

## **Szakmai beszámoló**

### **Előzmények**

Az invázív növények terjedését, ennek okait világszerte vizsgálják. Meglévő távérzékelési eljárásokat kezdenek csatasorba állítani a területek növényzetének elemzésére. Az invázív növények visszaszorítására léteznek különféle védekezési eljárások, - főleg kézi, egyedi módszerekkel (injektálás) - de ezeket rendszerint hatásvizsgálat nélkül alkalmazzák, a gyakorlatban nem kigazdálkodható költségszinteken. Magyarországon a témában kísérleti munkát és technológiai fejlesztéseket a konzorcium vezető végez, (felmérés metodika, injektálásos, kéregkenéses vegyszeres technológia kidolgozása) erdőterületeken. A konzorcium tagjai tisztában vannak a jelenleg alkalmazott erdőápolási és gazdálkodási gyakorlat hibáival (pl. mechanikus ápolások), melyekkel gyakran az eredeti céllal ellentétben az invázív növény terjedését segítik elő. Ugyanakkor nem rendelkezünk olyan komplex technológiával, amely megoldást nyújtana az invázió megfékezésére, a probléma hatékony, gazdaságosan kivitelezhető kezelésére.

A bálványfa jelenléte a 2000-es évek elejére kezdett olyan mértékűvé válni, ami jelentősen megnehezítette és megdrágította az erdőfelújításokban az ápolások kivitelezését. Kezdetben a hatékony vegyszeres technológia hiányában a mechanikus ápolások tovább növelték a bálványfa állományt., Az erdősítések bejezése után a területen lévő bálványfák termőre fordulása tovább növelte a faj terjedését. Jelenleg éves szinten több százmillió forintba becsülhető az a többletköltség/célállomány növedékveszteség ami a bálványfa elterjedésének köszönhető. Növeli a problémát, hogy az erdészeti hatóság nem rendelkezik megfelelő ismeretekkel a bálványfa kérdésének súlyosságáról. A megelőző intézkedések, kezelések különösen azokon a területeken, fontosak, ahol még csak kis számban fordul elő bálványfa. További probléma, hogy az egységes hatósági szabályzás is hiányzik a problémával kapcsolatban.

Összefüggő erdőterületeken rendkívül nehézkes, (járhatatlanul sűrű fiatalosokban lehetetlen), a terjedés gócpontjaként előforduló magtermő faegyedek megtalálása. Ezen egyedek felderítése és eltávolítása kulcsfontosságú a további terjedés megakadályozásában. A tervezett innováció egy dróntechnológián alapuló felvételezési gyakorlat kialakítása, multispektrális fényképezéssel és szoftveres térkép összeállítással, amelynek segítségével, gyorsan és pontosan feltérképezhető a bálványfák helyzete, így sokkal nagyobb hatékonysággal és olcsóbban kivitelezhető a védekezés.

### **Megvalósítás - távérzékelés-adatfeldolgozás 1. ütem**

A projekt során kifejleszteni kívánt technológiai eljárás célja drónfelvételezés segítségével a bálványfa, mint agresszív inváziós növény gyors és hatékony azonosítása fiatal és idősebb erdőállományokban. A projekt másik fontos eleme a légi felvételekkel azonosított bálványfa egyedek terjedésének megállítása, a terjedés sebességének csökkentése, az erdei ökoszisztéma természetességének megtartása és javítása a bálványfák célzott vegyszeres kezelése révén.

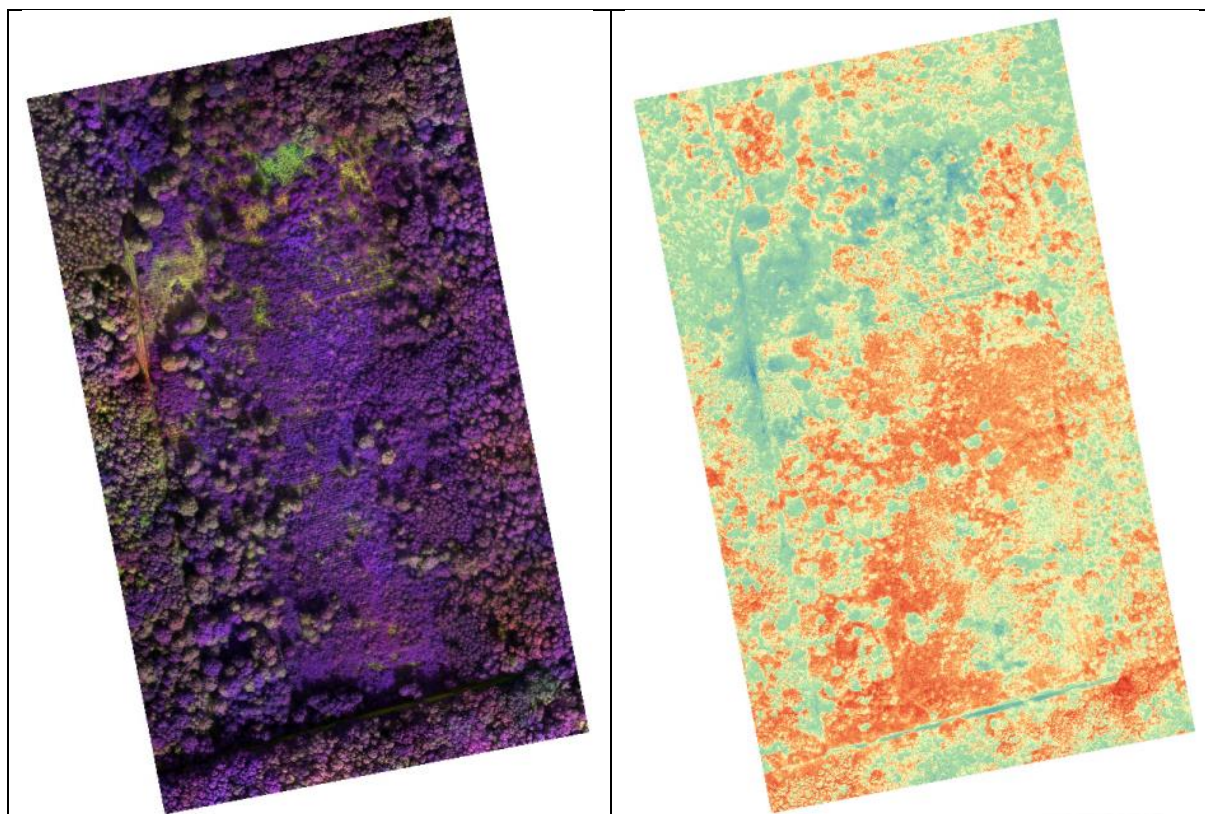
## *Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára*

A projekt első mérőföldkövében meghatározott feladat a kiválasztott erdőállományok lerepülése, majd az elkészült fotók elemzése alapján a bálványfák elterjedését mutató koordináta helyes térképi állomány létrehozása.

1. táblázat – Az első körben a Szentai erdőtümbben lerepült területek listája

Tag	Erdőrészlet	Terület/ha	Kor	Fafajösszetétel
Szenta	98 I	7,6	5 éves	Vörös tölgy, Hegyi juhar, Kései meggy, Akác,
Szenta	99 H	0,68	5 éves	Akác
Szenta	97 B	2,39	6 éves	Csertölgy, Kocsányos tölgy
Szenta	97 D	7,57	7 éves	Kocsányos tölgy, Csertölgy, Akác
Szenta	97 F	3,37	7 éves	Csertölgy, Kocsányos tölgy, Mézgas éger
Szenta	97 M	2,72	6 éves	Kocsányos tölgy
Szenta	97 N	4,58	5 éves	Kocsányos tölgy
Szenta	96 J	1,38	11 éves	Akác
Surd	19 E	5,28	4 éves	Akác

A konzorciumi erdőgazdálkodók javaslatai alapján kiválasztottunk veszélyeztetettnek ítélt erdőállományokat, majd ezekben az állományokban 2020 őszén, távérzékeléssel felmértük a vegetációt és létrehoztuk a koordináta helyes térképi állományokat. **(1. melléklet)**



1. ábra Szenta 99/I erdő részlet multispektrális drón felvétele hamis színes (közel infravörös) megjelenítésben (bal) és számított NDVI index (jobb)

A légi felvételek elemzése során igyekeztünk elkülöníteni az állományokban található fafajokat, különös tekintettel a bálványfa egyedekre. Az elemzések eredményeként pontos koordinátákkal jelöltük a fotókon bálványfának tűnő egyedeket. **(2. melléklet)** A terepi validálás 2021 júniusában kezdődött, amikor a vegetáció már teljes egészében kifejlődött, az egyes fafajok, így a bálványfák is teljes mértékben kihajtottak. A validálás során felkerestük a

## **Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára**

megadott erdőrészeket és a GPS koordináták alapján megkerestük a bejelölt mintafákat. Az eredményeket feljegyeztük, az egyes fák helyzetét fotókkal dokumentáltuk.

A validálás során megállapítottuk, hogy a megjelölt pontokban álló mintafák, jellegükben, lombzatuk formájában, alakjában, színében eltérnek az állományt alkotó fő fafajtól, de nem minden esetben bálványfát jelölnek. Pl. a Szentá 99/H akác erdőrészletben a koordináták alapján azonosított fák szelíd dió egyedek voltak, illetve egy esetben cser. Hasonlóakat tapasztaltunk a többi erdőrészlet vizsgálata során is. Ugyanakkor több esetben találtunk olyan bálványfákat a vizsgált erdőrészletekben, amelyek nem voltak bejelölve a térképen. Elképzelhetőnek tartjuk, hogy ennek egyrészt az lehet az oka, hogy a repülések előző évben történtek, míg a validálás már ebben a vegetációs időszakban, így az általunk észlelt bálványfa csemeték fiatal egyedek, így az előző évben még nem voltak jelen a területen, vagy igen aprók lehettek. A jelöletlen bálványfák helyzetét pontosan bemértük, jelöltük. A továbbiakban a légi felvételeket újra megvizsgáljuk azzal a céllal, hogy pontosítsuk a bálványfa fotometriai azonosítási módszerét.

A fotogrammetriai azonosítási módszer finomítása célból retrospektív vizsgálatokat kijelölése vált szükségessé. Ennek lényege, hogy olyan erdőrészeket keresünk fel, ahol egyértelműen megtalálhatóak az állományban a bálványfák. Ezek helyzetét az erdőrészleten belül, GPS koordinátákkal pontosan rögzítjük. A felvételezést követően ezekről a területekről légi térképezést végzünk és az ennek eredményeként elkészült felvételeken beazonosítjuk a felszínen rögzített bálványfákat és pontosan meghatározzuk a spektrális tulajdonságaikat. Ezzel a módszerrel reményeink szerint jelentősen finomítható lesz a légi úton történő bálványfa azonosítás.

2. táblázat – A retrospektív vizsgálatokhoz kiválasztott erdőrészek

Tag	Erdőrészlet
Belezna	34 A
Belezna	36 E
Belezna	21 E
Belezna	21 F
Szenta	95 E
Nagybajom	25 A
Nagybajom	24 M
Nagybajom	24 H

A retrospektív vizsgálatokhoz jellemző sűrű/ritka bálványfa előfordulású különböző korú erdőrészeket választottunk ki. Az erdőrészekben található a környezettől elkülönülő bálványfafoltokat felmértük és fényképeket, illetve koordinátákat rögzítettünk a TopoXpress szoftver segítségével és az előfordulási adatokat használtuk tanítóadatként.

A képosztályozások a multispektrális légifelvételen, az alábbi négy spektrális csatornán történtek:

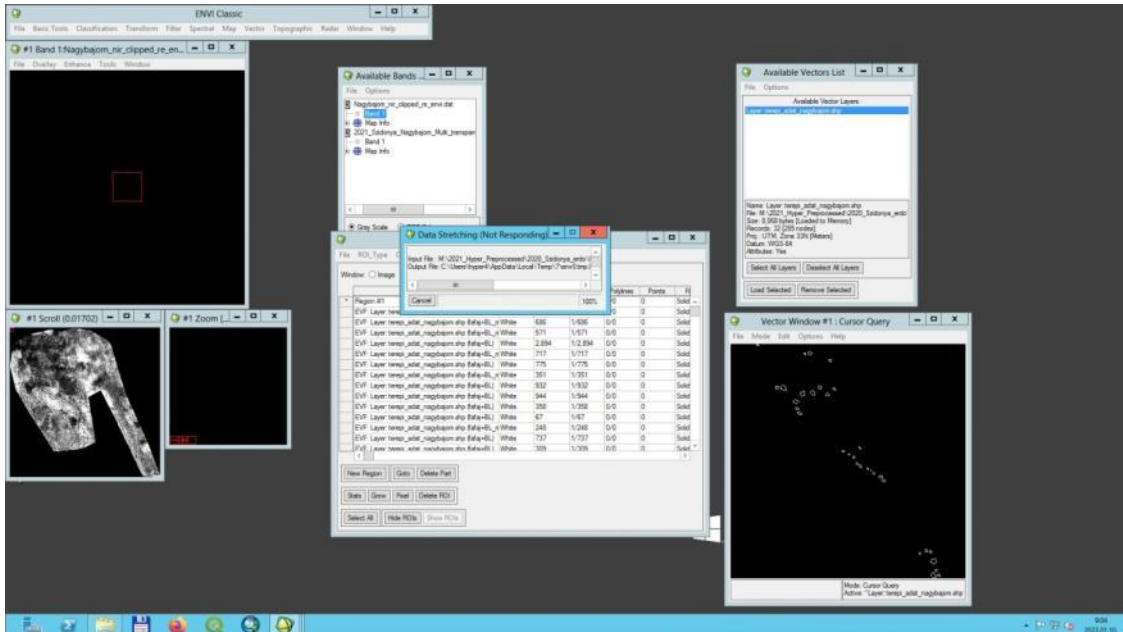
- zöld (GREEN): 530-570 nm, sávszélesség: 40 nm;
- vörös (RED): 640-680 nm, sávszélesség: 40 nm;
- vörös él (REP): 730-740 nm, sávszélesség: 10 nm;
- közeli infravörös (NIR): 770-810 nm, sávszélesség: 40 nm

Illetve az alábbi reflektancia értékekből származtatott indexek segítségével zajlott:

## Invíziós fajfajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára

- CL index: NIR / GREEN
- DATT index: (NIR - REP)/(NIR - REP)
- GNDVI: (NIR-GREEN)/(NIR+GREEN)
- NDVI: (NIR-RED)/(NIR+RED)
- RDVI: (NIR - RED)/(NIR + RED)<sup>1/2</sup>
- SAVI: ((NIR - RED))/((NIR + RED + 0.5))\*1.5

Az osztályozások Support Vector Machine (SVM) machine-learning alapú algoritmmal zajlottak.

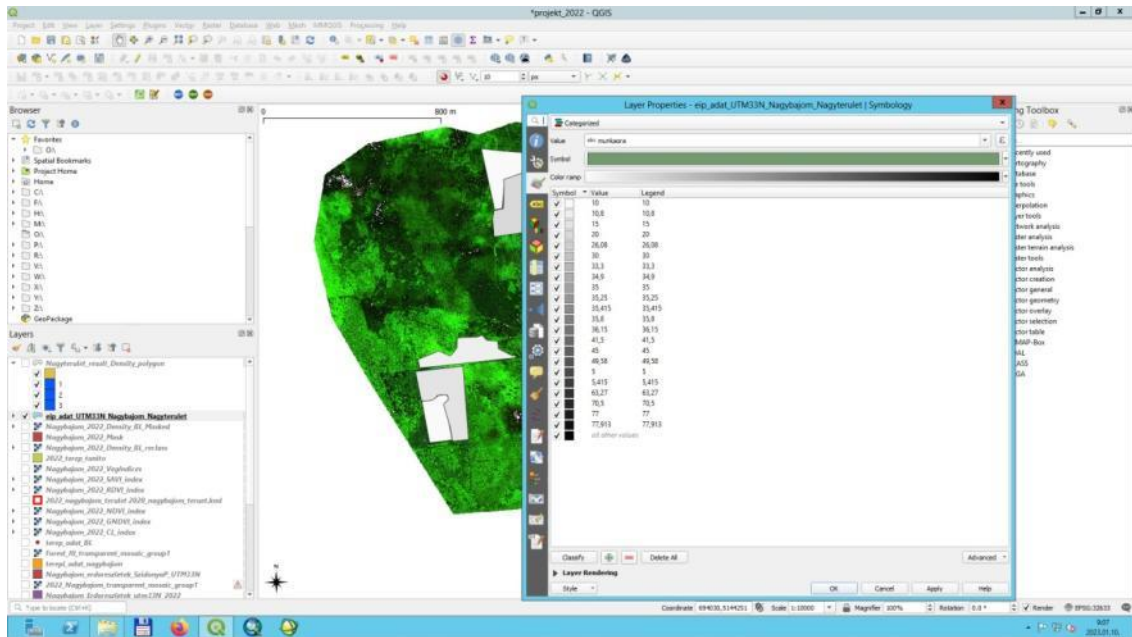


2. ábra Support Vector Machine algoritmussal végzett képosztályozás (ENVI)

Az ehhez szükséges tanítótérületek, illetve az osztályozás eredményességének ellenőrzéséhez szükséges teszt területek a terepi adatgyűjtés során megjelölt faegyedekből manuálisan digitalizálva álltak elő. Az osztályozáshoz Exelis Envi 5.3 programot használtunk default beállításokkal a fentiekben leírt csatornákat felhasználva.

Az osztályozást követően az eredményt sűrűségvizsgálatnak vetettük alá, mely segítségével az elterjedési foltokat tudtuk meghatározni. Ez Esri Arcmap 10.0-ban zajlott Density Tool – eszközzel, default beállításokkal, az eredményt rendszerint vektoros formában tároljuk, könnyebb felhasználhatóság végett.

## Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára



3. ábra A kezelések térbeli megjelenítése különböző statisztikák alapján (QGIS)

### Megvalósítás - bálványfa-mentés folyamata

A felmérési feladatokkal párhuzamosan elvégzésre kerültek a területek bálványfa vegyszeres irtása. **(3 sz. melléklet)** Ezen irtások technológiáját a következők szerint végeztük:

#### Törzsinjektálás

A törzsinjektálást 5 cm-es törzsmérő feletti egyedeken végeztük, minimum 7-es fa fűrófejjel 5-10 cm-es törzsmérőként 45 fokos szögben. Adagolás 1 ml állatorvosi tömegoltóval furatonként. Kezelés után szilikonnal furatot zártunk kötelező a párolgás megakadályoztatására. Használt készítmény Medallon Prémium - Mezzo 50% - 0,66%-os oldata Az injektálással egyidőben az idős egyedek mellett lévő sarjak permetezését/kenését is elvégeztük. Homokos altalajnál, akác állományban kihagytuk a Mezzo alkotórészt az alkalmazott keverékből

#### Sarjpermetezés

A sarjpermetezést 5 cm törzsmérő alatti és 1,5 méter alatt egyedeken végeztük, elsődlegesen a hajtáscsúcsból növekvő levélrozztára illetve elágazó egyedéknél az oldalhajtások felső levélrozztájára. Használt növényvédőszer: Medallon Prémium és Mezzo kombinációja valamint Silwet-Star felületi feszültségcsökkentő. Kijuttatás hidraulikus háti permetezővel, kör alakú szórásképpel rendelkező fúvókával történt.

#### Sarjkenés

A sarjkenést 5 cm törzsmérő alatti 1 méter feletti egyedeken végeztük a kéregre hosszú szárú ecsettel történő kenéssel. Medallon Prémium, Mezzo valamint Invázív adjuváns tankkeveréke az Invázív adjuváns használati utasítása alapján, engedélyokirat szerint történt.

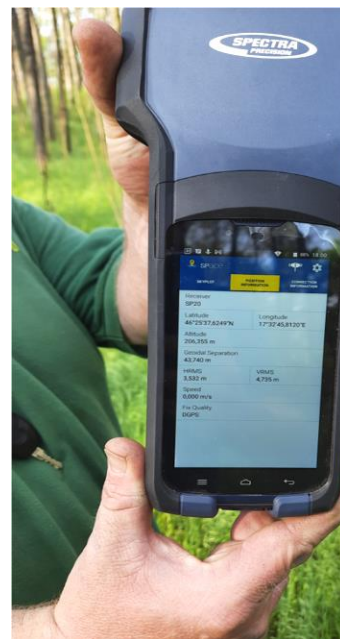
## ***Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára***

Az első évi kezelés során a projektterületek 100%-án megtörtént a bálványfák irtása. A kezelések eredményét a következő vegetációs év elején májusban vizsgáltuk. A bálványfák esetében az első kezelés után felülkezelés, a kezelésből elmaradt egyedek, az újrasarjadzó vagy egyes ágcsoportjaiban újrasarjadzó, valamint megjelenő új sarjak kezelése/felülkezelését a 2022 év őszén folytattuk az eredeti projekttervvel összhangban. Az első kezelés után a sarjak esetében az előzetes eredményesség 80% feletti, míg injektálások esetében a lombfelület veszteség 60-90%, ugyanakkor a kifejlett 12-16 méteres kezelt egyedek jelentős részét felül kellett kezelni. A második évi felülkezelések során azt tapasztaltuk, hogy az akácos célállományban lévő kifejlett bálványfákon újrasarjadzásra utaló jelek vannak, ami a metszulfuron hatóanyag fitotoxikus kockázatok miatti elhagyásának tudható be. A felülkezelések során ezen állománytípusba csökkentett dózisban, de alkalmaztunk metszulfuron hatóanyagot.

A 2022 őszén is elvégeztük a biológiai hatékonyságvizsgálatot, és a májusi felméréssel együtt elemeztük ezen adatokat. **(4. melléklet)**, adatai is ezt támasztották alá. Az őszi felmérések időpontjába (október 4.) ugyanakkor a felülkezelések eredményei még nem láthatóak, mivel az őszi felülkezelések tünetei a gyomirtószer hatáskifejtésének hossza miatt még nem illetve alig voltak láthatóak. A felülkezelések eredményét a 2023-as évben lehet értékelni.

### **Megvalósítás - távérzékelés-adatfeldolgozás 2. ütem**

A 2021-es kezelések után 2022 május hónapban továbbá referencia egyedeket/pontokat határoztuk meg a felismerő algoritmus finomítására.

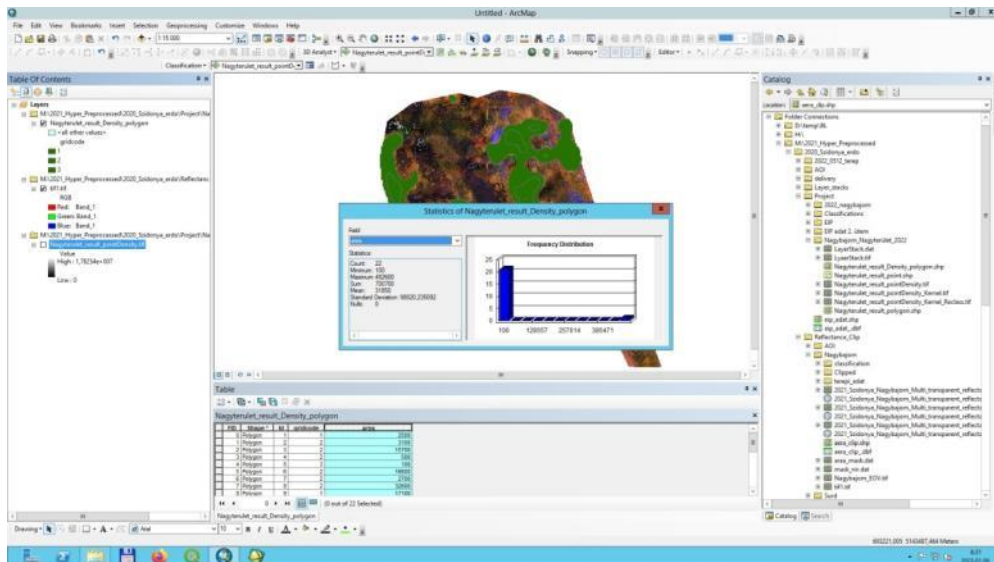


*4. ábra Bálványfák terepi validálása, új tanítópontok kijelölése a képosztályozás finomítására*

## **Invíziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára**

Ezen terepi validáló adatokkal a digitális állománynál kértük a képosztályozás szűkítését, hogy a bálványfától különböző fajú "zavaró" egyedeket különválasszuk. (5. melléklet)

Ezt követően állt össze az osztályozott kép, melyről területi értékeket tudunk leolvasni (bálványfa elterjedésének a területe m<sup>2</sup>-ben).

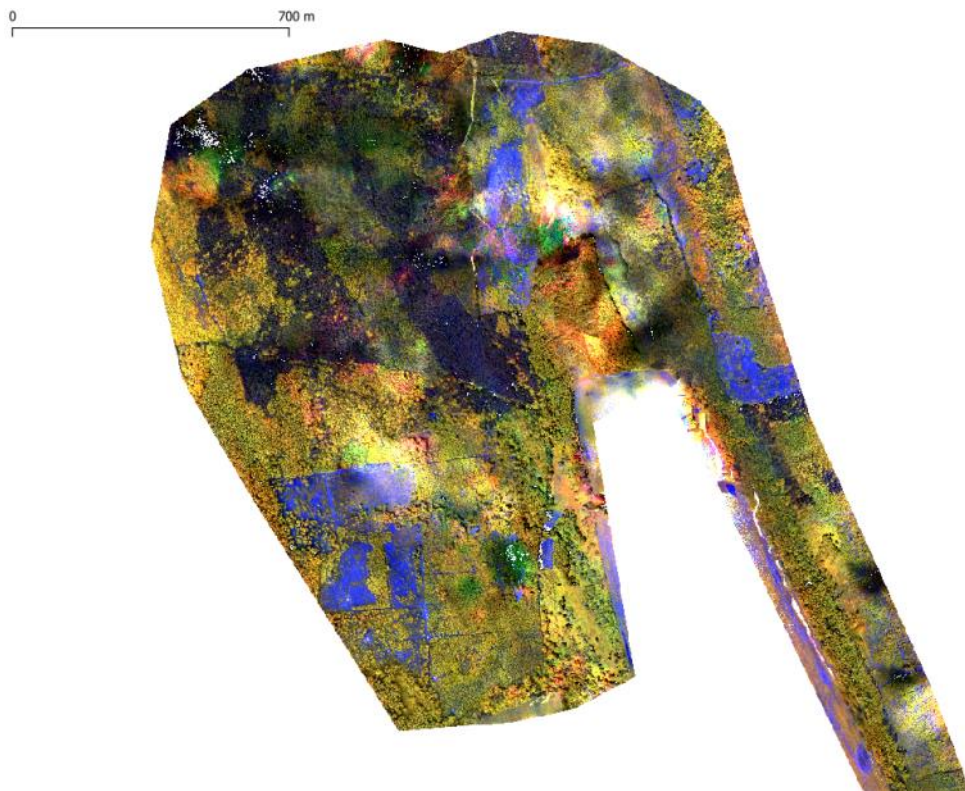


5. ábra A bálványfák elterjedését lefedő polygonoknak a statisztikai összesítése (arcmap)

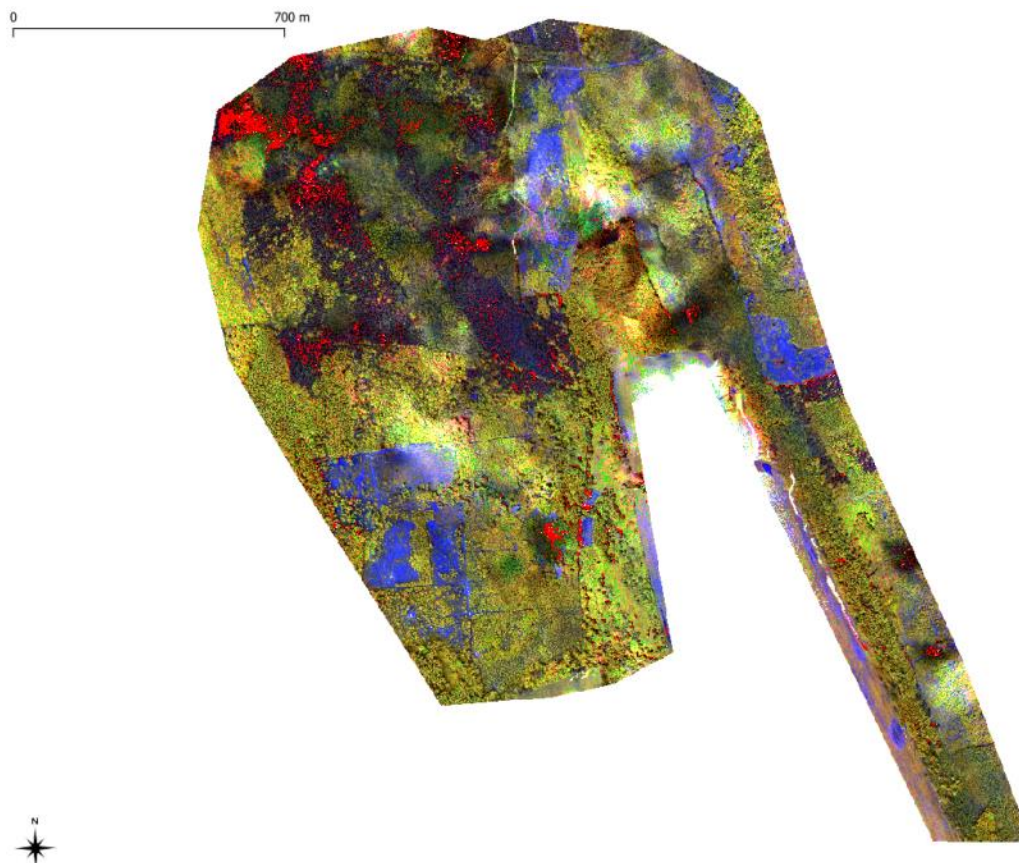
- Ezt az eredményt összevetettük a terepi munkavégzés eredményeivel úgy, mint: Felhasznált kemikáliák mennyisége, munkaóra ráfordítás – ebből meg tudtunk határozni egységnyi területre vonatkozó szükséges ráfordításokat.

### **A Nagybjom teljes projekterület adatainak elemzése:**

*Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára*



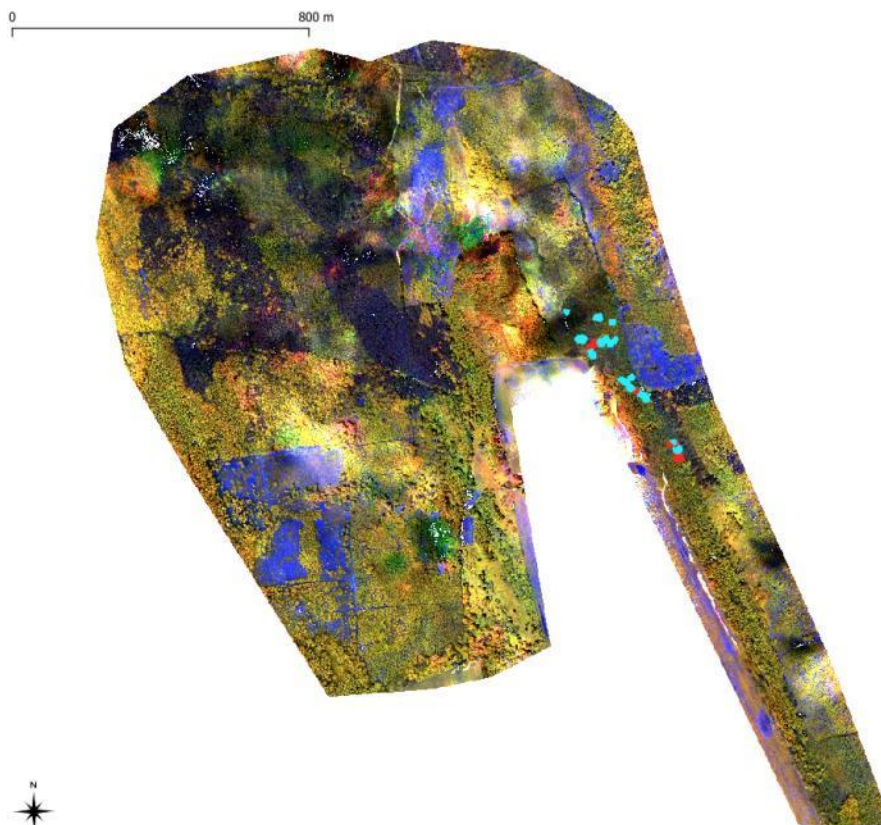
6: ábra: A nagybajomi mintaterület hamisszínes megjelenítése



7. ábra: Nagybajomi mintaterület hamisszínes képe az osztályozás eredményével (Piros színnel a bálványfa, zöld színnel a magászóró egyedek láthatóak)



## ***Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára***

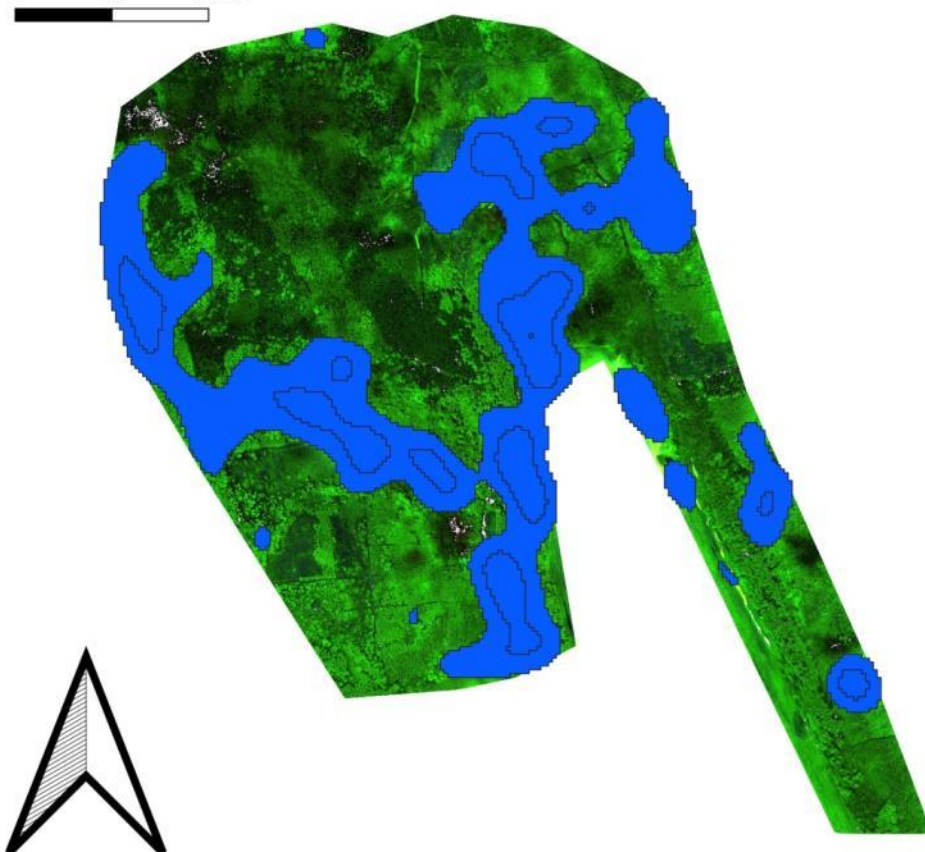


*8. ábra: A nagybajomi mintaterület hamisszínes megjelenítése a tanító adatpontokkal (Világoskék színnel a bálványfa, piros színnel a magszóró bálványfa)*

A teljes terület mintegy 229 hektár volt. Az osztályozást követően az eredményen sűrűségvizsgálatot hajtottunk végre, mely eredményeképp meghatároztuk a leginkább benőtt területeket. Ezek egy körülbelül 70 hektárt fedtek le.

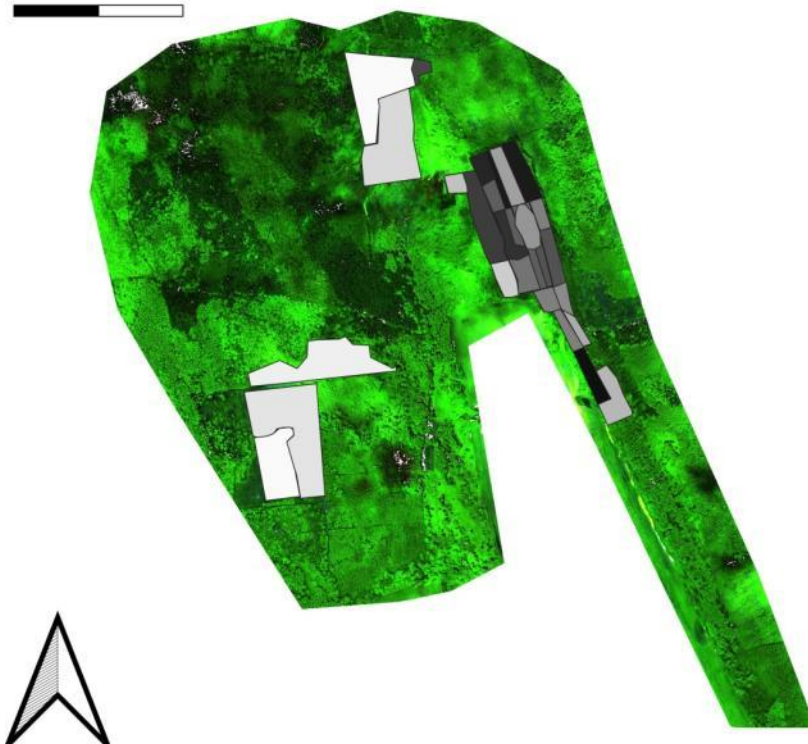
*Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára*

0 250 500 m



9. ábra: Nagybajomi mintaterület hamisszínes képe a sűrűségvizsgálat eredményével megjelenítve (Kék színnel)

0 250 500 m



10. ábra: Nagybajomi mintaterület hamisszínes képe, a kezelt erdőrészekkel megjelenítve (a ráfordított órák arányában sötétebb színekkel - 1. kezelés)

### ***Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára***

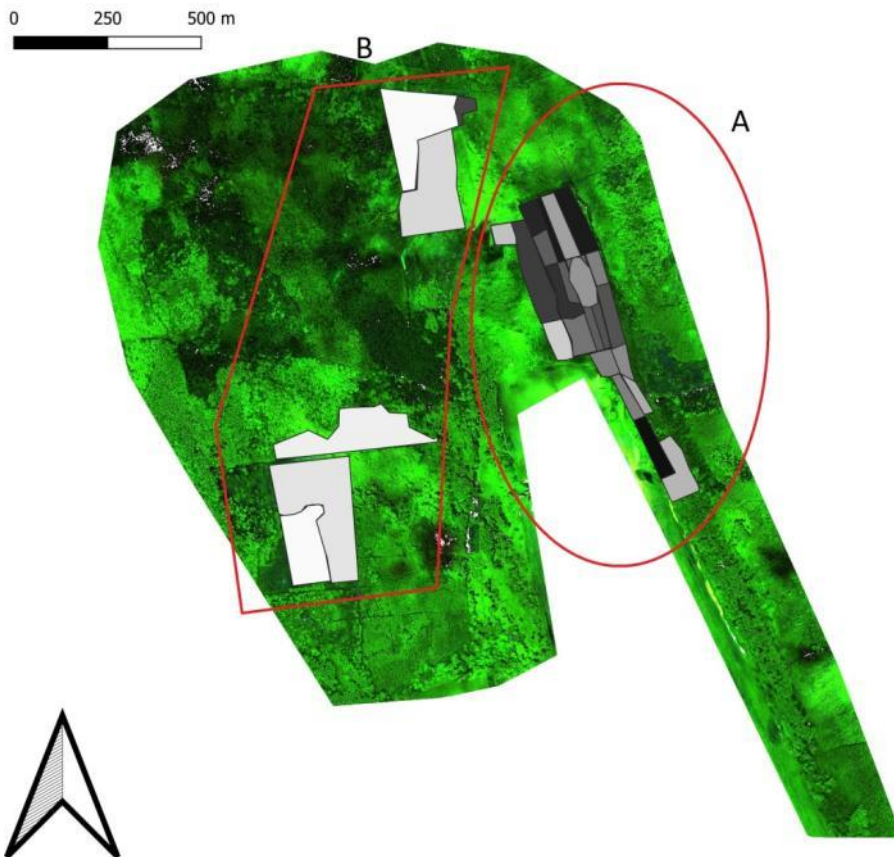
A vizsgált területen egyes erdőrészek már kezelésre kerültek, ezeket az osztályozás eredményeivel összesítettük, hogy megtudjuk az egységnyi ráfordítást, amely a bálványfa kiirtásához szükséges a mintaterületen. A kezelt terület mintegy 34 hektárt fedett le.

A teljes nagybajomi területen egységnyi bálványfa (100 m<sup>2</sup> elterjedés) kezeléséhez a következők naturáliák felhasználása volt szükséges átlagosan:

- 2,7 munkaóra
- 0,9 liter BFA (egységnyi Invázív adjuváns - Medallon - Mezzo tankkeverék)
- 0,08 liter INJ (egységnyi injektáló tankkeverék)
- 0,13 db szilikon furatzáró
- 20,8 gpk. futás km (nem értelmezhető adat, a kivitelező brigád indulási helyétől függ)

Az átlag ráfordítások mögött, szétosztottuk a területeket idős illetve folyamatos erdősítés alatt lévő, valamint fiatalos állományra.

A - idős / B - fiatal állomány



11. Ábra: Nagybajomi mintaterület hamisszínes képe, a kezelt erdőrészekkel megjelenítve (a ráfordított órák arányában sötétebb színekkel). Elkülönítve az idős (A) és a fiatal (B) állományokra vonatkozó kezelési statisztikákat (1. kezelés)

### ***Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára***

A nyugati (fiatal) állományok 2021-es kezelési statisztikái 100 négyzetméter bálványfával elegyes erdőre vetítve: 16ha

- 0,4 munkaóra
- 0,4 BFA
- 0,07 INJ
- 0 Akril (db)
- 2 futás km

A keleti (idős) állományok statisztikái 100 négyzetméter bálványfával elegyes erdőre vetítve: 18ha

- 4,7 munkaóra
- 1,7 BFA
- 0,16 INJ
- 0,25 Akril (db)
- 37 futás km

Az eredmények a kettő állománytípusnál rendkívül különbözőek.

A 2022-es utókezelésről is elvégeztük a statisztikai elemzéseket. Nagybajomi mintaterület 2022-es kezelési statisztikája 100 négyzetméter bálványfával elegyes erdőre vetítve:

Nyugati fiatal állományok: 16ha

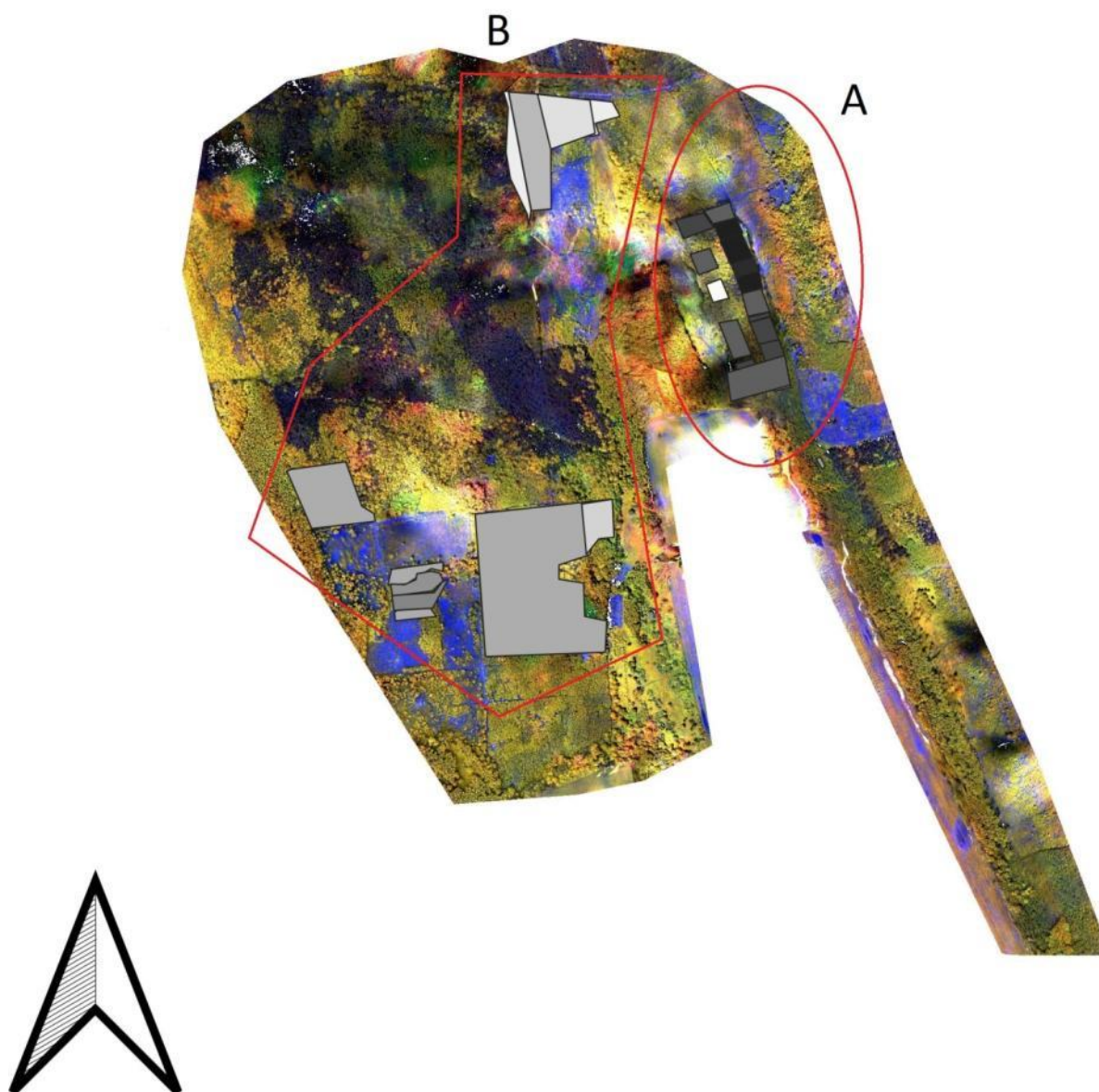
- 1,0 munkaóra
- 0,02 BFA
- 0,015 INJ
- 0 Akril (db)
- 9,2 futás km

Keleti idős állományok: 4ha

- 8,1 munkaóra
- 0,42 BFA
- 0,6 INJ
- 0 Akril (db)
- 77,8 futás km

*Inváziós fafajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára*

0 250 500 m



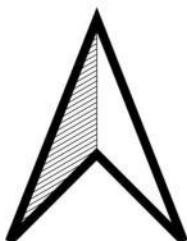
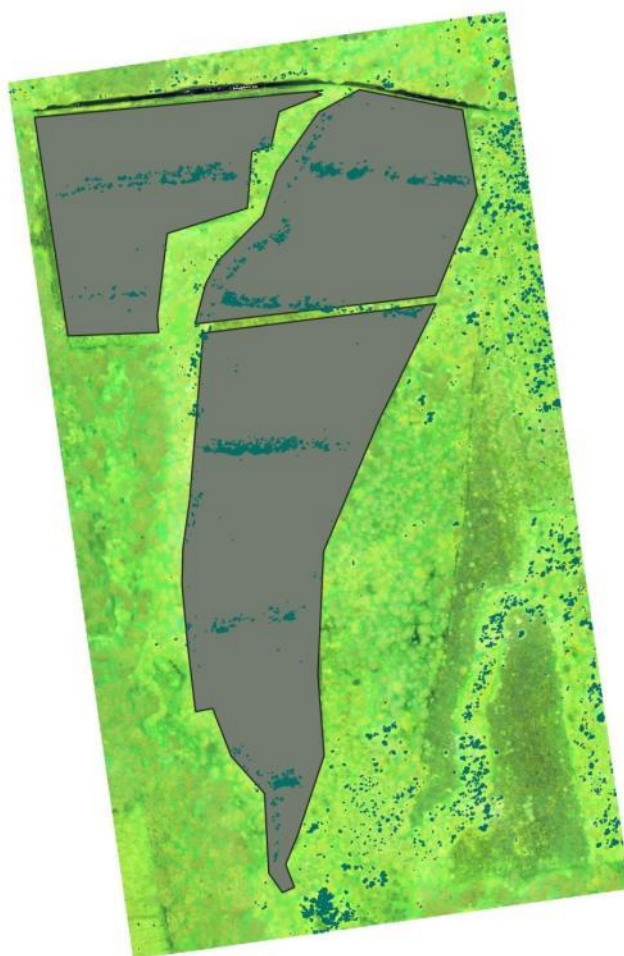
12. Ábra: Nagybajomi mintaterület hamisszínes képe, a 2022-ben utókezelt erdőrészekkel megjelenítve (a ráfordított órák arányában sötétebb színekkel). Elkülönítve az idős (A) és a fiatal (B) állományokra vonatkozó kezelési statisztikákat

**A Senta 97BFMN erdőrészek adatainak részletes elemzése:**

Az erdőterületeken 2021-ben 9,7ha terület került kezelés alá, a 100 négyzetméter bálványfára jutó statisztikák a következők voltak:

- 2,7 munkaóra
- 0,4 BFA
- 0 INJ
- 0 Akril (db)
- 24 futás km

0 100 200 m




*13. Ábra: A szentai mintaterület hamisszínes képe, a bálványfa osztályozás eredményeivel (késsel megjelenítve) és a 2021-ben kezelt erdőrészek poligonjaival*

### *Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára*

Ezen területeken is a 2022-es utókezelésről is elvégeztük a statisztikai elemzéseket. 2022-ben 11ha terület került kezelés alá, a 100 négyzetméter bálványfára jutó statisztikák a következők voltak:

- 1,0 munkaóra
- 0,12 BFA
- 0,02 INJ
- 0 Akril (db)
- 10 futás km

0 100 200 m



14. Ábra: A szentai mintaterület hamisszínes képe a 2022-ben kezelt erdőrészekkel megjelenítve

### **Megvalósítás - környezetre gyakorolt hatás**

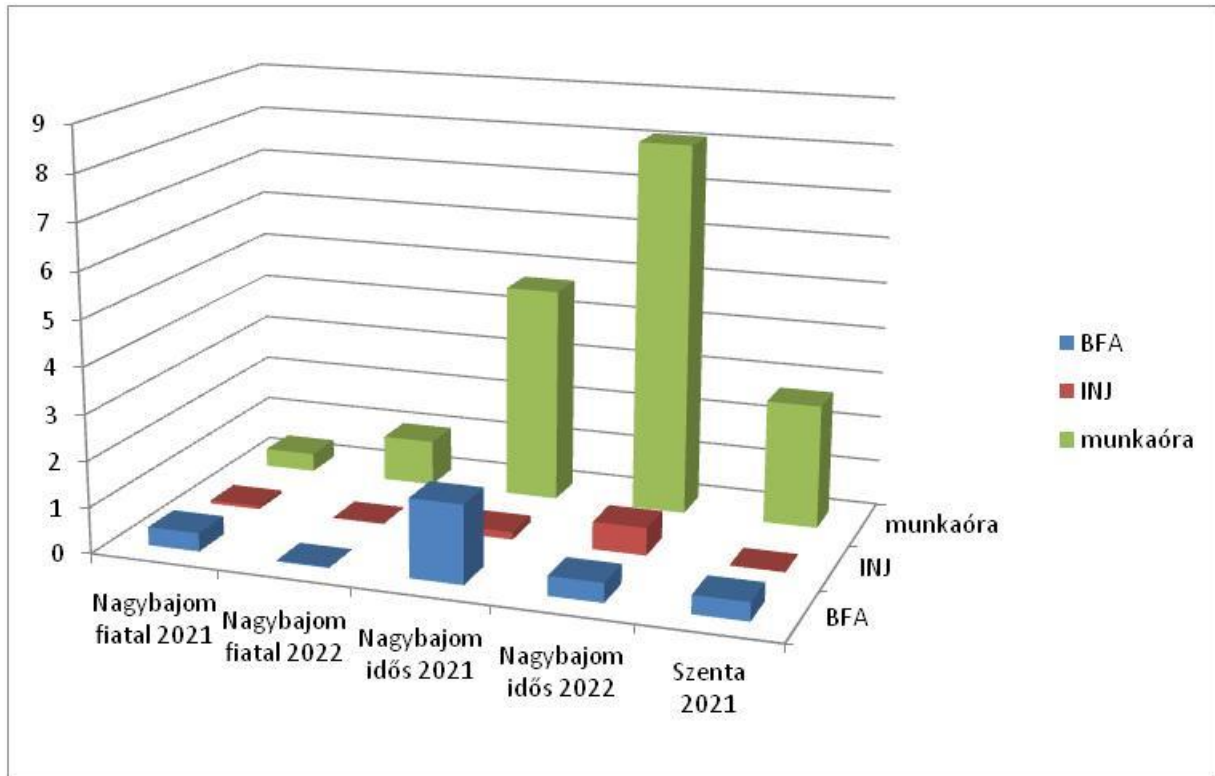
A kezelések után vizsgálatokat végeztünk a kezelés környezeti hatásainak elemzése céljából, szermaradékot határoz meg a talajból és a talajvízből. A mintavételi szabványok **a 6.-os mellékletben**, a vizsgálati eredmények **a 7.-es mellékletben** találhatóak

Általánosan megállapítható volt, hogy vizsgálat minták mindegyikében a glifozát és annak bomlásterméke (AMPA), valamint metszulfuron-metil hatóanyag mennyisége az engedélyezett határérték alatt volt. Ez alapján a kezelés nem jár környezeti kockázatnövekedéssel.



## Eredmények és következtetés

A projekt eredmények alapján a számításaink az elemzett nagybajomi és szentai mintaterületen a következőt mutatták:



15. Ábra: 100 m<sup>2</sup> távérzékeléssel meghatározott bálványfával borított terület mentesítésére ráfordított jelentősebb naturáliák mennyisége

Az eredmények azt mutatják, hogy távérzékeléssel meghatározott azonos fedettségi értékek mellett jelentősen különbözik a különböző korú illetve fedettségű állományokra felhasznált naturáliák mennyisége, ezért megállapítható hogy a távérzékeléssel nem lehet általánosan különböző korú és fedettségű állományok mentesítésére szolgáló ráfordítások mennyiségét előre jelezni. Ennek okai a következők:

1. Az idős állományokban jelentős mennyiségű az idős fák aránya, ami alatt második koronaszintben összefüggő sarjállomány alakult ki. Az idős állomány, és a sarjak mentesítéséhez is szükségesek ráfordítások ellentétben a fiatalosokban lévő borítást mutató, az állománnyal egykorú (8-15 éves) bálványfák esetében.

16. Ábra: Idős bálványfafoltok alatt lévő sarjegyedek kivitelezése Nagybajomi erdőtümbben



## ***Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára***

2. Az első év eredményessége befolyásolja a második év ráfordításait. Az első év eredményessége több tényezőtől függ, részben a kivitelezés minőségével (humán faktorok) összefüggő, részben kivitelezés minőségével nem összefüggő tényezőktől. Az utóbbiak:

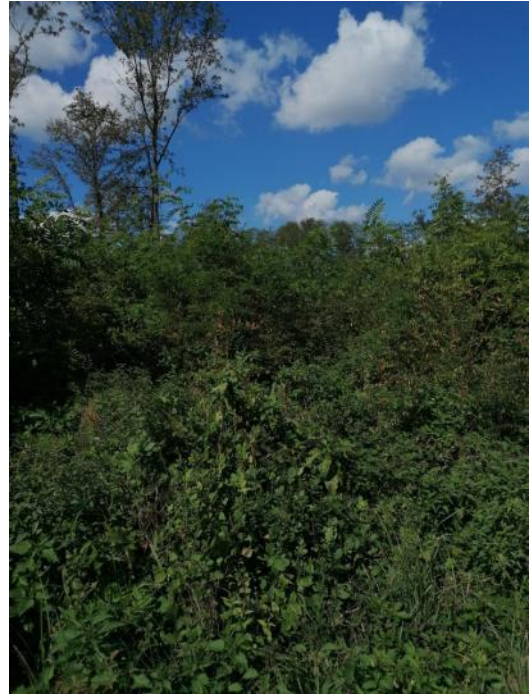
- a bálványfák kora (idős bálványfáknál jóval gyakoribb a felülkezelés szükségessége),
- a célállomány fajösszetétele (akác esetében metszulfuron-metil hatóanyagot nem célszerű használni akácra fitotoxikus tulajdonságai miatt fejlesztés projektterületén
- a nyári időjárás (hőségben tilos növényvédelmi kivitelezést végezni)
- őszi időjárás (esős időszakban nem lehet dolgozni, korai fagy esetén nem tud kialakulni a gyomirtó hatás a vegetáció hirtelen megállása miatt)

Alacsony első évi eredményesség esetén a második év ráfordítása jóval magasabb. Ez volt tapasztalható a Nagybajomi idős állománynál.

3. Alacsony borítási értéknél sok munkaóra megy el a kimutatott sarjfeltok, illetve az aljnövényzetben megbúvó fiatal sarjak megkeresésére, ezért a sarjirtásra szolgáló felhasznált BFA sarjkezelő szuszpoemulzió mennyisége relatíve kevesebb. (lásd Nagybajom felülkezelés (2022), illetve szentai munkaterületek.

	felhasznált BFA/munkaóra	<i>17. Ábra: Felhasznált sarjirtószer mennyisége a munkaórákhoz viszonyítva különböző munkaterületeken</i>
Nagybajom fiatal 2021	1,00	
Nagybajom fiatal 2022	0,02	
Nagybajom idős 2021	0,36	
Nagybajom idős 2022	0,05	
Szenta 2021	0,15	

*18. Ábra: Magas aljnövényzettel rendelkező erdőrészlet nehéz terepviszonyok (mellett) akác fiatalos a Nagybajom fiatal erdőtümbben*



**Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára**

4. A terepviszonyok különbözősége is jelentős faktorként szerepel. A kezelés elemzése során elmondható, hogy a könnyű terepviszonyoknál a napi különbségek alacsonyabbak (Nagybajom idős, Szenta), nehéz vagy változatos terep esetén (Nagybajom fiatal, Belezna) a napi különbségek nagyobbak, attól függően, hogy az adott napon a területek melyik részén történik a kezelés.

dä_tum	erdoreszlet	BFA/munkaóra	Kategória	Szórás
2021.09.07	Nagybajom 23 I	0,07	Nagybajom fiatal	0,26
2021.09.07	Nagybajom 23 J	0,50		
2021.09.07	Nagybajom 24 S	0,04		
2021.10.04	Nagybajom 24 M	0,43	Nagybajom idős	0,11
2021.10.05	Nagybajom 24 M	0,43		
2021.10.13	Nagybajom 24 M	0,24		
2021.10.14	Szenta 97 D	0,12	Szenta	0,11
2021.10.14	Szenta 97 B	0,36		
2021.10.14	Szenta 97 N	0,12		
2021.10.14	Szenta 98 I	0,23		
2021.10.19	Surd 19 E	0,91	Belezna	0,27
2021.10.20	Belezna 34 A	0,36		
2021.10.21	Belezna 34 A	0,75		
2021.10.21	Belezna 34 A	0,75		
2021.10.21	Belezna 21 E	0,02		
2021.10.25	Belezna 34 A	0,32		
2021.10.26	Belezna 34 A	0,49		
2021.10.27	Belezna 34 A	0,63		
2021.10.27	Belezna 13 C	0,56		

20. Ábra: Munkaóránként felhasznált sarjirtószer mennyiségének szórása egyes erdőrészekben (olyan napokon ahol csak sarjkenés történt) 2021 őszi kezelés alatt



21. Ábra: Sarjkenés a nagybajomi erdőtömbben

## ***Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára***

A K+F projekt eredményei az előbb említett korlátozások figyelembe vétele mellett az alábbiak szerint hasznosíthatóak:

- A projektterület felmérésekor a területeket kategorizálni kell. Egy kategóriába kell tartoznia az adott korú, borítottságú területek (folyamatos erdősítés, fiatalos, fiatal fizikai mozgás akadályozó erdő, idős fizikai mozgást nem akadályozó erdő, tisztások/nyiladékok/záródáshiányok, stb. Folyamatos erdősítésnél fontos a terület ápoltsága. Mechanikailag ápolatlan erdősítésben mind távérzékeléssel, mind terepi bejárással nehezen azonosíthatóak a bálványfafoltok
- Az adott kategóriában egyenként kell kijelölni validáló pontokat (foltokat). A validáló foltok felülről látható ne állományi takarásban vagy erdőszéli árnyékolásban lévő foltok legyenek.
- A távérzékelési repülést célszerű a tavaszi időszakban lefolytatni. A nyári/őszi repülés helyett célszerű a tavaszi repülést választani, abban az időszakban, amikor a bálványfa friss hajtásai antociánosan elszíneződnek (rózsaszínes/bordós színűek). A projekt tapasztalatai alapján a 2022 tavaszi kontroll repülés adatai pontosabbnak bizonyultak, mint az első alaprepülés adatai.
- A kategorizált erdőterületeken próbakezelést kell folytatni és azok naturália felhasználását kivetíteni a teljes projektterület azonos kategóriába tartozó részére. Ezek alapján viszonylag pontosan felmérhető és meghatározható a naturália ráfordítások mennyisége.

A projekt eredményeképpen megállapítható, hogy tisztán távérzékelési és térinformatikai adatelemzési eljárás nem alkalmas bálványfa mentesítési projektek tervezésére.

Ugyanakkor megállapítható, hogy az elsődlegesen korlátozottnak tekinthető eredmények ellenére a távérzékelés - terepi validálás és próbakezelés alkalmazása mellett - lehetővé teszi bálványfa mentesítési projektek pontosabb tervezését. Ennek eredményeképp mentesítési projektek tervezéséhez lényeges (felmérési és tervezési) költségmegtakarítás mellett nyújt segítséget és jóval pontosabb kivitelezési költségtervezést tesz lehetővé.

2023. január 10.

Szidonya István

projektvezető

## ***Inváziós fajok visszaszorítása, különös tekintettel a bálványfára***

Mellékletek:

1. melléklet Távérzékelés adatfeldolgozási jegyzőkönyv
2. melléklet Távérzékelte terület terepi validálása
3. melléklet Bálványfa egyedek kezelése
4. melléklet Kezelések összehasonlítható eredményességi vizsgálata
5. melléklet Bálványfa egyedek retrorspektív validálása algoritmus finomításához
6. melléklet Mintavételi szabványok
7. melléklet Szermaradék vizsgálati eredmények