A kiválasztott erdőrészeket és facsoportokat a saját Huawei Mediapad T5 10 típusú táblagéppel és a rajta futó QField© Android mobilalkalmazás segítségével határoltam le.

Az erdőállományok a felújítás alapvető módja szempontjából kettő fő típusra oszthatók: a teljes talajelőkészítést követően mesterségesen felújított, valamint a sarjztatással természetesen felújított erdőrészek csoportjára. A nagytű növényevők (területhasználati intenzitása) szempontjából további két kategóriát különböztettem meg: a korlátozott vadnyomással jellemezhető területet (vadkizáró kerítéssel védett terület), illetve a növényevők által korlátozás nélkül hasznosítható területet.

A sarjztatott és a mesterséges módon felújított erdőrészek eltérő szerkezete miatt, különböző felmérési módszerrel volt szükséges elvégezni a felvételezéseket.

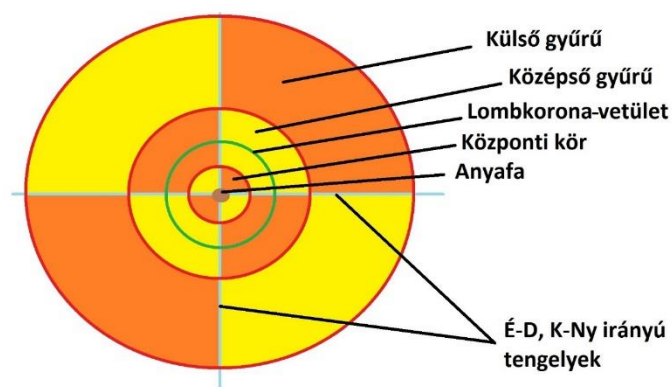
3.2.1 A bálványfa tömegességi viszonyainak vizsgálata során végzett adatgyűjtés

Az adatgyűjtés során a BACI (before, after, control, impact) módszert alkalmaztam, a mirigyes bálványfával kapcsolatos kísérletben az 5×5 méteres kiscsoportos tölválasztás és az anyafás szálalóvágások esetében.

A bálványfa csoportok szélét előzetes terepbejárás alkalmával a QField alkalmazásban GPS-szel felvett poligon használatával, térben realisztikus módon határoltam le. A központi egyedek kiválasztása két módszerrel történt. A kisebb facsoportokban az összes 5 cm mellmagassági átmérő feletti egyedet egyedileg számoztam, majd a Random Number© mobilalkalmazás segítségével kisorsoltam a felmérendő központi egyed sorsszámát. A nagyobb területek esetében a csoportokat elhelyeztem egy koordináta rendszerben a QGIS program segítségével. A Random Number© alkalmazás segítségével kettő koordinátát sorsoltam ki, megkapva ezzel egy 1×1 méteres kvadrát sarokpontját. A kvadrátban található összes 5 cm-nél nagyobb mellmagassági átmérőjű egyedet egyedileg megszámoztam, majd random módon kisorsoltam

egyed, a központi egyedet (későbbiekben anyafa). A központi egyed ily módon történő kijelölése a preferenciális mintavétel elkerülését szolgálta.

Az anyafa kijelölését követően, a törzs mellett, az iCompass© nevű mobilalkalmazással meghatároztam a négy égtájat. A négy égtáj irányában elhelyeztem egy-egy festett karót a gyökfőtől mérve a famagasság kétszerese távolságra, és a gyökfővel zsinórral összekötöttem. Ezt követően az anyafa lombkoronáját É-D és K-Ny irányban lemértem, az így kapott lombkorona-átmérőt használtam fel az anyafa körüli koncentrikus körök kijelöléséhez. A koncentrikus körök kijelölésére azért került sor, mert az anyafától távolodva a gyökérsarjak képződése eltérő erélyű lehet. Ilyen adatokat közlő, általam ismert publikáció hiányában, minden egyes anyafa környezetében három-három területrészen végeztem el a számlálást: a központi körben, a belső és a külső gyűrűben (2. ábra).



2. ábra Az anyafa és a körülötte található mintaterületek elhelyezkedése és arányai. Saját ábra.

A központi kör minden egyednél 1 méter sugarú volt, a belső és a külső gyűrű már egyedenként változó sugárral rendelkezett.

A belső gyűrű külső határa a gyökfőtől egy átlagos lombkorona-átmérőnyire plusz 1 méterre került kijelölésre. A belső gyűrű belső határa a központi kör volt:

$$R_{\text{belső}} = d_{lv} + 1$$

A külső gyűrű külső határa a gyökfőtől kétszeres átlagos lombkorona-átmérőnyire plusz egy méterre került kijelölésre. A külső gyűrű belső határa a belső gyűrű külső határa volt.

$$R_{\text{külső}} = 2d_{lv} + 1$$

Az anyafa központi körét, egy a törzsre erősített zsinór és erdészeti jelölőfesték segítségével vettem fel, oly módon, hogy a törzs sugarát kivontam a zsinór hosszából, így a mintaterület méretében és alakjában nem okozott változást a törzsek különböző átmérője. Az anyafa körül a gyűrűket sűrűn elhelyezett pontok segítségével vettem fel, mérőbotot alkalmazva. A mérőbot, a pontok felvételekor, földre fektetve az anyafa gyökfője felé mutatott, egyik vége a központi

kör körívén, másik a belső gyűrű körívén feküdt. A pontokat egymástól 5-25 cm távolságra helyeztem el, és szabad kézzel összekötöttem. A kérdéses esetekben a mérést az egyed minkét oldalán elvégeztem. Abban az esetben, ha az egyed törzskeresztmetszetének több mint fele a határvonalon belül volt, akkor beleszámítottam a felvételezésbe.

Mind a három mintavételi egységet (a központi kört, a belső és a külső gyűrűt) É-D, illetve Ny-K irányú egyenesekkel 4-4 cikkelyre (mintaterület-részre) osztottam. Az egy anyafa körül kijelölt 12 db mintaterületrészben külön-külön számoltam meg a mirigyes bálványfa egyedeket magassági osztály szerint, amely során a mag- vagy sarjeredetű egyedeket nem különböztettem meg. Az egymás mellett található kör- és gyűrűcikkekben eltérő színű jelölőfestékekkel színeztem a már számolt egyedeket, melyre három ok miatt volt szükség. Egyrészt a dupla számolás elkerülése érdekében, másrészt a kimaradt egyedek számának minimalizálása miatt, harmadrészt a különböző színek a mintaterület-részek jobb elkülönítését biztosították (2. ábra). A tíz anyafa közül ötöt random sorsolással kiválasztottam, és motoros láncfűrész segítségével döntöttem, ezek képezték a kezelt egyedeket ebben a vizsgálatban. A gallyazás és darabolás után a faanyagot minden esetben a mintaterületen kívül deponáltam. A másik 5 (tőelválasztással nem érintett) anyafa képezte a kontroll egyedek körét. A mintaterületeket nyár végén (augusztusban) ismét bejártam, és rögzítettem az újonnan megjelent egyedek számát, a már említett táblázatos formában.

2. táblázat A mirigyes bálványfa anyafás kísérlet keretében tavasszal végzett felmérés során használt terepi adatlap az egyik mintavételi pont adataival

Frigyes major Bl17			
	Mellmagassági átmérő	7,5 cm	
	Fa magassága	8 m	
belső kör	1 m		
É-NY	É-K	D-K	D-NY
3db	0db	7db	2db
középső gyűrű	2,25m		
É-NY	É-K	D-K	D-NY
17db	12db	12db	17db
külső gyűrű	3,5m		
É-NY	É-K	D-K	D-NY
79db	13db	16db	8db

Fentiekén túl 5×5 méteres kvadrátokban kiscsoportos tőelválasztást végeztem és vizsgáltam, hogyan változnak a mirigyes bálványfa tömegességi viszonyai abban az esetben, ha a tőelválasztás kisméretű, de összefüggő területen következik be. A vizsgálatra alkalmas

bálványfa csoportokat az előzőekben leírt módon a terepi bejárások során térben realisztikus módon lehatároltam. A területeket minden esetben koordinátarendszerbe helyeztem, ahol 5 méteres osztású rácshálót hoztam létre. A mintaterület sarokkoordinátáját a már említett Random Number© alkalmazás segítségével sorsoltam ki. A terület sarokpontjait festett karókkal jelöltem, a benne található egyedeket magassági osztályok szerint csoportosítottam, nem megkülönböztetve a mag-, illetve sarjeredetű egyeket. Az első felmérést követően a kvadrátok felét random módon kisorsoltam, és a benne található összes mirigyes bálványfa egyedet töelválasztással kezeltem. A kvadrátok területéről minden esetben eltávolítottam a fahasználatba vett faanyagot.

3. táblázat A kiscsoportos töelválasztásos mirigyes bálványfa mintaterületek tipikus attribútum táblázata a Kunpeszér 25/D erdőrészlet 1-es területén bemutatva a tavaszi felvételezés eredményeivel.

25d	tengelyek hossza	100	50	
1. terület	sarokpontok koordinátái	10	3	
0-50	50-100	100-200	200-500	500+
157	79	22	7	0

A mintaterületeket augusztusban jártam végig második alkalommal és vettem fel a kvadrátokban található új egyedek számát.

3.2.2 A mesterséges felújításokban végzett adatgyűjtés

A mesterséges felújítások estében a terepi adatgyűjtést három egymásra épülő lépésben végeztem.

Az 1. lépésben a mintaterületek terepi, térinformatikai programmal történő, térben realisztikus lehatárolását végeztem el.

A 2. lépésben az egyes részterületek légifotón és terepi bejárason alapuló lehatárolását végeztem el szabadkézi rajz formájában. A feljegyzett részterületek (rögzített objektumok) a szegély, a forgó, a sor, a sorköz, az erdészeti feltáróút, a tuskódepó, a hagyásfa körüli műveletlen lencsealakú folt, valamint a hagyásfa/hagyásfacsoport voltak. Ezek minden esetben egyedi azonosítóval együtt kerültek rögzítésre a térinformatikai adatbázisban, valamint a rajzokon.

A 3. lépésben a vizsgált inváziós fafajok tömegességi adatainak felvételére került sor, magasság és eredet alapján, részterületenkénti számlálással. A magasság adatok a dolgozatomba nem kerültek elemzésre, későbbi elemzésekhez fognak adatokat szolgáltatni.

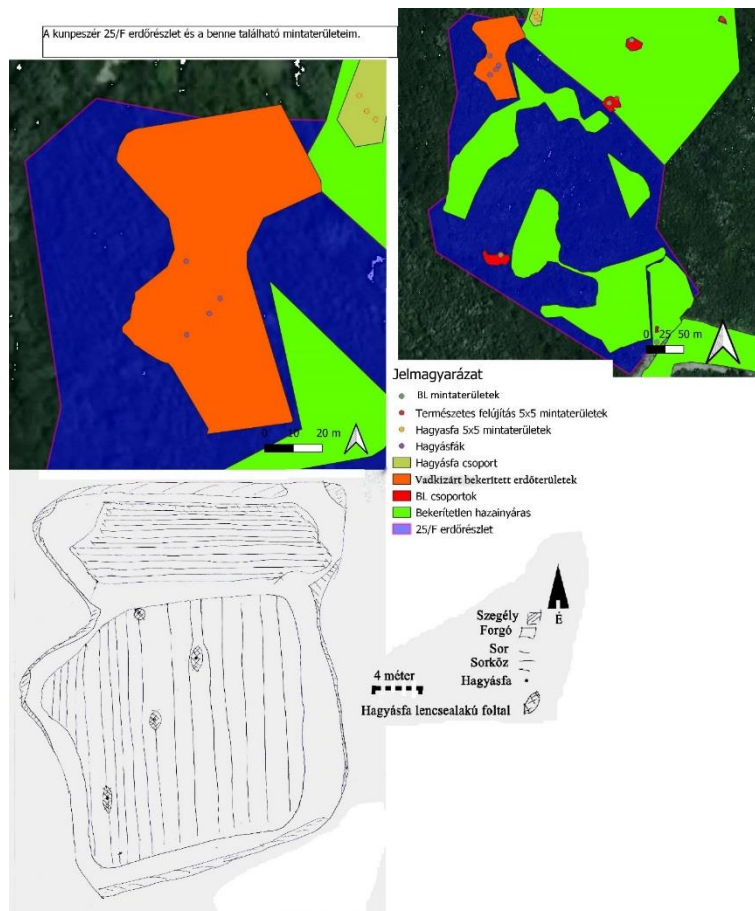
4. táblázat A TRV-MEST-VKE erdőrészek tipikus attribútum táblázata, a Kunpeszér 25/F erdőrészt bekerített kocsányos tölgyesén szemlélve

Fafaj	Magasság- osztály (cm)	1. sor	1. sorköz	1. forgó	1. szegély	2. sor	2. sorköz	2. forgó	2. szegély
A	0-50	72	228	176	8	57	95	101	0
	50-100	0	0	0	1	0	0	0	4
	100-200	0	0	0	0	0	0	0	1
	200-500	0	0	0	0	0	0	0	0
	500+	0	0	0	0	0	0	0	0
NYO	0-50	0	0	1	0	0	0	0	0
	50-100	0	0	0	0	0	0	0	0
	100-200	0	0	0	0	0	0	0	0
	200-500	0	0	0	0	0	0	0	0
	500+	0	0	0	0	0	0	0	0

A mesterséges erdőfelújítások területén szisztematikus, minden 5. sort és sorközt érintő mintavételt végeztem, amelyet minden esetben keleti irányból kezdtem. Ennek a módszernek az oka, hogy nem állt rendelkezésemre elegendő idő a teljes terület felvételezésére. A mesterséges erdőfelújítások területén teljes területű felvételezés csak a forgók és a sorközök esetén történt. A sarjzatotott területeken random mintavételt végeztem, a kvadrátok véletlen módon történő sorsolásával.

A részterületeket olyan módon jártam végig, hogy a lehető legtöbb talajfelszínt fel tudjam mérni. A sorok esetében a sűrű szakaszokat körbejártam, a fák által takart területeket is átvizsgálva. A szegélyekben az olykor magas gyomállomány miatt a felvételezést lassan, a vegetációt félrehajtva tudtam elvégezni. A hagyásfák körbe szántott, műveletlen lencsealakú foltjait, térbeli kiterjedésük miatt, körbejárással tudtam felvételezni. A részterületeket „békaugrás-szerűen” vizsgáltam. Ez a gyakorlatban úgy nézett ki, hogy egy helyben állva, a részterület hozzám közelebbi szélé felől kezdtem az egyedek számolását, kb. 60-70 cm széles sávban. Elérve a részterület másik szélét, előre léptem az addig határként szolgáló távolságra, majd megismételtem a műveletet. Abban az esetben, ha a forgó vagy a sorköz túl széles volt (jellemzően 2 méternél szélesebb), a részterületet előzetesen felosztottam kisebb négyzetekre, melyeket egyesével felvételeztem. A szegélyek esetében az inváziós fajok igen magas egyedsűrűsége miatt becslést kellett végezni. A becslés során három darab 1 m²-es mintaterületen vettem fel az ott talált inváziós egyedszámot, amelyek eredményét extrapoláltam a teljes foltra. A terepi bejárásokat igyekeztem a lehető legrövidebb idő alatt teljesíteni, mert nem szerettem volna, hogy a területen végzett aktuális erdőművelési munkák, pl. tárcsázás a

sorközökben, a vizsgált fajok mennyiségét észlelési küszöbérték alá szorítsa. Az erdőművelési munkákat a KEFAG Zrt. munkatársai végezték, a megszokott munkarendben.



3. ábra A Kunpeszér 25/F erdőrészlet, a benne kijelölt mintaterületek, valamint a 25/F bekerített kocsányos tölgy mesterségesfelújítású részterületeinek rajza. Saját térkép.

3.2.3 A sarjztatott állományokban végzett adatgyűjtés

A sarjztatott erdőrészletek minden egyes területén 5 db 5×5 méteres kvadrát ÉK-i sarokpontja került random módon kisorsolásra a QGIS szoftver segítségével, amelyet a táblagépem segítségével kutattam fel a terepen. A sarokpont megtalálása után a táskámmal jelöltem azt, és mérőszalag és iránytű segítségével meghatároztam a többi helyzetét, melyeket karókkal jelöltem. A mesterséges felújításokban alkalmazott attribútum táblázatot használtam a sarjztatott állományokban végzett felvételezések során is, így a két területtípus adatai kölcsönösen megfeleltethetők egymással.

3.3 Az adatok elemzésének módszerei

A terepi adatgyűjtések során keletkezett adatokat, típustól függően, két program segítségével elemeztem. A terepi térinformatikai adatokat a QGIS 3.8.3 szoftver segítségével, és a számadatok kezelésére, illetve diagramok készítésére a Microsoft Excelt használtam. Első lépésként a térinformatikai adatok közül az erdőrészteteket csoportosítottam felújítási mód, főfafaj, és vadkizáró kerítéssel ellátottság szerint. Az így leválogatott erdőrésztetekben található egyéb poligonokat (hagyásfa, hagyásfa csoport, lencsealakú foltok, mirigyes bálványfa csoportok) a felszínborítási típusuknak megfelelő csoportba válogattam, melyen belül az erdőrésztlet kódját a poligon egyedi azonosítójában jelöltem. Az erdőrésztetek felvételezésénél két módszert alkalmaztam.

A terepi adatgyűjtés során keletkezett számadatokat a terepen két módszerrel rögzítettem. A viszonylag kevés mozgást igénylő kísérletek adatfelvételét a táblagépem végeztem Excel táblázatban, míg a nagyobb területek bejárása során hangrögzítést alkalmaztam az időkihasználás optimalizálása érdekében. Elsőként a töelválasztás hatását vizsgáltam a mirigyes bálványfára nézve. Az 5×5 méteres kvadrátokat csoportosítottam fahasználat szerint, majd a tavaszi és nyár végi adatokat táblázatos formában, az Excelben grafikusán is megjelenítettem. A feldolgozás során a tavasszal felvett adatokat tekintettem 100%-nak, és az ettől való eltérés mértékét vizsgáltam. Az úgynevezett anyafás kísérletben a töelválasztás időben bekövetkező hatását vizsgáltam az anyafától való távolság tekintetében oly módon, hogy a területek tavaszi felvételezésekor keletkezett adatokat hasonlítottam össze a nyár végi adatsoraimmal. Az eredményeket itt is táblázatosan és grafikusán is ábrázoltam Excel segítségével.

4. Eredmények és értékelésük

A felméréseket 18 db önálló, összesen közel 60 ha kiterjedésű erdőrészletben végeztem el. Felvételezésre került 45454 db inváziós faegyed a mintavételek során, amelyek nagyobb része (33560 db) mesterséges felújításból származott. Eltávolítottam összesen 14 db 5 cm-nél nagyobb és számos, ennél kisebb mellmagassági átmérővel rendelkező bálványfa egyedet, összesen 125 m²-en végeztem teljes gyökfő feletti mirigyes bálványfa eltávolítást. Minden kísérlet során legalább 4 db egymástól független mintaterületet vizsgáltam annak érdekében, hogy a kapott eredmények nagy biztonsággal extrapolálhatók legyenek a Peszéri-erdő egészére.

4.1 A kiscsoportos töelválasztás hatása a bálványfa finomléptékű, lokális tömegességi viszonyaira

A bálványfa tömegességi viszonyainak változása a kiscsoportos töelválasztással nem kezelt területeken

Az 5×5 méteres kvadrátokban a mirigyes bálványfa egyedeinek száma a tarvágással később nem érintett területeken a tavaszi felvételezéskor összesen 496 db volt (5. táblázat).

Nyár végén a kezeletlen területeken összesen 662 db bálványfa egyedet rögzítettem, amely a tavaszi felvételezéskor felvett egyedszámnál 33 %-kal több (5. táblázat). A kezeletlen területek egyikén sem volt megfigyelhető 50 %-nál nagyobb egyedszámbővülés, de igen széles spektrumban változott a bővülési százalék (5. táblázat).

A bálványfa tömegességi viszonyainak változása a kiscsoportos töelválasztással kezelt területeken

A tarvágással kezelt 5×5 méteres kvadrátok esetében a tavasszal felvett mirigyes bálványfák egyedszáma 451 db volt az összes magassági osztályt figyelembe véve. Ez az érték a kontroll terület azonos időszakából származó adatokhoz viszonyítva csupán -9%-os eltérést mutat. A faegyedek magassági eloszlását figyelembe véve nem mutatkozik nagyobb eltérés a kontroll területek azonos időszakban felvett adataihoz képest. Megállapítható, hogy a legnagyobb mértékű bővülés meghaladta a 200%-ot (5. táblázat).

A bálványfa csoportos kitermeléses kísérlet eredményeinek megvitatása

A mirigyes bálványfa egyedszáma 166 db-bal bővült a nem kezelt területeken, egy vegetációs ciklus alatt, ez az érték 42%-os növekedést mutatott a tavaszi felvételezéshez képest. A kísérletem eredményének időbeli extrapolálásával kiderült, hogy 10 év alatt nagyságrendi egyedszám-változás következik be a kezeletlen területeken: a kiindulási létszámhoz képest 33,3-szer több egyed lesz megtalálható ($1,42^{10}$).

A kezelt területeken a mirigyes bálványfa 610 db új egyedet találtam a nyár végi visszaellenőrzés során, ez az érték a tavasszal felvett adatokhoz képest 74 %-os bővülést jelent. Kijelenthető tehát, hogy a területen az egyedszám abszolút és relatív értelemben is nagyobb mértékben nőtt, mint a nem kezelt területeken (5. táblázat).

A csoportos kitermelés potenciálisan növeli a sarj eredetű újulat egyedszámát, hiszen a mirigyes bálványfa közismerten jól szaporodik gyökérsarjról, amelyet a tőelváasztás azonnal és tömegesen beindít. A csoportos kitermeléssel kezelt egyedek hasonlóan a más területeken kapott eredményekhez nagymértékben növelték a – feltételezhetően sarj eredetű – egyedek számát a kísérlet során.

A csoportos kitermelés hatására a talajra jutó fény mennyisége nő, ezzel egyidőben a hajtáskompetíció jelentősen csökken, ezért várhatóan a kiscsoportos tőelváasztással kezelt területeken nagyobb számban lesznek jelen mag eredetű újulatot képező egyedek, mint a csoportos kitermeléssel nem kezelt területeken.

4. táblázat A kiscsoportos tőelváasztásra vonatkozó kísérlet eredményei: a mirigyes bálványfa kezelés előtti és utáni egyedszámai, valamint azok közötti különbségek. (N-egyed darabszáma, D-denzitás (db/1000 m²), KE-kezelés előtt, KU-kezelés után, Δ -változás)

kvadrát sorszáma	EOV koordináta	N _{KE}	N _{KU}	D _{KE}	D _{KU}	Δ db	$\Delta\%$
Nem kezelt 1	670568 193829	265	383	1060	1532	118	45
Nem kezelt 2	670596 193797	165	193	660	772	28	17
Nem kezelt 3	670427 193825	22	31	88	124	9	41
Nem kezelt 4	670568 193829	18	25	72	100	7	39
Nem kezelt 5	670488 193721	26	30	104	120	4	15
összesen (db)		496	662	Átlag ($\pm$ szórás):		+33,2 ($\pm$ 48,3)	+31 ($\pm$ 14)
Kezelt 1	670527 193869	174	399	696	1596	225	129
Kezelt 2	670534 193857	153	298	612	1192	145	95
Kezelt 3	670549 193850	24	63	96	252	39	163
Kezelt 4	670557 193832	100	301	400	1204	201	201
összesen (db)		451	1061	Átlag ($\pm$ szórás):		+152,5 ($\pm$ 45%)	+147 ($\pm$ 45)

4.2 A szálalás hatása a bálványfa finomléptékű lokális tömegességi viszonyaira

A bálványfa tömegességi viszonyainak változása a szálalással nem kezelt területeken

A szálalással nem kezelt területeken az alapállapot felvételezéskor az összes egyedszám 1621 db volt az összes területrészt (központi kör, belső gyűrű, külső gyűrű) figyelembe véve. A nem kezelt területeken a belső körben volt legalacsonyabb az egyedszám, összesen 131 db. A középső gyűrűben ez a szám már jóval magasabb (587 db) és a külső gyűrűben volt legmagasabb, 903 db. Az egy vegetációs idő alatt bekövetkező egyedszámbővülés az anyafától távolodva növekvő értéket mutat. A központi körben összesen 2 db, a középső gyűrűben 137 db, a külső gyűrűben 248 db új egyedet találtam (6. táblázat).

Mivel a központi kör kivételével a másik két részterület (belső és külső gyűrű) kiterjedését a központi faegyed lombkorona átmérője határozta meg, azaz az egyes vizsgálati helyszínek esetében ezek mérete eltért, az objektív összehasonlítást nem az egyedszám, hanem a denzitásértékek összevetése biztosítja. A szálalással nem kezelt vizsgálati helyszíneken az átlagos denzitásnövekedés egy vegetációs idő alatt 1344 db/1000 m² volt, az összes részterületet figyelembe véve. A nem kezelt területen a belső körben volt a legalacsonyabb a bálványfa egy vegetációs időszak alatt bekövetkező átlagos denzitásváltozása (127 db/1000m²). A középső gyűrűben a denzitásnövekedés nagyobb mértékű volt (1482 db/1000m²), a külső gyűrűben pedig egy köztes érték jellemezte azt (1381 db/1000m²) (7. táblázat).

A bálványfa tömegességi viszonyainak változása a szálalással kezelt területeken

A szálalással kezelt területeken az alapállapot felvételezésekor az összes egyedszám 2783 db volt, az összes területrészt (központi kör, belső gyűrű, külső gyűrű) figyelembe véve. A kezelt területeken a belső körben volt legalacsonyabb a mirigyes bálványfa egyedeinek száma, összesen 64 db (6. táblázat). A középső gyűrűben ez a szám már jóval magasabb (1319 db), a külső gyűrűben volt a legmagasabb, 1400 db.

Az egy vegetációs idő alatt bekövetkező egyedszámbővülés az anyafától távolodva a kontroll területekhez képest eltérő karakterisztikát mutatott. A központi körben összesen 19 db, a középső gyűrűben 228 db, a külső gyűrűben 216 db új mirigyes bálványfa egyedet találtam (6. táblázat).

A szálalással kezelt vizsgálati helyszíneken az átlagos denzitásnövekedés egy vegetációs idő alatt, 1337 darab/1000m² volt, az összes részterületet figyelembe véve. A kezelt területen a belső körben volt a legtöbb a mirigyes bálványfa egy vegetációs időszak alatt bekövetkező

átlagos denzitásváltozása (1210 db/1000m²). A középső gyűrűben az átlagos denzitásnövekedés kisebb mértékű volt, mint a belső körben (2144 db/1000m²), a külső gyűrűben pedig a legkisebb érték jellemezte azt (926 db/1000m²) (7. táblázat).

A mirigyes bálványfa tömegességi viszonyai változásainak megvitatása

A felvételezésekből kiderül, hogy a mirigyes bálványfa töelválasztás nélkül is képes tömeges újulatot létrehozni, de a fahasználat következtében sokkal nagyobb mennyiségben jelenik meg a újulat a területen.

Az anyafától távolodva, a külső gyűrűben az anyafa töelválasztásának hatása nem mutatható ki a kezeletlen (kontroll) területeknél tapasztalt változásokhoz képest. Ezen a távolságon a felvett adatok nagy szórása a mintaterületek diverzitásából és az egyéb általam nem vizsgált környezeti tényezőkből adódik. A jelen kísérletből arra lehet következtetni, hogy a mirigyes bálványfa a töelválasztásra nem képez gyökérsarjakat ilyen távolságban.

Az 1000 m²-re számított denzitásból kiderül, hogy egy egyed töelválasztásának hatására, annak 1 méteres környezetében tízszeres, illetve kb. 1 lombkorona-átmérőnyi környezetében pedig nagyjából 1,5 szeres denzitásnövekedés következik be a nem kezelt területhez képest (7. táblázat).

Az egyes vizsgálati helyszíneken tapasztalt változások meglehetősen nagy variabilitása (szórása) alapján arra lehet következtetni, hogy a mirigyes bálványfa egyedszámának változását egyéb tényezők is befolyásolhatják, amelyekre a vizsgálat nem terjedt ki.

Hasonló, a kvantitatív változásokat bemutató szakirodalmi forrás hiányában direkt összehasonlításokat nem lehet megtenni. Mindemellett a mirigyes bálványfa spontán terjedése és töelválasztás hatására bekövetkező tömeges sarjképzése jelenség szintjén jól ismert (Korda 2019).

6. táblázat A szálaló töelválasztásra vonatkozó kísérlet eredményei: a mirigyes bálványfa kezelés előtti és utáni egyedszámai, valamint azok közötti különbségek. N_{KE} -kezelés előtti egyedszám, N_{KU} -kezelés utáni egyedszám, Δ db-egy vegetációs idő alatt megjelent új egyedek darabszáma, $\Delta\%$ -az egy vegetációs idő alatt megjelent egyedek százalékos értéke a tavaszi felvételhez képest.

Vizsgálati helyszín	EOV		Központi kör				Belső gyűrű				Külső gyűrű				Teljes terület			
			N_{KE}	N_{KU}	Δ db	$\Delta\%$	N_{KE}	N_{KU}	Δ db	$\Delta\%$	N_{KE}	N_{KU}	Δ db	$\Delta\%$	N_{KE}	N_{KU}	Δ db	$\Delta\%$
Kezelt 1	670	412	12	12	0	0%	58	58	0	0%	116	117	1	1%	186	187	1	1%
	194	898																
Kezelt 2	669	659	2	4	2	100%	1	6	5	500%	8	11	3	38%	11	21	10	91%
	194	832																
Kezelt 3	669	665	16	24	8	50%	1031	1211	180	17%	1177	1258	81	7%	2224	2493	269	12%
	194	915																
Kezelt 4	669	622	16	17	1	6%	20	24	4	20%	40	45	5	13%	76	86	10	13%
	195	022																
Kezelt 5	670	518	18	26	8	44%	209	248	39	19%	59	185	126	214%	286	459	173	60%
	193	872																
átlag ($\pm$ szórás)			12,8 ($\pm 6,4$)	16,6 (± 9)	3,8 ($\pm 3,9$)	40% ($\pm 40,2\%$)	263,8 ($\pm 436,6$)	309,4 (± 513)	45,6 ($\pm 76,6$)	111,2% ($\pm 217,5\%$)	280 (± 503)	323,2 ($\pm 526,8$)	43,2 ($\pm 57,3$)	54,6% ($\pm 90,2\%$)	556,6 (± 938)	649,2 (± 1044)	92,6 ($\pm 122,1\%$)	35,4% ($\pm 38,5\%$)
Nem kezelt 1	670	518	9	10	1	122%	7	8	1	14%	3	6	3	100%	19	24	5	26%
	193	306																
Nem kezelt 2	670	524	11	11	0	0%	4	9	5	125%	5	5	0	0%	20	25	5	25%
	193	316																
Nem kezelt 3	670	316	48	48	0	0%	21	21	0	0%	19	19	0	0%	88	88	0	0%
	193	432																
Nem kezelt 4	669	630	51	52	1	2%	527	623	96	18%	840	1002	162	19%	1418	1677	259	18%
	194	966																
Nem kezelt 5	669	625	12	12	0	0%	28	61	33	118%	36	119	83	231%	76	192	116	153%
	194	986																
átlag ($\pm$ szórás)			26,2 ($\pm 21,3$)	26,6 ($\pm 21,4$)	0,4 ($\pm 0,54$)	24,8% ($\pm 54,3\%$)	117,4 (± 229)	144,4 ($\pm 268,4$)	27 ($\pm 40,9$)	55% ($\pm 61,1\%$)	180,6 ($\pm 368,8$)	230,2 (± 434)	49,6 ($\pm 72,2$)	70% ($\pm 99\%$)	324,2 (± 612)	401,2 ($\pm 716,4$)	77 ($\pm 112,9$)	44,4% ($\pm 61,6\%$)

7. táblázat A szálaló töelválasztásra vonatkozó kísérlet eredményei: a mirigyes bálványfa kezelés előtti és utáni 1000 négyzetméterre vetített denzitásadatai (r sugár, m^2 az adott sugárhoz tartozó terület, D_{KE} dezitás kezelés előtt, D_{KU} denzitás kezelés után, ΔD a denzitás változásának összege darabban kifejezve).

Vizsgálati helyszín		Központi kör				Belső gyűrű				Külső gyűrű				Teljes terület			
		D_{KE}	D_{KU}	ΔD	$\Delta\%$	D_{KE}	D_{KU}	ΔD	$\Delta\%$	D_{KE}	D_{KU}	ΔD	$\Delta\%$	D_{KE}	D_{KU}	ΔD	$\Delta\%$
Kezelt 1		3821,7	3821,7	0	0%	3518,4	3518,4	0	0%	3789	3821,7	32,7	1%	3702,2	3722,1	19,9	1%
Kezelt 2		636,9	1273,9	636,9	100%	60,7	364	303,3	500%	261,3	359,3	98	38%	218,9	418	199	91%
Kezelt 3		5095,5	7643,3	2547,8	50%	50033,4	58768,6	8735,2	17%	29544,1	31577,3	2033,2	7%	34976,8	39207,4	4230,6	12%
Kezelt 4		5095,5	5414	318,5	6%	1213,2	1455,9	242,6	20%	1306,5	1469,9	163,3	12%	1512,7	1711,8	199	13%
Kezelt 5		5732,5	8280,3	2547,8	44%	7730,6	9173,2	1442,6	19%	1078	3380,2	2302,2	214%	3368,4	5406	2037,6	60%
	átlag ($\pm$ szórás)	4076 (± 2044)	5286 (± 2862)	1210 (± 1242)	40% ($\pm 0,4$)	12511 (± 2118)	14655 (± 24892)	2144 (± 3726)	100% (± 2)	7195 (± 12562)	8122 (± 13187)	926 (± 1139)	100% (± 1)	8756 (± 14726)	10093 (± 16386)	1337 (± 1816)	40% ($\pm 0,4$)
Nem kezelt 1		2866,2	3184,7	318,5	11%	424,6	485,3	60,7	14%	98	196	98	100%	378,2	477,7	99,5	26%
Nem kezelt 2		3503,2	3503,2	0	0%	242,6	546	303,3	125%	163,3	163,3	0	0%	398,1	497,6	99,5	25%
Nem kezelt 3		15286,6	15286,6	0	0%	1019,1	1019,1	0	0%	476,9	476,9	0	0%	1384	1384	0	0%
Nem kezelt 4		16242	16560,5	318,5	2%	31968,5	37791,9	5823,5	18%	27437,5	32729,1	5291,5	19%	28224,5	33379,8	5155,3	18%
Nem kezelt 5		3821,7	3821,7	0	0%	1035,7	2256,3	1220,6	118%	657,8	2174,3	1516,5	231%	895,1	2261,3	1366,2	153%
	átlag ($\pm$ szórás)	8344 (± 6791)	8471 (± 6822)	127 (± 174)	20% ($\pm 0,5$)	6938 (± 13997)	8420 (± 16435)	1482 (± 2476)	60% ($\pm 0,6$)	5767 (± 12117)	7148 (± 14324)	1381 (± 2279)	70% (± 1)	6256 (± 12288)	7600 (± 14430)	1344 (± 2204)	40% ($\pm 0,6$)

4.3 A mesterséges és a sarjzatatott erdőfelújításban található inváziós fásszárú fajok tömegességi viszonyainak összehasonlítása

A mesterséges erdőfelújítások tömegességi viszonyai

A mesterséges erdőfelújítást követően a hazai nyáras célállományokban viszonylag nagy tömegben vannak jelen az inváziós fásszárú fajok egyedei. A vadkizárt területeken összesített denzitásuk 3386 egyed/ha, a nem vadkizárt területeken pedig 1351 egyed/ha. Azaz, a vadkizárt vizsgálati helyszíneken az inváziós fásszárú fajok denzitása lényegesen magasabb, mint a nem vadkizárt vizsgálati helyszíneken (8. táblázat).

A vizsgált inváziós fásszárú fajok mindegyike jelen volt majdnem minden vizsgálati helyszínen, azonban denzításvizonyaikban jelentős különbségek voltak megfigyelhetők (8. táblázat).

A mesterséges erdőfelújítások területén a fehér akác jelenik meg legnagyobb egyedszámmal (és ennek megfelelően legnagyobb denzitással) az öt vizsgált faj közül: az összes detektált egyed 83 %-a fehér akác. A többi inváziós fásszárú faj ennél alacsonyabb, de nagyságrendileg azonos denzitással volt jelen (kb. 100-200 egyed/ha) (8. táblázat).

A mesterséges erdőfelújítás esetén a vadkizárás a vizsgált inváziós fásszárú fajok közül legnagyobb mértékben a fehér akác egyedszámára volt pozitív hatással. A vadkizárt területeken a fehér akác denzitása 2936 db/ha, míg a nem vadkizárt erdőterületeken 948 db/ha volt. A kései meggy és a nyugati ostorfa denzitása nem különbözött érdemben a vadkizárt és a nem vadkizárt vizsgálati helyszínek esetében. A mirigyes bálványfa a vadkizárt területeken alacsonyabb denzitással volt jelen, mint a nem vadkizárt területeken. A zöld juhar a vadkizárt területeken lényegesen magasabb denzitással volt jelen, mint a nem vadkizárt területeken (8. táblázat).

A helyesen végzett mélyforgatást követően a talaj felső rétegében található magok olyan mélyre kerülnek, hogy onnan a felszínt elérni (azaz életben maradni) képes egyedek megjelenésének gyakorlatilag nulla a valószínűsége. A mélyforgatást követően azonban a fásszárú inváziós fajok magjai többféleképpen is bekerülhettek a vizsgálati helyszínekre (a szél vagy a madarak által, illetve a művelő eszközök kerekein). Emellett a mélyforgatás során a talajban maradó gyökérdarabokból akár mélyebb talajrétegekből is megjelenhet sarj eredetű újulat.

8. táblázat A mesterséges erdőfelújítások területén felvett inváziós fásszárú fajok egyedszámai és azok egy hektárra korrigált darabszáma. (A-fehér akác, BL-mirigyes bálványfa, NYO-nyugati ostorfa, ZJ-zöld juhar, KM-kései meggy, Σ (db)-összes darab, TVR-tarvágás, MEST-mesterséges erdőfelújítás)

típus	terület méret (ha)	A (db)	BL (db)	NY O (db)	ZJ (db)	KM (db)	Σ (db)	A (db/h a)	BL (db/h a)	NYO (db/h a)	ZJ (db/h a)	KM (db/ ha)	Σ (db/ha)
TRV-MEST (vadkizárt) 1 25f	0,53	5858	5	25	1	22	5911	1105 3	9	47	2	42	11153
TRV-MEST (vadkizárt) 2 23h	0,5	71	104	40	10	27	252	142	208	80	20	54	504
TRV-MEST (vadkizárt) 3 19d	1,4	3655	19	122	47	0	3843	2611	14	87	34	0	2745
TRV-MEST (vadkizárt) 4 14a1	2,13	1609	65	184	1	0	1859	755	31	86	0	0	873
TRV-MEST (vadkizárt) 5 19bkst	0,1	12	20	32	101	1	166	120	200	320	1010	10	1660
átlag (±szórás)		2241 (±250 7,9)	42,6 (±41)	80,6 (±69 ,8)	32 (±42, 9)	10 (±13 ,3)	2406,2 (±2465)	2936 (±46 49)	92 (±1,2 ,3)	124(±110 ,7)	213(±445 ,6)	21(± 25)	3386 (±442 5)
TRV-MEST (nem vadkizárt) 1 19b	6,1	1684	1443	1284	1123	306	5840	276	237	210	184	50	957
TRV-MEST (nem vadkizárt) 2 32b	1,1	121	233	97	40	74	565	110	212	88	36	67	514
TRV-MEST (nem vadkizárt) 3 25c	2,6	760	154	183	12	19	1128	292	59	70	5	7	434
TRV-MEST (nem vadkizárt) 4 25f	3,05	9503	791	328	11	45	10678	3116	259	108	4	15	3501
átlag (±szórás)		3017 (±437 1,3)	655,25 (±596, 8)	473 (±54 9)	296, 5 (±55 1)	111 (±13 19)	4552,7 5(±471 8,9)	948(±144 7)	191, 7(±9 0,4)	119(±62, 7)	57(± 85,9)	34,8 (±28 ,5)	1351,5 (±145 1,4)

A sarjzatatással elvégzett természetes erdőfelújítások tömegességi viszonyai

A sarjzatatásos erdőfelújítást követően a hazai nyáras célállományokban szintén viszonylag nagy tömegben vannak jelen az inváziós fásszárú fajok egyedei (átlagosan 1225 egyed/ha).

A vizsgált inváziós fásszárú fajok mindegyike jelen volt majdnem minden vizsgálati helyszínen, azonban denzitasviszonyaikban a sarjzatatott területeken is jelentős különbségek voltak megfigyelhetők (9. táblázat).

9. táblázat A természetes sarjztatásos erdőfelújítások területén felvett inváziós fásszárú fajok egyedszámai és azok egy hektárra korrigált darabszáma. (A-fehér akác, BL-mirigyes bálványfa, NYO-nyugati osterfa, ZJ-zöld juhar, KM-kései meggy, Σ(db)-összes darab, TVR-tarvágás, MEST-mesterséges felújítás, TFSARJ-természetes felújítás sarjról)

típus	terület méret (ha)	A (db)	BL (db)	NYO (db)	ZJ (db)	KM (db)	Σ (db)	A (db/ha)	BL (db/ha)	NYO (db/ha)	ZJ (db/h a)	KM (db/ha)	Σ (db/ha)
TFSARJ (nem vadkizárt) 1 3a	6,6	68	0	27	0	21	116	272	0	108	0	84	464
TFSARJ (nem vadkizárt) 2 3e	3,5	26	0	20	0	1	47	104	0	80	0	4	188
TFSARJ (nem vadkizárt) 3 3f	6,1	38	0	86	1	13	138	152	0	344	4	52	552
TFSARJ (nem vadkizárt) 4 4a	5,5	56	0	100	0	79	235	224	0	400	0	316	940
TFSARJ (nem vadkizárt) 5 7n	2,35	70	108	429	0	27	634	280	432	1716	0	108	2536
TFSARJ (nem vadkizárt) 6 7m	0,2	30	26	162	0	7	225	120	104	648	0	28	900
TFSARJ (nem vadkizárt) 7 23g	0,81	1	0	19	1	3	24	4	0	76	4	12	96
TFSARJ (nem vadkizárt) 8 25d	8,38	114	34	20	0	0	168	456	136	80	0	0	672
TFSARJ (nem vadkizárt) 9 19a	4	105	420	44	49	1	619	420	1680	176	196	4	2476
TFSARJ (nem vadkizárt) 10 4i	5	24	99	34	0	700	857	96	396	136	0	2800	3428
átlag (±szórás)		53,2(±36,5)	68,7(±130, 2)	94,1(±126, 5)	5,1(±15, 4)	85,2(±217, 3)	306(±288,8)	213(±145,9)	275(±520,6)	376(±506)	20(±61,7)	341(±869,2)	1225(±1155,2)

A mesterségesen, illetve sarjztatással elvégzett erdőfelújítások összehasonlítása az inváziós fásszárú fajok tömegességi viszonyai alapján

A sarjztatással elvégzett természetes felújítások területén az egy hektárra vetített összes inváziós faj egyedszáma 1225 db, míg a mesterséges felújítások esetén (vadkizárt, és nem vadkizárt erdőterületek) 2369 db.

A sarjztatott erdőkben a nyugati osterfa denzitása volt a legnagyobb, 3767 db/ha, míg a mesterséges felújításokban a fehér akácé: 18475 db/ha (8. és 9. táblázat).

4.4 A mesterséges felújítások területén elvégzett erdőművelési munkák hatása a lokális tömegességi viszonyokra és a finomléptékű térbeli eloszlásokra

Az inváziós fásszárú fajok denzitásviszonyai a mesterségesen felújított erdőterületek különböző módon művelt részterületein

Vizsgálataim során 44 db vadkizárt és 69 db nem vadkizárt sort, 44 db vadkizárt és 69 db nem vadkizárt sorközt, 25 db vadkizárt és 55 db nem vadkizárt forgót, valamint 29 db vadkizárt és 60 db nem vadkizárt szegélyt mértem fel, összesen bruttó 17,51 ha kiterjedésben.

A mesterséges felújítások részterületein az inváziós fásszárú fajok denzitásviszonyai jelentős szórást mutattak (Melléklet 1. sz. táblázat).

A részterület típusok összehasonlítása alapján a fehér akácnak és a kései meggynek a sorokban volt a legmagasabb átlagos denzitása, a mirigyes bálványfának és a nyugati ostorfának a szegélyekben, a zöld juharnak pedig a sorközökben (10. táblázat).

A vizsgált 5 inváziós fásszárú faj közül a fehér akác az összes részterületen jelen volt. A nyugati ostorfa esetében volt olyan sorköz és forgó, amelyben egyetlen egyedet sem találtam, de a többi részterületen jelen volt. A többi faj (mirigyes bálványfa, zöld juhar, kései meggy) esetében elmondható, hogy az összes részterület típusból volt olyan terület, amelyen nem volt jelen egyetlen egyeddel sem. A minimum denzitások között az abszolút legmagasabb értéke a fehér akácnak volt (18 db/ha, az egyik sorban). A fehér akác kivételével, a legmagasabb minimum denzitással rendelkező faj a nyugati ostorfa (13 db/ha, az egyik szegélyben). A részterületenkénti maximum értékek közül a legalacsonyabbal a kései meggy rendelkezik (7 db/ha, az egyik forgóban). A legnagyobb denzitással egy részterületen az akác rendelkezett (6630 db sorközben). A fehér akác kivételével a legmagasabb denzitással rendelkező faj a nyugati ostorfa (3900 db/ha, az egyik szegélyben).

A súlyozott átlag alapján a legtöbb inváziós egyed a sorközben volt (748 db/ha), amelyben a legnagyobb részaránnyal a fehér akác és legkisebb részaránnyal a kései meggy volt megtalálható (663 db/ha, illetve 3 db/ha). A legkevesbé fertőzött részterület a sor (244 db/ha), amelyben a legnagyobb részaránnyal a fehér akác, legkisebb részaránnyal a kései meggy volt megtalálható (135 db/ha, illetve 18 db/ha).

A 10. táblázatból látható, hogy a fehér akácon kívül a többi (magról jól terjedő) faj összesített denzitása a szegélyekben a legmagasabb.

10. táblázat A mesterséges erdőfelújítások különböző módon művelt részterületein az inváziós fásszárú fajok denzitásvizonyainak jellemzői (minimum és maximum értékek, valamint súlyozott átlagok). (A-fehér akác, BL-mirigyes bálványfa, NYO-nyugati ostorfa, ZJ-zöld juhar, KM-kései meggy, Σ (db)-összes darab.)

	Részterület típus	A (db/ha)	BL (db/ha)	NYO (db/ha)	ZJ (db/ha)	KM (db/ha)	Σ (db/ha)
minimum	sor	18	0	1	0	0	32
	sorköz	8	0	0	0	0	48
	forgó	4	0	0	0	0	10
	szegély	17	0	13	0	0	66
maximum	sor	1838	157	130	560	47	1847
	sorköz	6630	130	90	450	38	6660
	forgó	2502	78	100	10	7	2506
	szegély	4350	2260	3900	210	500	11220
súlyozott átlag	sor	135	37	24	30	18	244
	sorköz	663	26	20	35	3	748
	forgó	358	35	17	4	1	415
	szegély	198	77	92	8	9	384

4.5 A hagyásfák hatása a vizsgált öt inváziós faj lokális tömegességi viszonyaira és megjelenési formájára a mesterséges felújításokban

A hagyásfák közvetlen környezetében található, nem művelt részterületeken a legtöbb mag eredetű újulata a nyugati ostorfának van (57 db); a fehér akácnak nem találtam mag eredetű újulatát a kezeletlen lencsealakú foltokban. A legtöbb sarj eredetű egyed a fehér akáctól származott (153 db), míg a zöld juharnak volt a legkevesebb sarj eredetű egyede jelen a hagyásfák közvetlen környezetében.

A bálványfa és a zöld juhar csekély egyedszámban (6, illetve 8 egyed) volt jelen a vizsgált területeken. A madarak által terjesztett fajok (nyugati ostorfa, kései meggy) az előző fajokhoz képest nagyobb számban voltak jelen (77, illetve 49 egyed) (11. táblázat).

11. táblázat A mesterséges erdőfelújítások hagyásfái körüli műveletlen lencsealakú folton talált inváziós fafajok egyedszáma és eredete. (KST-kocsányos tölgy, A-fehér akác, BL-mirigyes bálványfa, NYO-nyugati ostorfa, ZJ-zöld juhar, KM-kései meggy, m-mag eredetű egyed, s-sarj eredetű egyed, Σ-összes egyed)

mintaterület	hagyásfák (fafajkód, sorszám)	eredet (m/s)	A (db)	BL (db)	NYO (db)	ZJ (db)	KM (db)	Σ (db)
25/F	KST1	m		1	15			16
	KST1	s	5		3	2		10
	KST2	m			3		2	5
	KST2	s	9			1		10
	KST3	m			3		7	10
	KST3	s	6			3	5	14
	KST4	m			2	1	10	13
	KST4	s	6		1		1	8
25/F (nem vadmegkizárt)	KST1	m		1	4		17	22
	KST1	s	14	4	1	1	3	23
19/D	KST1	m						0
	KST1	s	14					14
	KST2	m						0
	KST2	s	9					9
	KST3	m			20			20
	KST3	s	14		4			18
	KST4	m			8		2	10
	KST4	s	5		10		2	17
	HNY5	m			2			2
	HNY5	s	71		1			72
összesen		m	0	2	57	1	38	98
		s	153	4	20	7	11	195

5. Következtetések és javaslatok

Általános következtetések:

A vizsgálatokból megállapítható, hogy a hagyományos erdőművelési és fahasználati munkák az inváziós fásszárú fajok denzitását eltérő mértékben, de növelik. Megállapítható továbbá, hogy az erdőgazdálkodási munkák hatását csak nagy mennyiségű terepen eltöltött idő ráfordításával lehet pontosan leírni. Az időráfordítás növelésével szükséges a mintaszám növelése és a termőhely-típus változat pontos leírása. A kapott eredményeket a szakirodalom és a terepi tapasztalataim alapján a termőhely is nagymértékben képes befolyásolni. A termőhely mellett, a többletvízhatástól független termőhelyeken, a nyári aszályos időjárás is befolyásolhatja az eredményeket. A mag eredetű újulat jelentős létszámcsökkenésre képes egy hét szárazság után is. Ennek megfelelően az itt kapott eredmények máshol való felhasználása során megfelelő óvatossággal kell eljárni. Mindemellett a most kapott eredmények rávilágítanak egy általános jelenségre, amelyet más helyszíneken is érdemes lehet vizsgálni.

Javaslatok:

Az anyafás kísérlet esetében célszerű több mintavételi távolságot kijelölni, az anyafa és a megközelítőleg kettő lombkorona átmérő sugarú területen belül. A kiscsoportos töelválasztás hatását célszerű lenne nagyobb méretben (100-500 m²) vizsgálni, hogy extrapolálható legyen a mikortarvágások térléptékére. A töelválasztást érdemes kombinálni előzetes szelektív vegyszeres előléssel, az előlés hatékonyságának vizsgálata érdekében. Az inváziós fajok mesterséges és természetes erdőfelújítások közötti denzitáskülönbségének vizsgálatát a lehető legrövidebb idő alatt kell elvégezni, hogy az időközben elpusztuló egyedek (szárazság, erdőművelési munkák) ne befolyásolják az eredményeket. Az erdőfelújítások területén található nagyobb méretű inváziós egyedekből tőkorongvétellel megállapítható lehet az az erdőművelési szakasz/művelet, amelyben vagy amely után megjelent (illetve melyeket élte túl) az adott egyed. A hagyásfák körül található lencsealakú foltok vizsgálata idősebb mesterséges és természetes felújításokban célszerű lehet, hogy megfelelő kezelési tervet dolgozhassanak ki az inváziós fajok ellen.

A mirigyes bálványfa denzitásában megfigyelhető változások a töelválasztás hatására

A kísérlet kidolgozásakor felállított hipotézisem az volt, hogy a töelválasztás hatására a mirigyes bálványfa lokális denzitása jelentősen nő, míg a töelválasztással nem kezelt területek esetében a növekedés kisebb mértékű lesz. A kísérletből kiderült, hogy a mirigyes bálványfa

spontán is képes állományának növelésére, de ezt a tulajdonságát a tőelválasztás nagymértékben segíti, összhangban a szakirodalmi forrásokkal (Korda 2019). A zárt állományban végzett kiscsoportos tőelválasztásos vizsgálatból kiderül, hogy a mirigyes bálványfa előzetes vegyszeres előlés nélküli tőelválasztás hatására 116 %-kal nagyobb mennyiségű gyökér-, gyökfő- és tuskósarjat nevel egy vegetációs idő alatt, mint tőelválasztás nélkül. A jelen kísérletben végzett kiscsoportos tőelválasztás a hagyományos mikrotarvágáshoz képest kevesebb zavarással járt (kevesebb a talajra jutó napfény mennyisége, kisebb a talajbolygatás), de így is jelentős volt az egyedszám bővülés. Az előhasználatok közül a mirigyes bálványfa sarjtelepeinek eltávolítására hasonlított a legjobban a kísérletem térléptéke, a hagyományos mikrotarvágásra az itt kapott eredmények nem vonatkoztathatók. A lékekben, a vadnyomás lokális megnövekedése mellett, a mirigyes bálványfát is megemlíti a lehetséges kockázatok között (Csiha 2010). A mirigyes bálványfa tőelválasztás hatására adott sarjtelepképző tulajdonságát már leírták, de nem hasonlították össze a természetes egyedszám-növekedéssel (Demeter és Czóbel 2016). A kísérletből következik, hogy a mirigyes bálványfa telepeinek eredményes felszámolása csak előzetes vegyszeres előléssel kezdődhet.

Az egy egyed szálalással történő eltávolítása esetén, az előzetesen felállított hipotézisem igaznak bizonyult, miszerint az anyafa körül a tőelválasztás hatására a mirigyes bálványfa denzitása nagyobb mértékben fog növekedni, mint a tőelválasztással nem kezelt területeken. A nem kezelt anyafák körül is érzékelhető volt egyedszám-növekedés, de nem akkora mértékű, mint a kezelt területek esetében. Az anyafa körüli egy méter sugarú körön belül tízszeres, az 1 méter és egy lombkoronaátmérő sugarú körön belül közel másfélszeres egyedszámbővülést tapasztaltam a nem kezelt területekhez képest. Az egy átlagos lombkoronaátmérő plusz 1 méter sugarú körön kívüli mintaterületek esetében a külső, jelen vizsgálat során felmérni nem kívánt tényezők miatt az eredmények nem tekinthetők megbízhatónak. Az egyedszámváltozásra valószínűleg hatással van a fizikai talajféleség, a hidrológia, valamint a klíma, mivel a mélyebb fekvésű nedvesebb területen található mintaterületen az átlagtól nagymértékben eltérő egyedszámváltozást tapasztaltam. A mirigyes bálványfa tőelválasztása után megfigyelhető nagy mennyiségű sarj eredetű újulat megjelenését már több esetben leírták (Csiszár 2010, Csiszár és Korda 2015, Demeter és Czóbel 2016), de a sarjképzés távolsággal arányos tömegességi lefutását ezidáig nem kutatták. A mirigyes bálványfa szálalással történő fahasználata előzetes vegyszeres előlést követően történhet meg, ha az intenzív sarjadást el kívánjuk kerülni.

A mesterséges és a természetes erdőfelújítások összehasonlítása

Előzetes hipotézisem az volt, hogy a teljes talajelőkészítést követően elvégzett mesterséges felújításokban a magbank pusztulásának következtében az egységnyi területen található inváziós fajok lokális tömegessége szignifikánsan alacsonyabb lesz, mint a természetes sarjztatásos felújításokban. Ehhez képest a vadkizárt mesterséges erdőfelújítások területén az inváziós fajok denzitása közel háromszor nagyobb volt, mint a nem vadkizárt sarjztatott erdőállományokban. A nem vadkizárt mesterséges erdőfelújítások területén a sarjztatott erdőfelújításokkal összehasonlítva 1,1-szer nagyobb az inváziós fajok denzitása. A mesterséges erdőfelújítások területén a fehér akác és a többi (magról jól terjedő) faj is tömegesen fordult elő. Az eredmény véleményem szerint a vadkizárt területeken jellemző alacsony vagy akár zéró vadnyomás és a szabad talajfelszín következtében alakult ki. A vizsgálatomhoz hasonló felbontású szakirodalmat nem találtam, de a degradált, illetve akár csak ideiglenesen bolygatott talajfelszínű területek az összes inváziós faj megjelenésének kedveznek (Csiszár 2012, Csiszár, és Korda 2015).

Az eredményekből következik, hogy a természetes erdőfelújítás az inváziós fajok alacsony kezdeti denzitása esetén jól alkalmazható, míg magas denzitásuk esetén a vadkizárás nélküli mesterséges felújítást célszerű alkalmazni az inváziós fajok hatékony visszaszorítása érdekében. Ezt a felújítandó terület természeti értékei természetesen felülírhatják (a magas természeti értékű gyepszinttel rendelkező állományok mesterséges felújítása természetvédelmi szempontból általában problémás). A teljes mentességet az eredményeim alapján nem lehet elérni hagyományos erdőművelési munkák alkalmazásával, ezért speciális szaktudást és eszközöket szükséges alkalmazni az inváziós fajok érdemi visszaszorítására. Ennek oka lehet a nagyobb felületű nyílt talajfelszín, valamint a gyökér- és hajtáskonkurencia hiánya a mesterséges erdőfelújításos területeken. A mesterséges felújítások során a talajbolygatás segíti a gyökérsarjak megjelenését azok szaggatásával, kiváltképp a fehér akác esetében. Ezzel ellentétben a mesterséges erdőfelújítás nem növelte a zöld juhar és a kései meggy egyedszámát, sőt a mintaterületek egy részén el is tüntette azokat. A mintaterületek mérete közötti nagy különbség következtében az adatok pontosításához további mintaterületek felmérése szükséges a sarjztatott erdőállományok esetében.

A mesterséges erdőfelújítások területén található inváziós fajok denzitásviszonyai

A mesterséges felújításon átesett erdőrészekre előzetesen úgy gondoltam, mint kevésbé fertőzött területekre, melyeken az inváziós fajok kis számban, csak a szegélyekben fordulhatnak elő. Az előzetes feltételezéseim a vizsgálat végére megdőlték, mivel a denzitás a szegélyekben

volt ugyan a legmagasabb, da a sorközökben is jelentős denzitással voltak jelen a vizsgált inváziós fásszárú fajok.

A vadkizárt mesterséges erdőfelújítások részterületei között az inváziós fajok legnagyobb területmérettel súlyozott tömegességgel a sorközökben voltak jelen. A legkisebb területtel súlyozott denzitással a sorokban voltak jelen az inváziós fajok. A kései meggy és a zöld juhar a vizsgálat alapján kisebb maximális denzitással volt jelen a mesterséges erdőfelújítások területén, mint a fehér akác, a mirigyes bálványfa és a nyugati ostorfa. A zöld juhar alacsonyabb maximális denzitása a termőhelyi adottságokkal magyarázható: többletvízhatástól független területeken nem képes olyan jelentős terjedésre, mint a többletvízhatás alatt álló termőhelyeken, ezért hátrányba kerül a többi inváziós fajjal szemben (Csiszár 2012). A kései meggy a madarak által terjesztett fajok közé tartozik (Nemes és mtsai. 2018), és valószínűnek tartom, hogy a nyílt területek fölött a madarak nem tartózkodnak elég ideig ahhoz, hogy oda a magokat kijuttassák. Az eddigi kutatások az erdőrészek közötti terjedésüket vizsgálták (Tiborecz és mtsai. 2019), míg egy erdőrészen belüli eloszlásukat tudtommal ezidáig nem kutatták. Legfontosabb következtetésem ezzel kapcsolatban az, hogy az Alföldre jellemző teljes talajelőkészítést követő mesterséges felújítás az inváziós fajokat nem volt képes teljes mértékben eltüntetni a kezelt területről.

Az inváziós fásszárú fajok aránya a hagyásfák körüli lencsealakú foltokon

A mesterséges erdőfelújítások területén található hagyásfák körüli műveletlen, lencsealakú foltokat előzetes véleményem alapján igen fertőzött részterületeknek gondoltam. A vizsgálat során ki is derült, hogy a kis térbeli kiterjedés ellenére jelentős mennyiségű inváziós fásszárú egyed van jelen ezeken a területeken.

A mesterséges felújításokban található hagyásfák körül az inváziós fajok mag- és sarjeredetű egyedei egyaránt megtalálhatóak. A mesterséges erdőfelújítások területén álló hagyásfák körül több sarj eredetű inváziós faegyedet találtam, mint mag eredetűt. Az akác agresszív gyökérsarjképző tulajdonsága következtében a legnagyobb mennyiségben megjelenő inváziós fásszárú faj volt a vizsgált területrészekben. A nyugati ostorfa és a kései meggy tömeges megjelenésüket valószínűleg a madaraknak köszönhetik, azok ürülékével terjednek a pihenő/éjszakázó helyeik környékén (Ónodi 2016). Az akác nagy mennyiségű sarj eredetű újulatát a környező terület talajművelése során végzett gyökérszaggatás következményének gondolom. A mirigyes bálványfa alacsony egyedszámára nem tudok magyarázattal szolgálni. Az eredmények extrapolálása más területekre csak kiegészítő vizsgálatok mellett történhet meg.

5.1 Javaslatok

Az anyafás kísérlethez hasonló kísérlet esetében, a központi egyed körül sűrűbben érdemes felállítani a mintavételi távolságokat.

Azon inváziós fajoknál, amelyeknél ismert az agresszív sarjképzés, a tőelválasztás előtt szelektív vegyszeres előlést javaslok. A mirigyes bálványfa esetében a biológiai védekezés lehetőségének kísérletes vizsgálatát (*Verticillium* spp.) a lehető leghamarabb érdemes elkezdni, kiváltva ezzel a glifozát hatóanyagú totális gyomirtószer hegemoniáját (Izsépi 2018).

Nagyfokú fertőzöttség esetén a teljes talajelőkészítés lehetőségét fenn kell tartani. A talajelőkészítés során bekövetkező gyepszintpusztulást, a régészeti leletek sérülését, valamint a művelet magas költségét mérlegelni kell.

A természetes felújítás sarjról jó megoldás lehet értékes gyepszint jelenléte esetén. A sűrű állomány és a talaj bolygatásának hiánya az inváziós fajok megjelenését csökkentheti. A jelenlegi általános gyakorlattól eltérően a sarjaztatott területeken is javasolt az inváziós fásszárú fajok célzott kezelése.

A hagyásfák meghagyását kívánatosnak tartom az erdő szerkezeti diverzitásának növelése érdekében, de a talajelőkészítésen nem átesett lencsealakú foltot gyomlálással, és egyéb szelektív gyomirtó módszer alkalmazásával javaslom inváziós fajoktól mentesen tartani. A mirigyes bálványfa kockázatbecslését már elvégezték erdészeti tájak szintjén az országban. A kutatásból kiderült, hogy a vizsgálati területtel szomszédos, több szempontból hasonló területek vannak kitéve legjobban az inváziós fajok nyomásának. A vizsgálatom rámutat arra, hogy az aktív gazdálkodás képes növelni a mirigyes bálványfa lokális denzitását. A tőelválasztásra adott rendkívüli sarjadási képessége miatt az előzetes vegyszeres előlést (kéregsebzés–ecsetelés, fűrés–injektálás) javaslom, mert a helytelen kezelés segíti a robbanásszerű terjedést, illetve állománynövekedést.

A véghasználatot követően tolólapos munkagéppel tuskózást nem javaslom, mert az a tuskókat a magbank egy részével együtt az erdőrészletben deponálja, inváziós forrópontot létrehozva. A tuskózást villás vagy csipeszes tuskókiemelő géppel javaslom elvégezni, mivel így a gyökerek nagyobb aránya kerül eltávolításra. A tuskómaradványok elszállítását célszerűnek tartom. A területet gyökérfésüléssel és a gallyfa eltávolításával kell kezelni a mélyszántást megelőzően (http11). Az ápolási munkák során a szegélyek kaszálását, valamint a hagyásfák körül található jelen pillanatban még műveletlen lencsealakú foltok kézi eszközökkel történő ápolását (irtókapa, sújtókés) tartom célszerűnek az inváziós fajok egyedszámának csökkentése érdekében.

5. Összefoglalás

Az inváziós fajok térhódítása legalább olyan veszélyt jelent az ökoszisztémákra és azok szolgáltatásaira, mint a klímaváltozás vagy a területhasználat-váltás. A XIX-XX. században végzett erdőtelepítési munkák következtében az országot és azon belül különösen az Alföldet elárasztották az inváziós fásszárú fajok. Napjainkban az erdészet és a természetvédelem egyaránt meg kíván szabadulni a legtöbb, a csekély materiális és immateriális értéket hordozó inváziós fajoktól, de egyes erdőgazdálkodási technológiák direkt vagy indirekt módon segítik a fajokat.

Vizsgálataimat a Dunamenti-síkság és a Pesti-síkság határán található Peszéri-erdőben végeztem. Kísérletem alanyai a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a kései meggy (*Prunus serotina*), a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*), a nyugati osterfa (*Celtis occidentalis*) és a zöld juhar (*Acer negundo*) voltak. Célom az erdőművelési munkák inváziós fásszárú fajokra gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Az egyik kísérlet a tűelválasztás hatásának vizsgálata volt kis csoportban elvégzett tűelválasztás és szálalásos fahasználati módszerek alkalmazása mellett a mirigyes bálványfa esetében. A következő a teljes talajelőkészítést követő mesterséges felújításban megjelenő inváziós fajok denzitásának összehasonlítása a természetes sarjzattal történő erdőfelújításokban rögzített sűrűségi adatokkal. A harmadik témám az említett öt faj fajonkénti és részterületenkénti arányának és denzitásának vizsgálata volt a teljes talajelőkészítés után történő mesterséges erdőfelújítások területén, a belső részterületeken. Végül a teljes talajelőkészítéses mesterséges erdőfelújítások területén található hagyásfák körüli lencsealakú kezeletlen foltok hatását kívántam vizsgálni az inváziós fajok lokális tömegességi viszonyaira.

A BACI módszert alkalmazva a következő műveleteket végeztem el. A mintaterületek felén végeztem tűelválasztást, az anyafás és a kiscsoportos tűelválasztás kísérlet területén egyaránt. Az első felvételezést február-márciusban végeztem, egy időben a tűelválasztással, a visszaellenőrzésekre augusztusban került sor.

A mirigyes bálványfa esetében a tűelválasztás minden esetben növelte a mintaterületen található egyedek lokális abundanciáját. A sarjzattal és mesterséges erdőfelújítások közül a sarjzattal erdőfelújításban tapasztaltam alacsonyabb inváziós-faj-tömegességet, valószínűleg a gyökér- és hajtáskonkurencia, valamint a szabad talajfelszín hiánya miatt. A mesterséges erdőfelújítások részterületein a legtöbb inváziós egyed vadkizárt erdőterület esetében a szegélyben, nem vadkizárt terület esetében a sorközben található. A hagyásfák körüli

lencsealakú foltokon az akác jelent meg legnagyobb mennyiségben, de a kései meggy és a nyugati osterfa is tömegesen előfordult a madarak által végzett endozoochóriának köszönhetően.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Dr. Vadász Csabának a féléves szakmai gyakorlatom tartalmas eltöltéséért és a dolgozatom készítése során nyújtott folyamatos szakmai segítségéért. Köszönöm a vizsgálati módszerek és a kísérletek megtervezésében, valamint a helyes elemzési módszerek és következtetések megfogalmazásában nyújtott segítségét.

A dolgozatom helyes megfogalmazásában, és az esztétikai értékének javításában, valamint az érthetőségének javításában végzett munkájáért köszönettel tartozom Dr. Malatinszky Ákosnak. Köszönöm az OAKEYLIFE projektben dolgozó minden személynek a terepen nyújtott segítségét, valamint a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságnak és a Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.-nek a szakmai gyakorlatom és a kísérleteim elvégzéséhez biztosított segítséget.

8. Irodalomjegyzék

- Bartha D., Oroszi S. (2003): Az alföldfásítási programok története, különös tekintettel a természetvédelem kérdéskörére Erdészettörténeti közlemények 60, 34-63 p.
- Barta T. és mtsai (2004): A fekete nyár (*Populus nigra* L.) Nyugat –magyarországi Egyetem Sopron
- Bordács Sándor, Bach I., Pintér B. (2019) Erdészeti nemesített fajták erdősítésekhez, fásításokhoz Nemzeti Agrárgazdasági Kamara Bp.
- Böloni J., Molnár Zs., Kun A. (2011): Magyarország élőhelyei. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót 335-339, 344-349 p
- Csőre Pál (1972): Az Országos Erdészeti Egyesület Erdészettörténeti Szakosztálya Erdészeti Műszaki és Szervezési Iroda.Bp.
- Csiha I., Rásó J., Keserű Zs., Kamandiné Végh Á. (2010): Minimális talajbolygatásos erdő-felújítási kísérletek a püspökladányi szikkkísérleti telepen. OEE Kutatói Nap absztraktkötete Kecskemét 44-49 p
- Csiszár Á. (2012): Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron 10, 95-99, 108-113, 127-138, 145-149,
- Csiszár Á., Korda M. (2015): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Esztergom 57-60, 91-98, 177-184 p.
- Czékus G. (2018): A migráció Biológus szemmel. Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka 45-54 p.
- Demeter A., Czóbel Sz. (2016): A mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) hazai kutatásainak áttekintése és inváziójának. Természetvédelmi közlemények 22. 20-32p.
- Dodet M., Collet C. (2012): When should exotic forest plantation tree species be considered as an invasive threat and how should we treat them? Biological Invasions 14. 9 1765-1778 p.
- Erdélyi A. Hartdégén J., Molnár Á., Hajagos G., Vadász Cs. (2019): A mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) finomléptékű elterjedésének vizsgálata archív és recens adatok alapján a Peszéri-erdőben. Tájökológiai Lapok 17.1 75-84 p.
- Erdélyi A. Hartdégén J. Malatinszky Á. Lestyán Cs., Vadász Cs. (2021) Egyes erdészeti beavatkozások hatása a mirigyes bálványfa terjedésére meszes homoki erdőkben Erdészeti Lapok 156. 4. 142-147 p.
- F. Stuart C., Erika S. Z., Valerie T. E., Rosamond L. N., Peter M. V., Heather L. R., mtsai (2000):Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405, 234–242 p
- Gencsi L., Vancsura R. (2002): Dendrológia. Mezőgazda kiadó, Bp.
- Izsépi F., Varjas V., Tóth T., Lakatos T. (2018): A bálványfa verticilliumos hervadása lehetősége a biológiai védekezési eljárás kidolgozására. Alföldi Erdőkért Egyesület Lakitelek 23-27 p
- Garnas J.R. (2011): Subcontinental impacts of an invasive tree disease on forest structure and dynamics. *Journal of Ecology* 99.2 532-541 p
- Juhász M. (2012): Kései meggy (*Prunus serotina* Ehrh.). Erdészettudományi közlemények 8.2 61-70 p

- Korda M. (szerk.) (2016): Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Esztergom 41 p.
- Korda M. (2019): A Magyarországon inváziós fajok elterjedésének és elterjesztésének története. Doktori (PhD) Értekezés Tézisei Soproni Egyetem, Sopron 3-18 p
- Kurys A., Szabó L., Heltai M. (2015): Az aranyakál „jelenség” és ami mögötte van: az első nemzetközi sakál-szimposium tapasztalatai alapján. First International Jackal Symposium Kaposvári Egyetem, Kaposvár.
- Kutszegi G., Papp V. (2016): Erdőgazdálkodási javaslatok a nagygyomok funkcionális és faji sokféleségének megőrzésére. In: Korda M. (szerk.): Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. Tanulmánygyűjtemény. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Esztergom. p. 33–56 p
- Molnár M., Varga Sz. (2009): Bálványfa – áldás vagy átok? Természet Világa 140. 7 329-330 p.
- Móra F. (1956): Ásatás a szeged-öttömösi Anjou-kori temetőben. A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve Szeged 11-14 p.
- Nemes V., Csiszár Á., Bartha D. (2018): A kései meggy (*Prunus serotina* Ehrh.) előfordulásának vizsgálata a nagylózi fajok-összehasonlító kísérlet területén. Erdészettudományi közlemények 8.2 61-70 p.
- Ódor P. (szerk.) (2015): A biodiverzitást meghatározó környezeti változók vizsgálata az őrségi erdőkben. MTA Ökológiai Kutatóközpont, Vácrátót.
- Ónódi G. (2016): Az idegenhonos, illetve inváziós fajok élőhelyformáló hatásai. Erdészettudományi Közlemények 6. 2 101-113 p.
- Haysom K.A., Murphy S.T. (2004): The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat. CABI Bioscience 31 4. 5-8 p.
- Patócskai Z., Bidló A., Kovács G., Heil B. (2001): Az erdészeti termőhelyi tényezők és a fatermőképesség közötti kapcsolat számszerű meghatározása. NYME NTI Termőhelyismerettani Intézeti Tanszék, Sopron.
- Rudolf, K., Pál-Fám, F. (2005): Makrogombák funkcionális eloszlásának vizsgálata erős antropogén hatásnak kitett élőhelyeken a Belső-Cserehátban. Mikológiai Közlemények, Clusiana 44/1–2: 37–44.
- Sipos Ferenc (2016): A nyárlőrinci-erdő kiemelt jelentőségű természetmegőrzési területek (HUKN20034) Natura 2000 fenntartási terve. Tiborcz V., Major F., Zagyvai G., Bartha D. (2019): Négy özönfaj (fehér akác, zöld juhar, amerikai kőris, mirigyes bálványfa) inváziós veszélyeztetésének kockázatbecslése az országos erdőállomány adattár alapján. Tájökológiai Lapok 17. 1 93-106 p.
- Udvardy L. (2004): Zöld juhar (*Acer negundo* L.). In: Mihály B. és Botta-Dukát Z. (szerk.): Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- Varga Z. (2017): Biológiai invázió általános kérdései. Magyar Tudomány 174. 4 388-394 p.
- Zhe B. (2015): Biotic Interaction of Invasive, Early-Succession Trees and Their Effects on Community Diversity: a Multi-Scale Study Using the Exotic Invasive *Ailanthus altissima* and the Native *Robinia pseudoacacia* in the MidAppalachian Forest of Eastern United States Virginia Tech Blacksburg
- Internetes források:

http1: <https://ipbes.net/models-drivers-biodiversity-ecosystem-change> Letöltve:2021.10.12

http2:<http://jasius.hu/lepidopterology/antyam.html> Letöltve: 2021.10.05

http3:http://kefag.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=41&lang=hu Letöltve 2021.11.02

http4:<https://termeszettvedelmikezeles.hu/adatlap-inovenyek?showAll=0&id=2238> Letöltve: 2021.10.05

http5:https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/960987/JELKULCS_Erd%C5%91terv+hat%C3%A1rozat_k%C3%B3dtartalma_mell%C3%A9klet.pdf/eb4c3649-1cdf-484c-10ad-3a67a2794088 Letöltve:2021.10.11

http6:https://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/24.%20Erdeszeti%20ismeretek_A1.pdf
Letöltve:2021.10.11

http7:http://www.termeszettvedelem.hu/_user/browser/File/Natura2000/SAC_Celkituzesek/KNPI_SAC_celkituzesek/HUKN20002.pdf Letöltve: 2021. július 20.

http8: <http://molnarabel.blogspot.com/> Letöltve: 2021. 07. 25.

http9: <http://www.oakey.life.hu> Letöltve: 2021.10.05

http10:<https://natura2000.eea.europa.eu/natura2000/SDF.aspx?site=hukn20002> Letöltve: 2021. 07. 25.

http11: <http://www.invaziosfajok.hu/hu/utmutatok/9> Letöltve:2021.10.12

9. Mellékletek



Egy tűelválasztással kezelt mirigyes bálványfa egyed, a gallyazás és darabolás után. A faanyag a mintaterületről kiközelítésre került, a talajon látható a belső gyűrű külső határát jelző erdészeti jelölőfesték gyűrű (Kunpeszér 19/a blc4-es területen). Saját fotó.



Egy tűelválasztással kezelt egyed tuskója, valamint gyökfő- és tuskósarjai a Kunpeszér 19/a blc4-es területen. Saját fotó.



Sarjztatott erdőrészlet 2021 augusztusában (Kunpeszér 4/I). Saját fotó.



Mesterségesen felújított erdőrészlet, előtérben a sorban technológiai hibaként megmaradt 2 méter feletti zöld juharral (Kunpeszér 25/F). Saját fotó.



Bekerített kocsányos tölgy mesterséges felújítás a területen hagyott idős kocsányos tölgy hagyásfákkal (Kunpeszér 25/f erdőrészlet). Saját fotó.



A Kunpeszér 19/B erdőrészlet területén található mirigyes bálványfa mintaterületem a nyár végi visszaellenőrzéskor. A területen található mirigyes bálványfákat (kék színkódú) BFA hatóanyagú totális gyomirtószerral kezelték, ezért a terület adatait nem vettem figyelembe az értékelés során. Saját fotó.



Balról egy mag eredetű, jobbról egy sarj eredetű egy vegetációs idő alatt nőtt mirigyes bálványfa egyed. Saját fotó.

Melléklet 1. számú táblázat A mesterséges felújítások területén felvett egyedek darabszáma, és azok területarányosan 1 ha-ra extrapolált értékei. (A–fehér akác, BL–mirigyes bálványfa, NYO–nyugati osterfa, ZJ–zöld juhar, KM–kései meggy, Σ (db) összes egyed)

minta- terület	terület típusa	részterület típus	A (db)	BL (db)	NYO (db)	ZJ (db)	KM (db)	Σ (db)	A (db/ha)	BL (db/ha)	NYO (db/ha)	ZJ (db/ha)	KM (db/ha)	Σ (db/ha)
1.terület	Vadkizárt erdőterületek	sorok	974	0	2	1	2	979	1838	0	4	2	4	1847
0,53		sorközök	3514	0	14	0	2	3530	6630	0	26	0	4	6660
		forgók	1326	0	2	0	0	1328	2502	0	4	0	0	2506
		szegélyek	44	5	7	0	18	74	83	9	13	0	34	140
2.terület		sorok	17	24	6	0	3	50	34	48	12	0	6	100
0,5		sorközök	19	36	17	4	19	95	38	72	34	8	38	190
		forgók	2	2	0	1	0	5	4	4	0	2	0	10
		szegélyek	33	42	17	5	5	102	66	84	34	10	10	204
3.terület		sorok	298	9	15	13	0	335	213	6	11	9	0	239
1,4		sorközök	3281	7	22	26	0	3336	2344	5	16	19	0	2383
		forgók	46	3	23	8	0	80	33	2	16	6	0	57
		szegélyek	30	0	62	0	0	92	21	0	44	0	0	66
4.terület		sorok	66	0	3	0	0	69	31	0	1	0	0	32
2,13		sorközök	101	1	1	0	0	103	47	0	0	0	0	48
		forgók	1353	24	12	0	0	1389	635	11	6	0	0	652
		szegélyek	89	40	168	1	0	298	42	19	79	0	0	140
5.terület	Nem vadkizárt erdőterületek	sorok	5	7	13	56	1	82	50	70	130	560	10	820
0,1		sorközök	2	13	9	45	0	69	20	130	90	450	0	690
		forgók	5	0	10	0	0	15	50	0	100	0	0	150
		szegélyek	435	226	390	21	50	1122	4350	2260	3900	210	500	11220
6.terület		sorok	172	365	341	448	286	1612	28	60	56	73	47	264
6,1		sorközök	51	309	207	507	7	1081	8	51	34	83	1	177
19b		forgók	91	475	207	61	4	838	15	78	34	10	1	137
		szegélyek	1370	294	529	107	9	2309	225	48	87	18	1	379
7.terület		sorok	62	173	15	11	21	282	56	157	14	10	19	256
1,1		sorközök	18	25	19	29	25	116	16	23	17	26	23	105
32b		forgók	22	23	35	0	8	88	20	21	32	0	7	80
		szegélyek	19	12	28	0	20	79	17	11	25	0	18	72
8.terület		sorok	47	48	12	8	3	118	18	18	5	3	1	45
2,6		sorközök	31	56	55	2	2	146	12	22	21	1	1	56
25c		forgók	391					391	150	0	0	0	0	150
		szegélyek	291	50	116	2	14	473	112	19	45	1	5	182
9.terület		sorok	724	26	5	1	0	756	237	9	2	0	0	248
3,05		sorközök	4598	6	16	0	0	4620	1508	2	5	0	0	1515
25f		forgók	3035	86	14	1	0	3136	995	28	5	0	0	1028
		szegélyek	1146	673	293	9	45	2166	376	221	96	3	15	710