



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**Élőhelyvédelmi beavatkozásokat megalapozó
botanikai-természetvédelmi vizsgálatok
kékperjés réteken**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Fülöp Bence
Keszthely
2025

A doktori iskola

megnevezése: Festetics Doktori Iskola

Tudományága: Környezettudományok

Vezetője: Dr. Anda Angéla
Egyetemi tanár, DSc

Tanszék/Intézet: MATE, Környezettudományi Intézet
Környezettudományi Intézet Környezeti Fenntarthatóság
Tanszék

Témavezetők: Dr. Bódis Judit
Egyetemi docens, Phd habil.
MATE, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
Természetvédelmi Biológiai Tanszék (Georgikon Campus)

Dr. Botta-Dukát Zoltán
Tudományos tanácsadó, MTA doktora
HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai
Intézet
Durva-léptékű Vegetációökológiai Kutatócsoport

.....
Dr. Anda Angéla
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
Dr. Bódis Judit
A témavezető jóváhagyása

.....
Dr. Botta-Dukát Zoltán
A témavezető jóváhagyása

1. Munka előzményei és célkitűzések

A természetes és természetközeli gyepek jelentős szerepet töltenek be a biodiverzitás fenntartásában (VALKÓ et al. 2016). Ezen gyepes területek jelentős részben ember által létrehozott élőhelyek, mégis a legfajgazdagabb életközösségek közé tartoznak Európában (POSCHLOD et al. 2009, WILSON et al. 2012, DAHLSTRÖM et al. 2013). Az európai országokban a mezőgazdasági intenzifikáció következtében a hagyományosan kezelt gyepterületek borítása a korábbi kiterjedésük töredékére csökkent (MATĚJKOVÁ et al. 2003, VALKÓ et al. 2018). Az intenzifikációhoz kapcsolódóan takarmánynövények termesztése lényegesen nagyobb hangsúlyt kapott, ez pedig nagyban csökkentette a széna gazdasági értékét, mindeközben az extenzív állattartás jelentősen visszaszorult (VALKÓ et al. 2018). Az intenzív mezőgazdálkodás térhódításával egyidőben az urbanizáció és az iparosodás jelensége is a természetközeli élőhelyek ökológiai állapotának romlásához vezetett (BEKKER et al. 1997, WALLIS DE VRIES et al. 2002). A fent említett folyamatok napjainkban is általánosan jellemzőek, így pedig számos további területet fenyeget a hagyományos tájhasználat felhagyása (VALKÓ et al. 2012).

A kékperjés rétek túlnyomó többsége antropogén eredetű, legtöbbször üde erdők irtásainak helyén, valamint lápok lecsapolása nyomán jött létre. A kékperje (*Molinia* spp.) fajok dominálta rétek olyan közösségi jelentőségű gyepes élőhelyek (Council Directive 92/43/EEC), melyek a Natura 2000 területek kijelölésének alapját jelentő élőhelytípusok közül a „6410 Kékperjés láprétek meszes, tőzeges vagy agyagbemosódásos talajokon (*Molinion caeruleae*)” kategóriába sorolhatók. Ezek egész Európában jellemzőek bár az egyes földrajzi régiókban sajátos vegetációs mintázatokat hordoznak (KOVÁCS 1962, ELLENMAUER és MUCINA 1993, BOTTA-DUKÁT et al. 2005, HAVLOVÁ 2006, KAČKI és MICHALSKA-HEJDUK 2010; KAČKI 2007, ŘEZNÍČKOVÁ 2007, ZELNIK és ČARNI 2008).

Napjainkban a megváltozott tájhasználat (a felhagyás) erőteljesen érinti a kékperjés réteket is. A felhagyott gyepeken jellemző az erőteljes avarosodás, a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) térnyerése és számos helyen erős cserjésedés indult meg, aminek következtében a specialista ritka és védett fajok visszaszorulóban vannak. Ennek megfelelően számos hazai természetvédelmi szakembert foglalkoztat az üde gyepek degradációjának kérdése (CZÚCZ et al. 2009, BIRÓ 2011, VALKÓ et al. 2012, KISS et al. 2018) ugyanakkor a lehetséges válaszlépések és a széles körben alkalmazható módszerek kidolgozása még várat magára. A kékperjés rétek

hazánkban (BIRÓ et al. 2018) és Európa-szerte (OSTERMANN 1998) egyaránt veszélyeztetettek, ezt jól szemlélteti, hogy közösségi jelentőségű fajok és élőhelyek helyzetéről készült 2019. évi tagállami jelentések eredményei alapján az élőhely természetvédelmi helyzete szinte minden EU tagállam esetében nem kielégítő vagy rossz.

Hasonló nehézségekkel néznek szembe a kékperjés gyepek Magyarországon is, a klímaváltozás és a tájhasználat megváltozása következtében kedvezőtlen folyamatok indultak be. A kezelési módszerek hatását mindig az adott területre specifikusan kell megvizsgálni, hogy tudományosan megalapozott javaslatokat tehessünk a nagy ökológiai értéket hordozó élőhelyek természetvédelmi helyzetének javítására, melyek igazoltan javíthatják a védett és fokozottan védett növényfajok életfeltételeit és megállíthatják kékperjés rétekre globálisan jellemző biodiverzitás csökkenését.

A Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság szakemberei számára is rendkívüli kihívást jelent a kiemelkedő természeti értékekkel bíró, emblemikus élőhelyek természetvédelmi helyzetének fenntartása vagy javítása, melyek között szép számban található kékperjés lápréteket is. Hasonló jellegű élőhelyek nagy arányban fordulnak elő a Nyirádi Sár-állón és a Batyki-lápréten is, ahol természeti értékek fennmaradását jelentős mértékben veszélyezteti a degradáció, elsősorban az avar- felhalmozódás, a cserjék-, a fásszárúak-, valamint a jó kompetíciós képességű fajok térhódítása. Emiatt mindkét területen kulcskérdés, hogyan lehet eszköz és költséghatékony módon biztosítani a nagy ökológiai értéket hordozó vegetáció fennmaradását.

Kutatásom elsődleges célja, hogy két rész tanulmányon keresztül rámutassak arra, hogy a jó vízellátottságú termőhelyeken kialakult féltermészetes gyepek jelentős természeti értékeket hordoznak napjainkban is. Ugyanakkor ezek hosszú távú fennmaradását, megőrzését számos veszélyeztető tényező nehezíti. Mivel Európa-szerte nagy területeken fordulnak elő ezek az élőhelyek, melyek szinte mindegyike hasonló jellegű problémákkal néz szembe (aktív kezelések hiánya és annak következményei), ezért a gyakorlati természetvédelem számára égetően szükségesek a kezelésekkal kapcsolatos kutatások.

I. résztanulmány. Batyki-láprét védett fajainak állományfelmérése

Célkitűzések:

- A mintaterület aktuális állapotának, védett és ritka edényes növényfajainak recens előfordulási adatainak felmérése.

II. résztanulmány. A természetvédelmi kezelés kiválasztását megalapozó vizsgálat elvégzése

Célkitűzések:

- A Nyirádi Sár-álló, valamint a Batyki-láprét kékperjés élőhelyein végzett természetvédelmi célú kezelések - tudományos eszközökkel történő - megalapozása.
- A mintaterületeken megfigyelt összefüggések általánosíthatóságának vizsgálata.

2. Anyag és módszer

A vizsgált területek

A **Batyki-láprét** a Zala-menti üde gyeppek, természetvédelmi szempontból egyik legértékesebb tagja, ex lege védett lápterület és az Alsó-Zala-völgy (HUBF20037) Natura 2000 terület részét képezi. A terület része a Nemzeti Ökológiai Hálózatnak, nagy része magterület, kisebb része ökológiai folyosó.

Növényföldrajzi szempontból határhelyzetben van, a legújabb elemzések szerint a vizsgált terület az *Eupannonicum*, a *Praenoricum* és a *Praeillyricum* flóraidékek találkozási pontjánál terül el (FEKETE et al. 2017). A pannon, alpin és illír hatások találkozása e régióban régóta vizsgálatok tárgya (JÁVORKA 1940, KÁROLYI és PÓCS 1954, KIRÁLY et al. 2007). Közvetlenül a Zala mellett mocsárrét, a vasúttól délre különböző mértékben művelt és cserjésedett láp- és kékperjés rétek, míg a vasúttól északra benádasodott, becserjésedett, nehezen járható vizenyős részek jellemzőek.

A **Nyirádi Sár-álló**, egyedi jogszabállyal védett (17/2005. (VII. 14.) KvVM rendelet), országos jelentőségű Természetvédelmi Terület. Ezen kívül közösségi jelentőségű különleges természetmegőrzési terület (Felső-Nyirádi-erdő és Meggyes-erdő [HUBF20011]), része a Bakony-Balaton Geoparknak és mint magterület, része az Országos Ökológiai Hálózatnak is. Napjainkban a Sár-álló túlnyomó többségét a síkvidéki gyertyános-tölgyes erdők borítják, emellett mintegy 100 hektáron

jellemzőek gyepes élőhelyek. Az erdők, gyepes és vizes élőhelyek váltakozása kiemelkedő élőhelyi heterogenitást eredményez, amely így fajokban rendkívül gazdag élőhelykomplexet alkot, ahol számos ritka és védett növényfaj egyedei találják meg a számukra megfelelő életfeltételeket.

I. résztanulmány: Batyki-láprét védett fajainak állományfelmérése

A Batyki-láprét védett fajainak felmérését több módszer együttes alkalmazásával végeztük. A terepi bejárásokat a védett fajok virágzási idejéhez időzítettük, 2019 júniusa és 2021 szeptembere között összesen 15 alkalommal jártunk a területen. Közvetlenül a Zala mellett mocsárrét, a vasúttól délre különböző mértékben művelt és cserjésedett kékperjés rétek, míg a vasúttól északra benádasodott, becserjésedett, nehezen járható részek jellemzőek, a láprétet emiatt a felmérés szempontjából két részre osztottuk. A vasúttól délre fekvő területek esetében szisztematikus bejárást végeztünk, kelet-nyugati irányban egymástól 10 méteres távolságra, előzetesen virtuálisan kijelölt transzekteket követtünk. A vasúttól északra eső terület jobb vízellátottsága és az élőhelyfenntartó kezelések elmaradása miatt a mintaterület legnehezebben járható része. Az erős nádasodás és cserjésedés, valamint a helyenként egy métert is meghaladó vízborítás nem tette lehetővé a szisztematikus terepbejárást, ezért igyekeztünk szabad bejárással, de a terepviszonyok függvényében a lehető legalaposabban, a területet többször is átszelve, felmérni.

A bejárások során észak-déli irányban haladtunk, miközben az igen nagy egyedszámban jelen lévő védett fajok esetében 20 méterenként 1,5 méter sugarú körben meghatároztuk a hajtások számát. Az így felállított rácsháló egyes pontjaiban számolt értékek alapján, modell felállításával becsültük a teljes területre vonatkoztatott értéket.

A ritka vagy kisebb egyedszámban előforduló védett növényfajok egyedeit virágzási időben egyedileg, pontszerűen rögzítettük.

A terepi felmérések során az adatgyűjtést a LocusMap alkalmazás felhasználásával végeztük.

Megkerestük a Batyki-láprét szakirodalmi említéseit, és az ezekben előforduló olyan észleléseket, amelyek a jelenleg védett vagy fokozottan védett növényfajok előfordulására vonatkoznak egy adatbázisba rendeztük. Ez alapján négy különböző időszakhoz tudtunk védett növények jelenlétére vonatkozó listát készíteni: 1938–1955 közötti időszak, 1990–2019 közötti időszak, illetve 2019–2021 közötti időszak (a saját felmérési eredményekkel).

A láprét védett fajkészletének átalakulását ökológiai indikátorszámok felhasználásával szemléltetjük. Az egyes növényfajok természetes rendszerekben betöltött szerepük és az ökológiai igényeik alapján osztályozhatók, az első ilyen pontrendszert ELLENBERG dolgozta ki 1950-ben, ezeknek több hazai adaptációja is megjelent, munkánk során BORHIDI (1993, 1995) beosztásából a relatív nedvességigény és a relatív hőigényt használtuk fel. Ezen kívül felhasználtuk a szociális magatartás típusokat is (BORHIDI 1995).

A három vizsgált időszakban (1938–1955, 1990–2019 és 2019–2021) feljegyzett, jelenleg védett státuszú növényfajoknak az egyes ökológiai indikátorok értékei szerint összeállított kontingencia-tábláin Khi-négyzet teszttel illeszkedésvizsgálatot végeztünk annak megállapítására, hogy az első felmérési időszakhoz viszonyítva a későbbi időszakokban ténylegesen megfigyelt adatok eltérnek-e az elméleti várható értéktől, ezzel igazolva, hogy az adott időszakban a területen feljegyzett napjainkban védett növényfajok ökológiai indikátorértékeinek eloszlásában következett-e be szignifikánsnak tekinthető átrendeződés, változás. Amennyiben a teszt szignifikáns változást jelzett, kiszámoltuk a Freeman-Tukey-féle reziduálisokat annak megállapítására, hogy mely kategóriákban történt változás.

II. résztanulmány: A természetvédelmi kezelés kiválasztását megalapozó vizsgálat

Vizsgálatunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk három kiválasztott, aktív élőhelyfenntartó kezelés hatását a vegetáció összetételére, különös tekintettel az Európa-szerte számos gyepterületet érintő természetvédelmi problémákat okozó fajokra, mint például a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*), a kutyabenge (*Frangula alnus*) és a siska nádtippán (*Calamagrostis epigejos*).

A Nyirádi Sár-álló esetében összesen három mintaterületet jelöltünk ki, a Battyk-lápréten pedig összesen négyet. A kísérlet megtervezésénél a BACI (before-after-control-impact) elrendezést követtük. A mintaterületek kijelölése során gyalogosan végig jártuk a területet, olyan gyepterületeket kerestünk, ahol a vegetáció egymáshoz képest hasonló képet mutat és látszólag ugyanazok a természetvédelmi problémák (cserjésedés, vastag kékperje avar, magas aranyvessző jelenléte) vannak jelen. Mintaterületeinket kékperjés réteken jelöltünk ki olyan módon, hogy a területek a lehető legtávolabb kerüljenek egymástól. Egy mintaterületen belül 4 db 10x10 m-es kvadrátot jelöltünk ki a négyféle kezelésnek, melyek között egy minimum 5 m-es pufferzónát hagytunk.

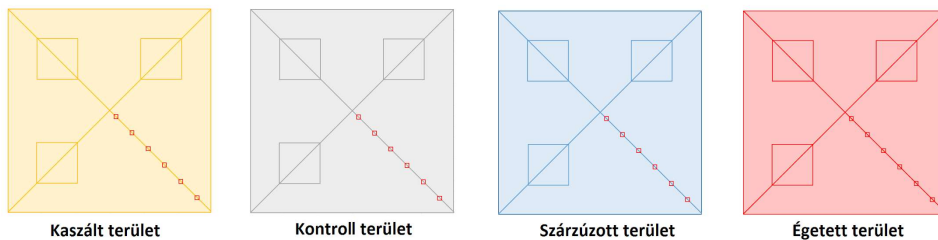
A négyféle kezelés: 1) kontroll –nincs kezelés; 2) kaszálás – kézi kaszálás után összegyűjtöttük és eltávolítottuk a szénát; 3) szárzúzás imitálása – kézi kaszával levágtuk, de nem gyűjtöttük össze a szénát; 4) égetés – az első kezelési évben (az alapállapot felmérést követő télen) égettünk, majd a második és harmadik évben szárzúzást imitáltunk ezeken a területeken, mivel az égetést nem tanácsos minden évben elvégezni annak jól dokumentált káros hatásai miatt (MILBERG et al. 2017, 2018).

A "kaszált" területről legereblyéztük, majd lehordtuk a szénát, míg a másikon, a „szárzúzott” területen rajta hagytuk az aprítékot, ezzel szimulálva a szárzúzás hatását. Ez utóbbi a szárzúzáshoz hasonló hatású, bár a kaszálék mérete nem olyan apró, mint egy tipikus gépi szárzúzás esetében és az általunk végzett kezelés időpontja is jóval korábbi az általános gyakorlatban megszokotthoz képest. Az égetésre kijelölt 10x10 m-es kvadrátok körül a növényzetet lekaszáltuk és eltávolítottuk, majd a területet egy oldalról gyűjtöttük meg szélcsendes időben. Az első kaszálásra és “szárzúzásra” az alapállapot felmérést követően még ugyanabban az évben került sor. Így a második felméréskor már minden kezelt parcella egyszeri kezelést kapott.

A **Nyirádi Sár-állón** az első kezelések elvégzése előtt, a vegetációs időszak csúcsán (2019. június) alapállapot felmérést végeztünk. Ezt követően (2019. július) történt a kaszálás és a szárzúzás imitálása. A **Batyki-lápréten** az alapállapotfelmérést 2020-ban végeztük, a kezeléseket ezt követően kezdtük meg.

A biomassza összetételének jellemzéséhez négy jellemzőt vizsgáltunk: holt egyszikű biomassza, holt kétszikű biomassza, élő egyszikű biomassza és élő kétszikű biomassza. A biomassza mintákat 20x20 cm-es területen vettük az egyes kezelések területén, a cönológiai felvételek készítésével egy időben. A mintavételi helyek kijelölése a kezelt területek átlói mentén, 1 m-es pufferzónát hagyva történt. Ügyeltünk rá, hogy az egyes években a destruktív minták ne azonos helyről kerüljenek begyűjtésre. A mintagyűjtéskor a 20x20 cm-es négyzetekben a teljes talajfelszín feletti élő és holt biomasszát begyűjtöttük, majd szobahőmérsékleten kiszárítottuk. A száraz mintákat a fenti négy kategóriába szétválogattuk és analitikai mérleggel (Ohaus Adventurer Pro Av412) század gramm pontossággal lemértük.

Mindegyik mintaterület mindegyik 10x10 m-es kvadrátjában 3db 2x2m-es cönológiai felvételt készítettünk úgy, hogy a cönológiai felvételek a 10x10 méteres kvadrátok sarokpontjaitól 2m-re helyezkedtek el az átlók mentén (1. ábra).



1. ábra. A 10x10 méteres kvadrátok egy mintaterületen belül. A 2x2 méteres állandó kvadrátokban történtek a cönológiai vizsgálatok. A 20x20 centiméteres négyzetek a destruktív mintavételi helyeket jelöli az alapállapot felmérés idejében

Az egyes fajok borításán kívül megbecsültük a talaj-, az avar-, a lágyszárú-, illetve a cserjék összegzett borítását is. Mindegyik adatot százalékos formában jegyeztük fel. Az alapállapot felmérés adatai alapján megvizsgáltuk, hogy a kékperjés rétek esetében széleskörben jellemző veszélyeztető tényezők (avarborítás, cserjeborítás, agresszív kompetitor fajok borítása) és a különböző természetességi mutatók (Shannon-féle diverzitás, Simpson-féle diverzitás, lágyszárúak fajsza) között találunk-e szignifikáns összefüggéseket. A veszélyeztető tényezők és a természetességi értékszámok kapcsolatát Kendall-féle rangkorrelációval vizsgáltuk.

A növényzet összetételének változásait az egyes kezeléstípusok függvényében több eljárással is megvizsgáltuk. A négy kezeléstípus egymáshoz viszonyított hatását, az egyes kvadrátok növényzet-összetételében bekövetkező változások trajektóriáit redundanciaanalízissel (RDA) vizsgáltuk, az R szoftver (4.3.1 verzió) és a ‘vegan’ csomag (2.6-6.1 verzió) (OKAKSEN et al. 2015) alkalmazásával. A modellekben függő változóként az egyes fajokhoz tartozó százalékos borításértékek szerepeltek, a kezelések és az idő (évek) interakcióját választottuk független változóknak, a mintaterületeket pedig kovariánsként alkalmaztuk.

A négy kezeléstípusnak az egyes fajokra gyakorolt hatását lineáris kevert modellek segítségével vizsgáltuk, ahol függő változóként az egyes fajokhoz tartozó borításértéket (%-ban megadva), független változóknak pedig az időt (évek), illetve annak a kezeléstípusokkal képzett interakcióit választottuk, a mintavételi kvadrátok azonosítóit pedig random faktorként alkalmaztuk. A használt modellek megfelelőségét a reziduálisokból készített diagnosztikus ábrák vizsgálatával ellenőriztük (DHARMA csomag, 0.4.6 verzió alkalmazásával).

Az egyes kezelések során begyűjtött destruktív mintákból származó biomassza (összes biomassza, élő biomassza, holt biomassza, egyszikű biomassza, kétszikű

biomassza) tömegeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) elemeztük és Tukey-tesztekkel hasonlítottuk össze. Az eredményeket kezeléstípusonként részletezzük, elsősorban a szignifikáns változásokat mutató paraméterekre fókuszálva.

3. Eredmények és azok megbeszélése

I. résztanulmány: Batyki-láprét védett fajainak állományfelmérése

Felmérésünk során 2019 és 2021 között 40 védett (közöttük 2 fokozottan védett) növényfaj előfordulását jegyeztük fel a területről, ezek közül 8 faj most került elő először. Irodalmi források további 10 védett faj egykori előfordulását jelezték. A képet árnyalja, hogy az újonnan megfigyelt fajok jelentős része nem láprétekhez, hanem szárazabb gyepekhez vagy erdőkhöz kötődik, ide sorolhatjuk az agárkosbort (*Anacamptis morio*), a fehér madársisakot (*Cephalanthera damasonium*), a kardos madársisakot (*Cephalanthera longifolia*), a gömbtermésű sármát (*Ornithogalum sphaerocarpum*) és a kövi pimpót (*Potentilla rupestris*). A jellegzetes lápréti fajok egyedszáma több esetben is riasztóan alacsony, mint pl. a rostostövű sás (*Carex appropinquata*), lápi sás (*Carex davalliana*) és a fehérmájvirág (*Parnassia palustris*) egyedszáma.

1955 óta nem volt megfigyelt adata a Batyki-lápréten de felmérésünk során előkerült a rostostövű sás (*Carex appropinquata*), lápi sás (*Carex davalliana*), a havasi szittyó (*Juncus alpinoarticulatus*) és a tőzegpáfrány (*Thelypteris palustris*). A szisztematikus felmérés ellenére sem találtuk meg a mintaterületről korábban ismert alábbi lápi specialista fajokat: keskenylevelű gyapjúsás (*Eriophorum angustifolium*), széleslevelű gyapjúsás (*Eriophorum latifolium*), hármalevelű vidrafű (*Menyanthes trifoliata*), posvány kakastaréj (*Pedicularis palustris*), nádi boglárka (*Ranunculus lingua*). E fajoknak több évtizede nincs adata, és az élőhelyen végbement megváltozások kipusztulásukat valószínűsítik.

A félszáraz vagy annál nedvesebb termőhelyekhez kötődő védett fajok jelentős része eltűnt a területről, míg a szárazságtűrő fajok jelentősen magasabb arányban vannak jelen. Bár a relatív hőigény tekintetében nem olyan markáns az átalakulás mégis elmondható, hogy a melegkedvelő fajok aránya megduplázódott, miközben a montán elemek aránya a felére csökkent. Unikális fajokban korábban sem bővelkedett a mintaterület, a XX. század közepén a specialisták adták a fajkészlet legnagyobb

hányadát, napjainkra azonban már a generalisták kerültek túlsúlyba, miközben már a zavarástűrő fajok is megjelentek.

Bár több, korábban nem említett védett növényfaj is megjelent a közelmúltban, mint a buglyos szegfű (*Dianthus superbus*), a szálkás pajzsika (*Dryopteris carthusiana*), a mocsári kockásliliom (*Fritillaria meleagris*) vagy a tavaszi tözike (*Leucojum vernum*), de ezek nem kifejezetten a kékperjésekhez köthető fajok, lényegesen kevésbé kötődnek a lápi körülményekhez.

Eredményeink megerősítik a Batyki-láprét kiemelkedő botanikai és természetvédelmi jelentőségét, de rámutatnak a növényzet átalakulásának tendenciájára és a terület kiszáradására is, ami alapján sürgető feladat a vízellátás javítása, valamint a megfelelő természetvédelmi kezelés kialakítása az értékek megőrzése érdekében.

II. résztanulmány: A természetvédelmi kezelés kiválasztását megalapozó vizsgálat

A kezelési kísérletünk felmérési eredményeinek elemzése során, a vizsgálati területekre specifikusan jellemző természetvédelmi problémák pontosabb azonosításához első lépésben a szakirodalmi források alapján általánosnak tekinthető veszélyeztető tényezőinek kapcsolatát vizsgáltuk az alapállapotban észlelt diverzitási értékekkel és a fajszámmal.

Találtunk olyan faktorokat melyekre mindkét mintavételi helyszín esetében általánosnak jellemző veszélyként tekinthetünk, a Nyirádi Sár-álló és a Batyki láprét diverzitási értékeire egyaránt kedvezőtlenül hatott a cserjeborítás és a kékperje (*Molinia* spp.) borítása. A kékperje (*Molinia* spp.) magasabb borítási értékei a fajszámot is befolyásolták, de az alacsonyabb fajszám és az avarborítás között is összefüggést találtunk mindkét helyszínen.

Az általánosnak tekinthető problémák mellett az adott mintavételi helyre specifikus veszélyeztető tényezőket is azonosítottunk. Míg a siska nádtippán (*Calamagrostis epigeios*) nagyobb aránya a Nyirádi Sár-álló, addig magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) megemelkedett borítási értékei a Batyki-láprét fajkészletét szegényítették.

Kutatásunk fontos célkitűzése volt annak vizsgálata, hogy az egyes kezelési típusok hogyan befolyásolják ezeknek a veszélyeztető tényezőknek a növényzetre kifejtett hatását, esetleg milyen módon járulnak hozzá a hatásuk mérsékléséhez. A vizsgálati

területek esetében a szárazzás bizonyult a legjobb eszköznek az általánosan jellemző veszélyeztető tényezők visszaszorításában.

Általánosságban elmondható, hogy minden esetben az első alkalommal elvégzett kezelés volt az, amelyik a legnagyobb hatást fejtette ki a vizsgált változókra. Ez a megállapítás egyaránt igaz a növényzet egészére vetítve, az egyes fajok borítási értékeire és a biomassza összetétel változására is.

A 2023-as év során kiemelkedően nagy fajszámot észleltünk szinte minden mintavételi egységben. Ugyanakkor ez az emelkedés a Nyirádi kontroll területek esetében visszafogottabban jelentkezett, a Batyki-láprét kontroll területeink pedig egyáltalán nem volt megfigyelhető. Ez arra utal, hogy a kezelések hiányában nem alakulnak ki azok az ökológiai fülkék, amelyek teret adnak az újabb fajok betelepülésére, amikor a külső adottságok kedvezőbbre fordulnak. Ebben is megmutatkozik az aktív kezelési beavatkozások jelentősége.

A kontroll területek növényzete a felmérési időszakunk során mindkét mintavételi helyszín esetében többé-kevésbé állandónak tekinthető, ez különösen igaz a Nyirádi Sár-Álló esetében, Batykon inkább egy lassú, de fokozatos elszegényedés és a kutyabenge (*Frangula alnus*) térhódítása jellemezte az átalakulást.

Eredményeinkből jól látszik, hogy az egyes kezelési típusok szignifikáns hatást váltottak ki a vegetáció összetételére, a kvadrátokban megfigyelt nagyfokú - kezelésektől függetlenül jelen lévő - heterogenitás ellenére. Az elvégzett kezelési beavatkozások az észlelt fajok borítási értékeire eltérő reakciókat váltottak ki, ugyanakkor úgy tűnik, a kezelések által közvetlenül okozott hatásokkal legalább egyenértékűek a külső, összefoglaló nevükön évjáráthatásnak nevezett, jellemzően időjárási különbségek, amelyek markánsan befolyásolják az adott évben az aktuálisan észlelhető vegetáció összetételét. Ezeknek az egyik legmeghatározóbb eleme minden valószínűség szerint a csapadék és annak időbeli eloszlása a vegetációs időszakon belül, ezt a 2022-es és 2023-as év felmérési adatai között tapasztalt lényeges eltérések is megerősítik, tekintve, hogy a két év vegetációját meghatározó időszakban a csapadékviszonyok gyakorlatilag egymással ellentétesek voltak.

A kompetitor fajok visszaszorítása lényeges eleme a változatos élőhelyek fenntartásának. Ez mindkét vizsgálati területünk esetében kulcsfontosságúnak látszik. Mindkét helyszínen magas borítási értékekkel jelenlévő kompetitor faj a

közönséges kékperje, melynek visszaszorítására kísérletünk alapján a kaszálás és a szárazzás tűnik hatékony megoldásnak. Mindkét kezelési mód mellett csökkenő borítási értékeket tapasztaltunk, de a változás csak a szárazzás esetében szignifikáns, ez viszont mindkét helyszín esetében megállapítható.

Hasonló jelentőséggel bír a cserjefajok visszaszorítása, értelemszerűen az aktív kezelési módok mindegyike felszámolta a cserjeszintet. A Batyki-lápréten azonban kifejezetten jellemző a kutyabenge (*Frangula alnus*) nagyarányú jelenléte, amely a fizikai behatásra erős sarjképződéssel reagált, ami a három alkalommal elvégzett kezelés után sem szűnt meg. Az égetett kvadrátokban ugyanakkor ez a jelenség nem jelentkezett ilyen intenzitással, így elképzelhető, hogy az égetés érdemben csökkenti a későbbi sarjképződést, emiatt az égetés hatékony eszköz lehet a kutyabenge (*Frangula alnus*) visszaszorítására.

Az idegenhonos inváziós fajok közül a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) fordul elő, mindkét vizsgálati helyszínen. Elmondható, hogy a kontroll területeken jellemző a borítási értékek fokozatos növekedése, de a kezelések közül Batykon csak a kaszálás szorította vissza szignifikánsan, míg Nyirádon minden aktív kezelési mód mellett szignifikánsan csökkent a jelenléte.

A védett növényfajokat jellemzően kis egyedszámmal és alacsony borítási értékekkel regisztráltuk, ugyanakkor a Batyki-láprét esetében a szibériai nőszirm (*Iris sibirica*) és a kormos csáté (*Schoenus nigricans*) borítási értékeiben is szignifikáns változásokat észleltünk, összességében minden aktív kezelési mód emelte a jelenlétüket.

A biomassza összetételében nem tapasztaltunk jól elkülöníthető trendeket, de az aktív kezelési módok jellemzően csökkentették a holt biomassza arányát.

Összességében a kaszálás és a szárazzás hatékonyabb eszköznek tűnik az avarfelhalmozódás visszafordítására, az égetés kevésbé. Az égetéseket követően néhány alkalommal markáns visszaesést észleltünk. Ez vélhetően arra vezethető vissza, hogy a téli időszakban végzett kezelés során az égetés a lábon álló holt biomassza eltávolításában hatékony, ugyanakkor a felhalmozódott avar gyakran visszamarad.

4. Következtetések és a javaslatok

Az aktív élőhelyfenntartó kezelések elengedhetetlen szerepet játszanak az üde termőhelyek réttársulásainak, különösen azok specialista fajainak hosszútávú megőrzésében, így alapvető fontosságú a természetvédelmi szempontú, rendszeres gyepterkezelési beavatkozások lehető legnagyobb területre történő kiterjesztése.

Néhány kivételtől eltekintve nehéz általános érvényű, globálisan, de legalább országos szinten általánosítható megállapításokat tenni az egyes kezelési típusok növényzetre gyakorolt hatása tekintetében. Az üde féltermészetes gyepek ökológiai állapotának fenntartásához vagy javításához első lépésben minden esetben az adott terület diverzitására ténylegesen hatással lévő veszélyeztető tényezők körét kell meghatározni, majd eszerint kell megválasztani a kezelés módját.

A kezelési beavatkozások sikerességét azonban számos külső tényező és a helyi adottságok is erősen befolyásolják, erre utal, hogy a felmérésünk során a növényzet összetételében megmutatózó varianciának csupán néhány százalékát tudtuk a kezelések hatására visszavezetni, emiatt a kezelések hatását mindig ezen körülmények figyelembevételével kell értékelni.

Eredményeink többek között rámutatnak arra, hogy ha a vegetációs időszakban extrém száraz időjárási körülmények uralkodnak, akkor csökkenő fajszámot regisztrálunk, ez pedig nem áll közvetlen ok-okozati összefüggésben az elvégzett kezelésekkel, mivel ez a jelenség a kezeletlen területeken ugyanúgy jelentkezett.

A kaszálás és a száruzás széles körben használt beavatkozások, melyek a szakirodalmi adatokkal összhangban hatékony eszköznek tűnnek az inváziós fajok visszaszorítására. Kimutattuk, hogy rendszeres kezelés esetén az avarfelhalmozódás is csökken.

Az égetés ugyanakkor egy meglehetősen ellentmondásos módszer, megítélése vegyes a természetvédelmi kezelők körében, így nem igazán jellemző, hogy természetvédelmi célú kezelési típusként tartanak számon. Égetési kísérleteink alapján kedvező eredmények érhetőek el azokon a területeken, ahol jelentős a felhalmozódott avar mennyisége. Ugyanakkor a kutyabenge (*Frangula alnus*) esetében a kaszálásnál és a száruzásnál jellemző erős sarjképződést is gátolja az égetés, miközben a védendő fajok borítási értékeit nem befolyásolta negatívan. A gyakorlati természetvédelem számára pedig további előny a módszer költséghatékonysága.

A Batyki-láprét élővilágát az elmúlt évtizedekben számos veszélyeztető tényező sújtotta, eredményeink azonban igazolták, hogy ez a láprét napjainkban is kiemelkedő természetvédelmi értéket képvisel. A terület szárazodása ugyanakkor szembetűnő, ha a jelenlegi állapotokat összevetjük az archív térképeken látható viszonyokkal. Ez a szárazodás a fajkészlet átalakulásában is leképeződik, emiatt csak a természetvédelmi szempontú vízkormányzás lehetőségének kialakítása segíthet megállítani a lápi jelleg visszaszorulását, ezáltal lehetővé teszi a lápi specialista fajok megőrzését, fenntartva ezzel növényzeti örökségünk egyik leginkább veszélyeztetett csoportját. A talajvízszint süllyedését a kutyabenge (*Frangula alnus*) előretörése szemlélteti a leginkább, melynek jelenléte szignifikánsan csökkenti az Batyki-láprét diverzitását. Emiatt a visszaszorítását célzó intézkedések szintén magas prioritást kell, hogy élvezzenek, a véletlenszerű, időközönként végrehajtott kezelési beavatkozások helyett a kezelések folyamatossága is elengedhetetlen.

5. Új tudományos eredmények

A dolgozat új tudományos eredményei az alábbi pontokban foglalhatók össze:

1. Létrehoztam egy recens viszonyokat leképező térképes adatbázist a Batyki-láprét védett növényfajairól, azok elterjedéséről és állományaik sűrűségéről.
2. Megállapítottam, hogy az általánosan jellemző veszélyeztető tényezőknek a kékperjés rétek növényzetének összetételére gyakorolt hatása nem egyforma mértékű, így a látszólag azonos természetvédelmi problémákkal küzdő kékperjés élőhelyek fenntartásához nem feltétlenül ugyanazok lesznek a megfelelő eszközök.
3. Kimutattam, hogy a kékperjés rétek növényzetének kezelésekre adott válaszreakciója leginkább lokálisan értelmezhető és nehezen általánosítható. Bár látszólag vannak jól általánosítható eredmények, összességében nehéz általános érvényű, széles körben alkalmazható, útmutatást adni, mert a kezelési beavatkozások csak a helyi viszonyokhoz adaptálva lehetnek sikeresek.
4. Igazoltam, hogy a kékperjések kaszálása sikerrel alkalmazható kezelési mód a magas aranyvessző térhódítása ellen, a szárazzás pedig a kékperje túlzott dominanciájának csökkentésére lehet megfelelő eszköz.
5. Kimutattam, hogy a fizikai behatásokra (kaszálás, szárazzás) a kutyabenge intenzív sarjképződéssel reagál, ugyanakkor az égetett területeken ez a képessége lényegesen visszaesik. Emiatt a kutyabenge visszaszorításában az égetésre megfontolandó módszerként tekinthetünk.

6. Kimutattam, hogy kezelések nélkül a kékperjés rétek degradációja jellemző, amely ellen aktív kezelési beavatkozásokkal tudunk fellépni. Ezek hatásának monitorozásakor figyelembe kell venni, hogy az évjáráthatás erősebb, mint a kezelések befolyásoló ereje, így a kezelések sikerességét mindig az abiotikus környezeti tényezők figyelembevételével kell értékelni.
7. Eredményeim rámutatnak arra, hogy a kékperjés réteken az egyszer elvégzett kezelés nem elégséges, a kezelések folyamatosságának biztosítása kiemelt jelentőségű a tartós eredmények érdekében.

6. Fontosabb publikációk

Angol nyelvű cikk referált folyóiratban:

BÓDIS, J., FÜLÖP, B., LÁBADI, V., MÉSZÁROS, A., PACSAI, B., SVAJDA, P., VALKÓ, O., KELEMEN, A. (2021): One year of conservation management is not sufficient for increasing the conservation value of abandoned fen meadows. *Tuexenia* 41: 381-394. DOI:10.14471/2021.41.015 (Q2)

FÜLÖP, B., PACSAI B., BÓDIS J. (2021): Minor Treatments Can Play a Significant Role in Preserving Natural Habitats and Protected Species on the Shore of a Central European Lake, *Agronomy* 2021, 11(8), 1540; <https://doi.org/10.3390/agronomy11081540> (Q1)

Angol nyelvű cikk lektorált folyóiratban:

FÜLÖP, B., PACSAI, B., BÓDIS J. (2022): Assessment of interregional generalisability of conservation management experiments on *Molinia* meadows. *Georgikon for Agriculture*, 26: 31-43.

FÜLÖP, B., PACSAI B., BÓDIS J. (2023): The rearrangement of protected plant species in the Batyk fen meadow warns of drying out. *Georgikon for Agriculture* 27: 26-34.

Magyar nyelvű cikk referált folyóiratban:

FÜLÖP, B., KIRÁLY, G., PACSAI, B., BAUER, N., BÓDIS, J. (2022): A Battyki-láprét botanikai értékei. *Botanikai Közlemények* 109: 231-256 (Q3)

Magyar nyelvű cikk lektorált folyóiratban:

FÜLÖP, B., DEÁK, B., PACSAI, B., VALKÓ, O., BÓDIS, J. (2022): Üde gyeppekhez köthető védett és ritka növényfajok ex situ csíráztatási kísérlete In: Simon-Gáspár, B.; Simon, Sz. (szerk.) *Ifjúság a tudományért: Tanulmánykötet* Keszthely, Magyarország. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus (2022) 271 p. pp. 207-212., pp. 15–23.

Konferenciakötetben teljes terjedelemben megjelent:

FÜLÖP, B., DEÁK, B., PACSAI, B., VALKÓ, O., BÓDIS, J. (2021): Üde gyeppekhez köthető védett és ritka növényfajok ex situ csíráztatási kísérlete. XXVII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2021. május 20., In: Bene Szabolcs (szerk.): *XXVII. Ifjúsági Tudományos Fórum, 2021. 05.20, Konferenciakötet*, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus, Keszthely, p. 51–56.

Egyéb konferencia részvételek:

FÜLÖP B., KIRÁLY, G., PACSAI, B., BÓDIS, J. (2021): A Battyai-láprét védett és veszélyeztetett növényei: Protected and endangered plant species of the Battyai fen meadow In: Takács, Attila; Sonkoly, Judit (szerk.) *XIII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia. Program és összefoglalók*. Debrecen, Magyarország. Debreceni Egyetem Természettudományi Kar (2021) pp. 32-32 (előadás).

7. Irodalomjegyzék

17/2005. (VII. 14.) KvVM rendelet a Nyirádi Sár-álló Természetvédelmi Terület létesítéséről

BEKKER, R.M., VERWIJ, G.L., SMITH, R.E.N., REINE, R., BAKKER, J.P., SCHNEIDER, S. (1997): Soil Seed Banks in European Grasslands: Does Land Use Affect Regeneration Perspectives? *Journal of Applied Ecology*, 34 (6) 1293-1310.

BIRÓ, M., BÖLÖNI, J., MOLNÁR, ZS. (2018): Use of long-term data to evaluate loss and endangerment status of Natura 2000 habitats and effects of protected areas. *Conservation biology*, 32(3), 660-671.

BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. *JPTE Növénytani Tanszék, Pécs*

BORHIDI A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. *Acta Botanica Hungarica*, 39 (1-2), 97-181.

BOTTA-DUKÁT, Z., CHYTRÝ, M., HÁJKOVÁ, P., HAVLOVÁ, M. (2005): Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe. *Preslia*, 77 (1), 89-111.

CZÚCZ, B., TORDA, G., MOLNÁR, ZS., HORVÁTH, F., BOTTA-DUKÁT, Z., KRÖEL-DULAY GY. (2009): A klímaváltozás hatása Magyarország növényzetére: sérülékenységi elemzések. In: Török K., Kiss K.T., Kertész M. (szerk.): *Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete kutatási eredményeiből*. MTA ÖBKI, Vácrátót, 69–76.

- DAHLTSTÖM, A., IUGA, A. M., LENNARTSSON, T. (2013): Managing biodiversity rich hay meadows in the EU: a comparison of Swedish and Romanian grasslands. *Environmental Conservation*, 40 (2) 194-205.
- ELLMAUER, T., MUCINA, L. (1993): Molinio-Arrhenatheretea. In: Mucina L., Grabherr G. & Ellmauer T. (eds.), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Anthropogene Vegetation*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 297–401.
- FEKETE, G., KIRÁLY, B. G., MOLNÁR, Zs. (2017): A Pannon vegetációrégió lehatárolása. *Botanikai Közlemények*, 104, 85–108.
- JÁVORKA, S. (1940): Növényelterjedési határok a Dunántúlon. Pflanzenareale in Transdanubien in Ungarn. *Mathematikai és Természettudományi Közlemények*, 49, 967–997.
- KACKI, Z. (2007): Comprehensive syntaxonomy of Molinion meadows in southwestern Poland. *Acta Botanica Silesiaca. Monographiae*, 2.
- KACKI, Z., MICHALSKA-HEJDUK, D. (2010): Assessment of biodiversity in Molinia meadows in Kampinoski National Park based on biocenotic indicators. *Polish Journal of Environmental Studies*, 19(2), 351–362.
- KÁROLYI, Á., PÓCS T. (1954): Adatok Délnyugat-Dunántúl növényföldrajzához. *Botanikai Közlemények* 45, 257–267.
- KIRÁLY, G., MESTERHÁZY, A., KIRÁLY, A. (2007): Adatok a Nyugat-Dunántúl flórájához. *Flora Pannonica*, 53–68.
- KISS, R., DEÁK B., TÖRÖK, P., TÓTHMÉRÉSZ, B., VALKÓ, O. (2018): Grassland seed bank and community resilience in a changing climate. *Restoration Ecology* 26: S141–S150 <https://doi.org/10.1111/rec.12694>
- KOVÁCS, M. (1962): Die Moorwiesen Ungarns (No. 3). Akadémiai Kiadó.
- MATĚJKOVÁ, I., VAN DIGGELEN, R., PRACH, K. (2003): An attempt to restore a central European species-rich mountain grassland through grazing. *Applied Vegetation Science*, 6 (2), 161–168.
- MILBERG, P., AKOTO, B., BERGMAN, K. O., FOGELFORS, H., PALTTO, H., TÄLLE, M. (2014): Is spring burning a viable management tool for species-rich grasslands? *Applied Vegetation Science*, 17 (3), 429–441.
- MILBERG, P., FOGELFORS, H., WESTERBERG, L., TÄLLE, M. (2018): Annual burning of semi-natural grasslands for conservation: winners and losers among plant species. *Nordic Journal of Botany*, 36 (5).

OKSANEN J., BLANCHET F. G., FRIENDLY M., KINDT, R., LEGENDRE P., MCGLINN D., MINCHIN P. R., O'HARA R. B., SIMPSON G. L., SOLYMOS P., HENRY M., STVENS H., SZOEC S., WAGNER H (2015): vegan: Community ecology package. R Package Version 2.3-2.

OSTERMANN O. P. (1998): The need for management of nature conservation sites designated under Natura 2000. *Journal of applied ecology*, 35(6), 968-973.

POSCHLOD, P., BAUMANN, A., KARLÍK, P. (2009): Origin and Development of Grasslands in Central Europe. In: VEEN, P., JEFFERSSON, R., DE SMIDT, J., VANDER STRAATEN, J.(Ed.): *Grasslands in Europe of high nature value*. KNNV Publishing, Zeist 15–25.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>

ŘEZNÍČKOVÁ, M. (2007): Variability of the Molinion meadows in Slovakia. *Biologia*, 62 (6), 675-683. <https://doi.org/10.2478/s11756-007-0130-4>

VALKÓ, O., TÖRÖK, P., MATUS G., TÓTHMÉRÉSZ B. (2012b): Is regular mowing the most appropriate and cost-effective management maintaining diversity and biomass of target forbs in mountain hay meadows? *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 207 303–309. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.02.003>.

VALKÓ, O., VENN, S., ŽMIHORSKI, M., BIURRUN, I., LABADESSA, R., LOOS, J. (2018): The challenge of abandonment for the sustainable management of Palaearctic natural and semi-natural grasslands. *Hacquetia* 17/1, 5–16.

VALKÓ, O., ZMIHORSKI, M., BIURRUN, I., LOOS, J., LABADESSA, R., VENN, S. (2016): Ecology and conservation of steppes and semi-natural grasslands. *Hacquetia* 15/2: 5–14. DOI: 10.1515/hacq-2016-0021

WALLIS DE VRIES, M. F., POSCHLOD, P., WILLEMS, J. H. (2002): Challenges for the conservation of calcareous grasslands in northwestern Europe: integrating the requirements of flora and fauna. *Biological Conservation*, 104 (3) 265-273.

WILSON, J.B., PEET, R.K., DENGLER, J., PÄRTEL, M. (2012): Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science*, 23, 796–802.

ZELNIK, I., ČARNI, A. (2008): Wet meadows of the alliance Molinion and their environmental gradients in Slovenia. *Biologia*, 63 (2), 187-196.