

37. OTDK Biológia Szekció

A természetvédelmi célú bűvósávok kialakításának hatása az egyenesszárnyúakra hazai gyepek esetén

Korsoveczky Lili

(Biológia szak, MSc II.évfolyam)

ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem

HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont

Témavezetők: Dr. Gallé Róbert és Dr. Szövényi Gergely

Tartalom jegyzék

1.Tartalmi összefoglaló	3
2.Bevezetés.....	4
3.Célkitűzések	6
4.Anyagok és Módszerek	8
4.1.Mintavételi terület bemutatása.....	8
4.2.Mintavételi elrendezés és mintavétel.....	9
4.3.Adatértékelési módszerek.....	11
5.Eredmények.....	12
6.Diskusszió.....	18
7.Hivatkozások.....	21
8.Függelék	24
9.Köszönetnyilvánítás	25

1. Tartalmi összefoglaló

Hazánkban egyre fontosabb szerepet tölt be a megfelelően alkalmazott extenzív gyepterkezelés, mivel segítségével fenntarthatjuk a természetközeli gyepeket és megőrizhetjük az élőhely biodiverzitását. A legelterjedtebb gyepterkezelési módszer a legeltetés mellett a kaszálás. A kutatásban kaszálókon létrehozott búvósávok kialakításának hatását tárom fel az egyenesszárnyúak fajszámára és abundanciájára, valamint az egyenesszárnyúak repülési képességének és a fajok növényzeti preferenciájának megoszlására a lokális együttesekben. Vizsgálatunkat a Csanádi Pusztákon és a Hevesi Fűves Pusztákon végeztük, ahol négy-négy búvósávot jelöltünk ki, fűhálós mintavételt végeztünk a búvósávokban és a közöttük található kaszált területen (heterogén művelés). Emellett mindkét vizsgálati régióban négy nagyobb kaszálás alól kizárt területeken és a hozzájuk közel eső nagy kiterjedésű kaszált foltokban vettünk mintát (homogén művelés). Eredményeim azt mutatják, hogy a homogén területek esetében a kaszálás alól kizárt területen találtunk magasabb abundancia értékeket, a heterogén terület esetében pedig a kaszáltan. A homogén területen több rosszul repülő fajt azonosítottunk, mint a heterogén terület esetében. A homogén művelés hatékonyabban őrizte meg a növényzeten élő fajokat, mint a szabad talajfelszín kedvelőket. Vizsgálatommal segítem az egyenesszárnyúak diverzitásának megőrzését, hogy továbbra is betölthessék fontos szerepüket az ökoszisztémában, mint az egyik legnépesebb herbivór ízeltlábúcsoport. Emellett kutatásommal hozzájárulunk a gyepek megfelelő kezelésének kialakításához, mely elősegíti egy természetközeli ökológiai rendszer fennmaradását.

Kulcsszavak: homogén, heterogén, diverzitás, fajszám, egyedszám, kaszálás.

2.Bevezetés

A természetközeli gyepek viszonylag nagy kiterjedésű, de igen veszélyeztetett szárazföldi élőhelyek. Központi szerepet játszanak a biodiverzitás megőrzésében és fenntartásában Közép-Európában (Valkó és mtsai., 2016). Továbbá részt vesznek a szénmegkötésben, a klíma, a levegőminőség és a vízminőség regionális szintű szabályozásában (Folay és mtsai., 2005). A klíma meghatározó jelentőségű minden ökoszisztéma szempontjából, a globális klímaváltozásnak köszönhetően Közép-Európa klímája egyre szélsőségesebbé és szárazabbá válik, ami komoly természetvédelmi kihívásokat jelent, de negatív hatása csökkenthető megfelelő élőhelykezelési módszerekkel (Dede 2010). Hazánkban egyre fontosabb szerepet tölt be a megfelelően alkalmazott extenzív gyepterület, mivel segítségével fenntarthatjuk a természetközeli gyepeket és megőrizhetjük az élőhely biodiverzitását. A gyepek mezőgazdasági használatának és természetvédelmi kezelésének két legelterjedtebb módszere a legeltetés és a kaszálás. Az extenzíven tartott állatállomány csökkenése miatt a hagyományosan legeltetett gyepterületek jelentős részét napjainkban kaszálónak (Torma és mtsai., 2019). Közép-Európában a gyepek túlnyomó része másodlagos, fenntartó kezelés, kaszálás vagy legeltetés nélkül végül cserjés, fás vegetációvá alakulna át.

A kézi és gépi kaszálási módok közül a kézi kaszálás természetvédelmi szempontból előnyösebb, mert a kaszálási magasság változatossága a növényzetben mozaikos struktúrát eredményez, ezzel szemben a gépi kaszálás homogenizálja a növényzetet, emellett a talajt is tömöríti, feltöri a gyepfelszínt és megváltoztathatja a felszíni vizek folyását (Kiss és mtsai., 2018). A dolgozatban gépi kaszálási területet vizsgálunk. A gépi kaszálás általában csökkenti az ízeltlábúak abundanciáját és fajgazdagságát (Lafage és mtsai, 2014, Wagner és mtsai, 2021). Csökkenti a gyepterület mikrohabitat-diverzitását, homogenizálja a mikroklimatikus viszonyokat és ennek következtében megváltoznak az ízeltlábú közösségek abundancia viszonyai (Kormann és mtsai., 2015). A különböző kaszálási technikák eltérően hatnak az állatvilágra (Humbert és mtsai, 2010). A legtermészetkímélőbb módszer a rotációs kaszálás, mely mozaikos kialakítást követ. Ez a kaszáló egyes részeinek egymást követő, időben eltolva történő vágását jelenti (Bubová és mtsai, 2015). Térbeli és időbeli heterogenitást hoz létre, ahelyett, hogy rövid idő alatt egyenletesen távolítaná el a szénát nagy gyepterületekről (Bonari és mtsai., 2017). A megfelelő kaszálás alkalmas az egy év alatt termelődött biomassza eltávolítására, és megakadályozza a terület becserjésedését, erdősödését.

A gyepi ökoszisztémák egészséges működésének megőrzéséhez, az aktuális emberi szükségletek kielégítésével egyidejűleg, jól tervezett földhasználatra és kezelési gyakorlatokra van szükség (Folay és mtsai, 2005). Az extenzíven kezelt gyepek fajgazdagsága számos esetben kiemelkedő, az európai flóra és fauna számos specialista és endemikus faja kifejezetten gyepekhez kötődik, például az egyenesszárnyúak csoportjából a hazai faunában is találunk kifejezetten gyepi specialista fajokat (Denger és mtsai, 2014).

A hazai egyenesszárnyúak fajszáma nem magas (124 faj), határozásuk egyértelmű, mintavételezésük viszonylag könnyű és gyors (Báldi 1997). Magyarországon az egyenesszárnyúaknak számos, természetvédelmi szempontból fontos, értékes faja él, ezek közül harminckettő védett, közülük hat pedig közösségi jelentőségű. Fajaik döntő többsége mozgékony, jó terjedési képességgel rendelkezik. A gyepeken jelentős herbivór szerepet töltenek be, a biomassa tekintetében is kiemelkedőek, és így a táplálékláncban meghatározó szerepük van. Térben és időben egyaránt érzékenyen jelzik az élőhelyük változásait, ezért számos ökológiai kutatás tárgyát képezik (Noss 1990, Kenyeres 2011).

Az egyenesszárnyú fajok csoportosíthatóak az általuk használt vertikális élőhelyi zóna alapján. A fajokat alapvetően két nagy életforma-típusba, a növényzetet kedvelő fitofil és a szabad talaj- illetve alapkőzet felszín előnyben részesítő geofil típusba sorolják (Rácz, 2001). Az egyes életforma-típusok morfológiai különbségeket mutatnak, amely a fajok testalkatában és színezetében is megmutatkozik. Ezek a tulajdonságok sokkal kifejezettebbek a Caelifera, mint az Ensifera taxonban (Pravdin, 1978). A Pravdin (Pravdin, 1978) által módosított Bei-Bienko (Bei-Bienko, 1950) féle tipizálás és a hazai terepi tapasztalatok szolgálnak alapul a dolgozatomban használt életforma típusokhoz. Az egyenesszárnyú fajok a következő kategóriákba oszthatóak ezek alapján: thamnobiont (tipikusan a magaskórós, bozótos vegetáció lakói, többnyire ragadozók), chortobiont (e fajok a többé-kevésbé zárt növényzetben élnek, hőigényüket a vegetáció mikroklímája biztosítja) a chortothamnobiont (átmentei életformatípus), valamint a geochortobiont (átmeneti életforma típus) (Rácz, 2001). Az egyenesszárnyú fajok röpképessége meghatározó jelentőségű az egyes fajok populációinak zavarással szembeni rezilienciája szempontjából. Terjedési képességük, mozgási mintázatuk alapján jól repülő, gyengén repülő és röpképtelen fajokra oszthatjuk az egyenesszárnyúakat.

Az Európai Unió legfontosabb természetvédelmi programjai az agrárkörnyezetvédelmi programok (AES) és a Natura 2000-es természetvédelmi hálózat, amelynek célja, hogy hozzájáruljon Európa diverzitásának és természetes élőhelyeinek hosszú távú fennmaradásához a mezőgazdasági tevékenységeknek az őshonos élővilágra gyakorolt negatív hatásainak

csökkentésével (Ekroos és mtsai, 2014). A gyepekre vonatkozó irányelvek szerint az érintett gyepek, kaszálók, legalább öt, legfeljebb tíz százalékát kaszálatlanul kell hagyni (Park, 2019). A kaszálás alól kivont terület arányát elérhetjük egyetlen nagyobb kiterjedésű kaszálatlan folt kialakításával az egységesen kaszált gyepen vagy bűvósávok kialakításával. A második, természetvédelmi kezelésekben támogatott és széles körben alkalmazott gyepterkezelési módszer, a kaszálatlan bűvósávok kialakításának hatásáról a nemzetközi szakirodalomban viszonylag kevés információt találunk, különösen hiányoznak a regionális léptékű kutatások (Révész és mtsai, 2025). Vizsgálatunk két magyarországi síkvidéki tájegységben azt tárja fel, hogy a kaszálás során kialakított bűvósávok és a nagyobb, összefüggő, kaszálás alól kivont területek elrendezése hatással van-e az egyenesszárnyúak fajszáma és abundanciájára.

3.Célkitűzések

Vizsgálatom célja, hogy eredményeimmel segítsen a kaszálás megfelelő módszerének azonosítását, amely a legkevesebb negatív hatást gyakorol a gyepeken élő ízeltlábú faunára, így lehetővé téve a gyepeink természeti értékeinek megőrzését. Eredményeink alapján javaslatokat fogalmazhatunk meg a természetvédelmi szempontokat figyelembe vevő kaszálás ökológiai hatékonyságának javítása érdekében. Kutatásom során azt szeretném megtudni, hogy a bűvósávok elősegítik-e az egyenesszárnyúak megőrzését a kaszálóinkon, továbbá az egyenesszárnyú fajok egyes jellemzői hogyan befolyásolják az élőhelyválasztásukat.

Kutatásunk során a bűvósávokban magasabb fajgazdagságot és abundanciát várunk, mint a kaszált területen a szomszédos kaszált sávokból tapasztalt átáramlás (spillover) (Harman & Kim, 2024), jelenségnek köszönhetően. Feltételezésünk szerint a bűvósávok kialakítása hatékonyabb menedékként szolgál, több ízeltlábú egyedet őriznek meg, mint a négyzet alakú, kaszálás alól kizárt foltok a nagyterjedésű, homogénen művelt kaszálókon.

Vizsgálatom hipotézisei:

- (1) A kaszált területeken alacsonyabb egyenesszárnýú faj- és egyedszámot találunk, mint a kaszálás alól kivont területeken, melyek menedékül szolgálnak az ízeltlábúaknak.
- (2) Az egyenesszárnýúak, elsősorban a jó diszperziós képességű fajok, a bűvósávok esetén magasabb abundancia értékeket mutatnak, mint a nagy kiterjedésű kaszálás alól kizárt foltok esetén, mivel a mobilis egyedek bűvósávokba húzódnak a kaszálás okozta zavarás után.
- (3) A kaszálás aló kizárt területeken, elsősorban homogén művelés esetén több növényzeten élő, thamnobiont fajt találunk a magasabb növényzetnek és a nagyobb kiterjedésű foltoknak köszönhetően.
- (4) A heterogén művelés esetében a bűvósávokban több jobban repülő fajt várunk, mint a homogén esetében. A röpképes fajok egyedei feldúsulhatnak a bűvósávokban, mivel a gép elől jobban el tudnak menekülni, mint a nem röpképes fajok.

4. Anyagok és Módszerek

4.1. Mintavételi terület bemutatása

A Körös-Maros Nemzeti Park (KMNP) részét képező Csanádi Puszták az első mintavételi helyünk, mely a Körös–Maros köze legnagyobb kiterjedésű ősi jellegű szikes pusztája. Három pusztarészből áll: Kopáncs-pusztá (északon), Montág-pusztá (középen) és Királyhegyesi-pusztá (délien). A tájnak határozott, bár nem élénk domborzata van. Az egykori löszgyepek helyén zömmel szántók vannak, a lefolyástalan medencékben szikes puszták. A szikesek növényzete nagy foltokban még eredeti, fajgazdag. Ugyanakkor a löszgyepekből már csak kicsi, gyakran teljesen degradált foltok maradtak fenn (Molnár és mtsai, 2016), (1. ábra).

A második mintavételi helyünk 8 199 hektár területen fekvő Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzet, a Bükk Nemzeti Park (BNP) Igazgatóságához tartozó terület, mely a Tisza-völgy és a Mátra közt terül el. A Hevesi-sík kistáj területe az Alföld leglaposabb, tökéletesen sík vidékei közé tartozik. Felszínét a Tisza, valamint az Eger-patak, a Laskó, és a Tarna alakították ki. A terület nagy részén szikes növényzetet találunk, melynek kialakulásában és fennmaradásában nagy szerepet játszottak az antropogén tényezők (pl. folyóvíz-szabályozások, extenzív legeltetés stb.). Társulásai viszonylag fajszegények, azonban főleg a padkás szikesek igen mozaikosok (Dudás és mtsai, 2001), (2. ábra).



1. ábra A Csanádi pusztán kialakított búvósávok kaszálás előtt és után



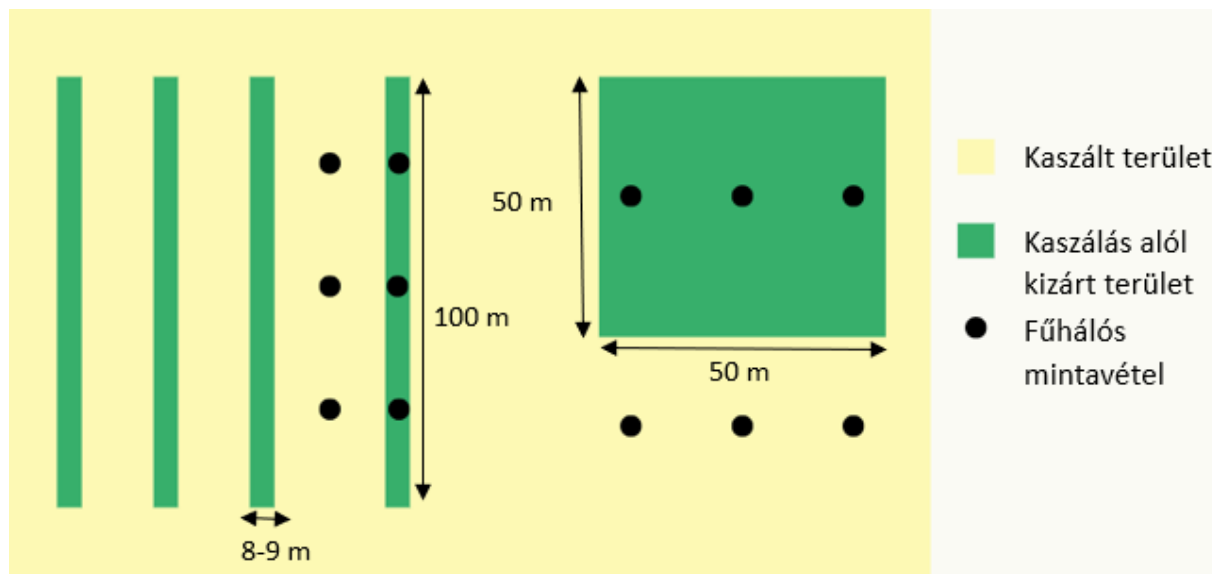
2. ábra A Hevesi Füves Pusztán kialakított bűvósávok

4.2. Mintavételi elrendezés és mintavétel

Vizsgálatunk során átfogó képet szeretnénk kapni a bűvósávok hatásairól, jelentőségéről, így mintavételezésünket az ország két, egymástól jól elkülönülő vizsgálati helyszínén végeztük. A KMNP területén található Csanádi-pusztákon végeztünk mintavételt 2022 júliusában. Ezt követően 2023 júliusában a Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzet (BNPI) területén ismételtük meg a vizsgálatunkat. A mintavételt ürmöspusztákon és szikes réteken végeztük.

Kétféle művelési móddal kezelt kísérleti területeket hoztunk létre. (1) heterogén művelés 8-9 méter széles, legalább 100 méter hosszúságú bűvósávokkal, melyek a terület 10%-át fedték, és (2) homogénen kasznált gyepet, melyen 50×50 méteres, kaszálás alól kizárt területeket alakítottunk ki (3. ábra). Az ízeltlábúak gyűjtését két héttel a kaszálás és a rendsodrás, bálázási műveletek befejezése után végeztük, hogy a közösségek a zavarás után homogenizálódjanak. Az egyenesszárnnyúakat 40 cm átmérőjű, szabványos méretű hálókkaal gyűjtöttük, 25 csapást végeztünk egy 25 m hosszú transzekt mentén. Minden mintavételi ponton 3 mintát gyűjtöttünk, így összesen 2 művelés (homogén és heterogén művelés) × 2 kezelés (kaszált és nem kaszált)

$\times 4$ ismétlés $\times 3$ minta $\times 2$ régió = 96 minta keletkezett mindkét vizsgálati helyszínen. A mintákat ismétlések szerint összevontuk, mely 32 statisztikai mintát eredményezett.



3. ábra A vizsgálati elrendezés vázlata. (a) heterogén művelés bűvósávokkal; (b) homogén művelésű terület. (Gallé, és mtsai., 2024)

A kaszálási mintázat kialakítása minden alkalommal a nemzeti park igazgatóságok segítségével történt. A fűhálómintákat rendszertani csoportok szerint válogattam, és minden kifejlett egyenesszárnýú egyedet fajszintig azonosítottam. Az egyenesszárnýúak gyűjteményi példányai a HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézetének gyűjteményébe kerültek.

4.3. Adatértékelési módszerek

A fajok jellemzőinek elemzése révén részletesen feltárhatjuk, hogy a környezeti tényezők, például a kaszálás hogyan hatnak az ízeltlábú közösségek összetételére és a kapcsolódó folyamatokra. Minden meghatározott fajt csoportokba soroltam a fajok repülési képessége, mint jól repülő (1), gyengén repülő (0.5) és röpképtelen (0), továbbá az életforma-típusuk alapján, ahol négy kategóriát különítettünk el, geochortobiont (0), chortobiont (0.33), geothamnobiont (0.66) és chortothamnobiont (1) (1. Táblázat). Ezek a tulajdonságok jól vizsgálhatók, és szoros összefüggést mutathatnak a vizsgált területek tulajdonságaival. A trait értékek meghatározására szakirodalmat (Pravdin, 1978; Rácz, 2001), kiegészítő megbízható internetes forrásokat (Életforma típusok, 2020) témavezetőm, Szövényi Gergely terepi tapasztalatait használtam. Az ízeltlábú fajok tulajdonságait (trait-értékeit) egyre gyakrabban használják fel az ökológiában a környezeti hatások elemzésére olyan változásoknál, mint a földhasználat változása, erősödése és az éghajlat felmelegedése, mert az egyes fajok a fenti tulajdonságaiknak megfelelően reagálnak a környezeti változásokra (Gossner és mtsai., 2015). Mindkét trait esetén CWM (community-weighted trait means, a trait értékekkel súlyozott átlagos abundancia-érték) értékeket számoltam.

Az egyenesszárnyú együttesek fajsza és abundancia különbségeit kevert általános lineáris modellekkel (General Linear Mixed Model, GLMM) vizsgáltuk. Az ízeltlábúak fajszaára vonatkozó modellekben Poisson-hibatagot használtunk, a CWM értékek esetében normál eloszlású hibatagot alkalmaztunk. Az abundancia adatok esetében túlszóródást (overdispersion) észleltünk, ezért negatív binomiális hibataggal futtattunk modelleket. A modellekben fix hatásként a kaszálás (kaszált/ nem-kaszált) és a művelési forma (homogén/heterogén, búvósávós) szerepeltek. Random hatás minden modell esetén a vizsgálati helyszínek és ezekbe ágyazva a mintavételi pontok azonosítója volt. A statisztai értékelésekhez az R szoftvert használtuk (RStudio 4.4.1.) az LME4 (Bates és mtsai, 2014), a BAT (Cardoso és mtsai, 2024) és a MASS (Ripley és mtsai., 2020) csomagokat használtuk.

5.Eredmények

A vizsgálat során az egyenesszárnyúak 24 fajának 692 kifejlett egyedét gyűjtöttük be és határoztam meg (1. táblázat). A Hevesi területen ez 16 faj 349 egyed, a Csanádi pusztákon 17 faj 343 egyed volt (3. táblázat, 1. függelék). A befogott egyedek nagyrészt a tojókampósok (*Caelifera*) alrendje, azon belül a sáskák (*Acrididae*) családja teszi ki. A gyűjtött egyedek kisebb részét teszik ki a tojócsövesek (*Ensifera*) alrendje, azon belül is a fűgeszöcskék (*Tettigoniidae*) családja. A vizsgálat során a sáskák (*Acrididae*) családjának 71 juvenilis egyedét gyűjtöttük be, melyek esetében a családon belüli további határozás bizonyos fajok esetén nem lehetséges, ezért a lárvákat nem határoztuk meg. A tojócsövesek (*Ensifera*) alrendjéből nem gyűjtöttünk juvenilis egyedet. A vizsgálat során egy védett egyenesszárnyú fajt gyűjtöttünk be, a sisakos sáskát (*Acrida ungarica*).

A sáskák családjából a legmagasabb abundanciájú faj az *Euchortippus declivus* (rövidszárnyú rétisáska) volt, melynek 335 egyedét gyűjtöttük. Élőhelye a felszáraz gyepek, országszerte elterjedt és a síkvidékeken, az Alföldön gyakran domináns (Orthoptera.hu, 2024). A szöcskék (*Tettigoniidae*) családjából a legnagyobb egyedszámmal fogott faj a *Bicolorana bicolor* (halványzöld rétiszöcske), melynek 10 egyedét fogtuk be. Élőhelye a magasfüvű rétek és a lejtősztyeppék. Hazánkban gyakori és elterjedt (Orthoptera.hu, 2024).

3.táblázat A vizsgált fajok egyedszáma területenként, a repülési képesség és az életforma

Fajnév	Heterogén búvósáv	Heterogén kaszált	Homogén nem kaszált	Homogén kaszált	Repülési képesség	Életforma
<i>Acrida ungarica</i>	1	0	0	0	Jól repül	geochortobiont
<i>Aiolopus thalassinus</i>	0	3	0	0	Jól repül	geo chortobiont
<i>Bicolorana bicolor</i>	7	0	3	0	Röpképtelen	chortobiont
<i>Calliptamus italicus</i>	1	1	2	2	Jól repül	geo chortobiont
<i>Chorthippus oschei</i>	5	30	0	5	Gyengén repül	chortobiont
<i>Chorthippus brunneus</i>	0	0	0	3	Jól repül	geo chortobiont
<i>Chorthippus dorsatus</i>	1	2	5	4	Gyengén repül	chortobiont
<i>Chorthippus mollis</i>	0	0	0	1	Jól repül	geo chortobiont
<i>Conocephalus fuscus</i>	1	0	0	0	Gyengén repül	chorto- thamnobiont
<i>Decticus verrucivorus</i>	3	0	0	0	Gyengén repül	chorto- thamnobiont
<i>Euchorthippus declivus</i>	57	85	135	48	Gyengén repül	geo chortobiont
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	10	22	17	7	Gyengén repül	geo chortobiont
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	1	0	4	0	Gyengén repül	chortobiont
<i>Omocestus petraeus</i>	1	0	0	0	Gyengén repül	geo chortobiont
<i>Omocestus rufipes</i>	4	2	8	2	Gyengén repül	chortobiont
<i>Pezotettix giornae</i>	1	1	0	0	Röpképtelen	geo chortobiont
<i>Platycleis affinis</i>	2	0	0	0	Jól repül	geo thamnobiont
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	1	2	2	10	Röpképtelen	chortobiont
<i>Roeseliana roeselii</i>	5	0	1	1	Röpképtelen	chortobiont
<i>Stenobothrus crassipes</i>	7	26	23	25	Röpképtelen	chortobiont
<i>Stenobothrus lineatus</i>	1	4	4	3	Gyengén repül	chortobiont
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1	0	0	0	Gyengén repül	chortobiont
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	0	0	2	0	Gyengén repül	chortobiont
<i>Tessellana veysseli</i>	2	0	5	0	Gyengén repül	chortobiont

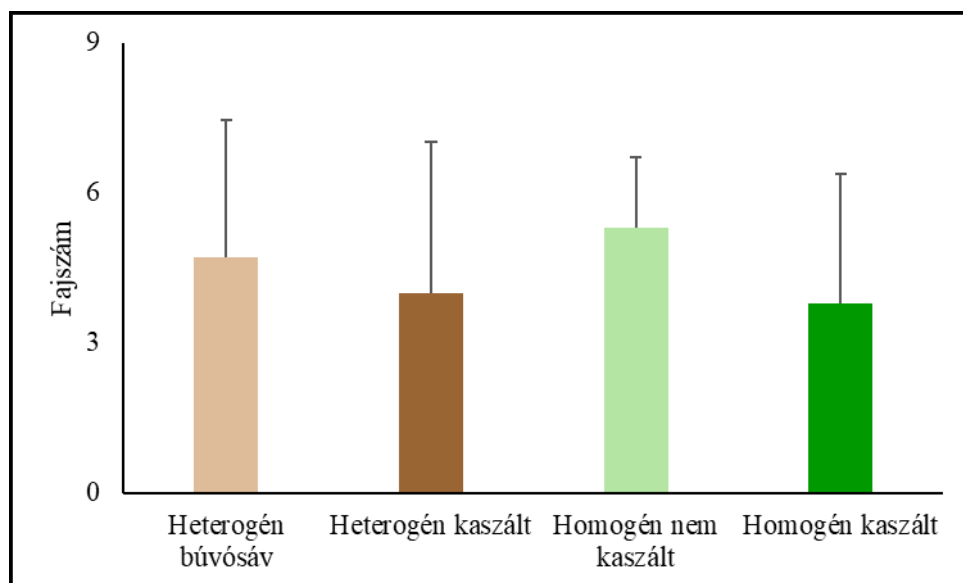
A fajszám esetében nem találtunk szignifikáns különbséget a kaszált és a nem kaszált területek közt és a kezelésnek sem volt jelentős hatása (2.táblázat, 4.ábra).

2. táblázat A művelési mód és a kaszálás hatása a fajszámra, egyedszáma, repülési képességre és életmódra. A paraméterek becsült értékét és zárójelben a t/z-értéket tüntettem fel.

Szignifikanciaszintek: *: <0,05, **: <0,01, ***: <0,001.

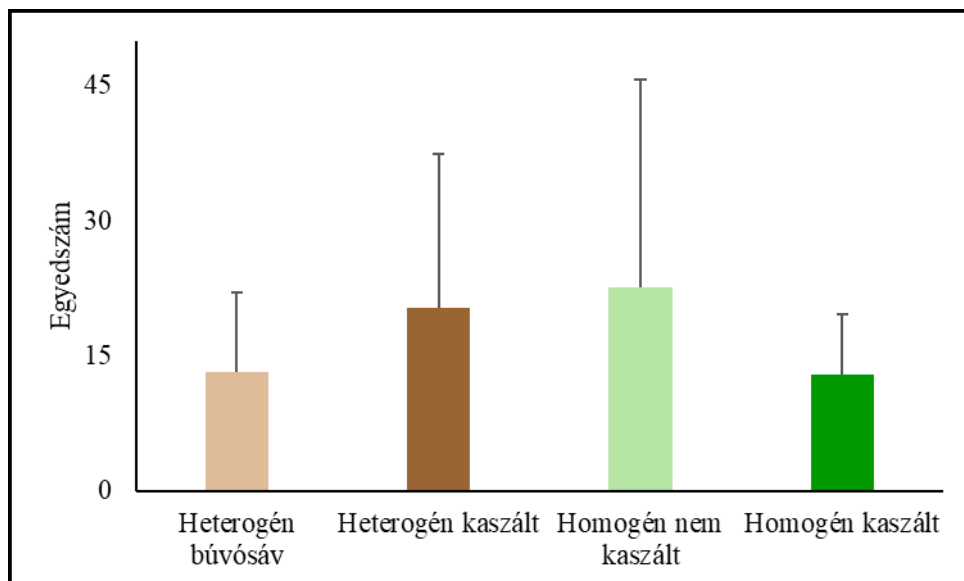
	Fajszám ¹	Egyedszám ²
Kezelés (kaszált/nem kaszált)	0,279 (1,179)	-0,363 (-1,118)
Művelés (heterogén/homogén)	0,048 (0,193)	-0,411 (-1,298)
Kezelés: Művelés	0,030 (0,926)	0,916 (2,027)*
	Röpképesség ³	Életmód ⁴
Kezelés (kaszált/nem kaszált)	-0,029 (-0,693)	0,047 (1,517)
Művelés (heterogén/homogén)	-0,132 (-3,139)**	0,085 (2,680)*
Kezelés: Művelés	0,110 (1,871)	-0,063 (-1,425)

¹ Poission hibata; ² Negatív binomiális hibata; ³ Normál eloszlású hibata



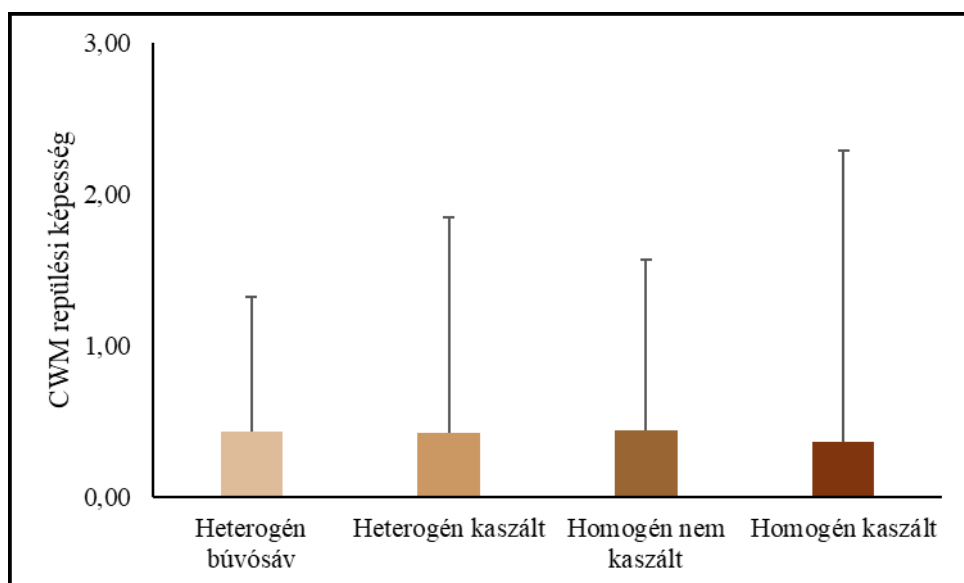
4. ábra A kaszálás hatása az egyenesszárnyúak fajszámára heterogén bűvósáv, heterogén kaszált, valamint homogén nem kaszált és kaszált terület esetén. Az ábrán az átlag és a szórás értékek szerepelnek.

A heterogén művelésű területeken a kaszált mintavételi pontokon gyűjtöttünk több fajt, míg a homogén művelés esetén a nem kaszált terület fajszáma volt magasabb. (2.táblázat, 5.ábra).

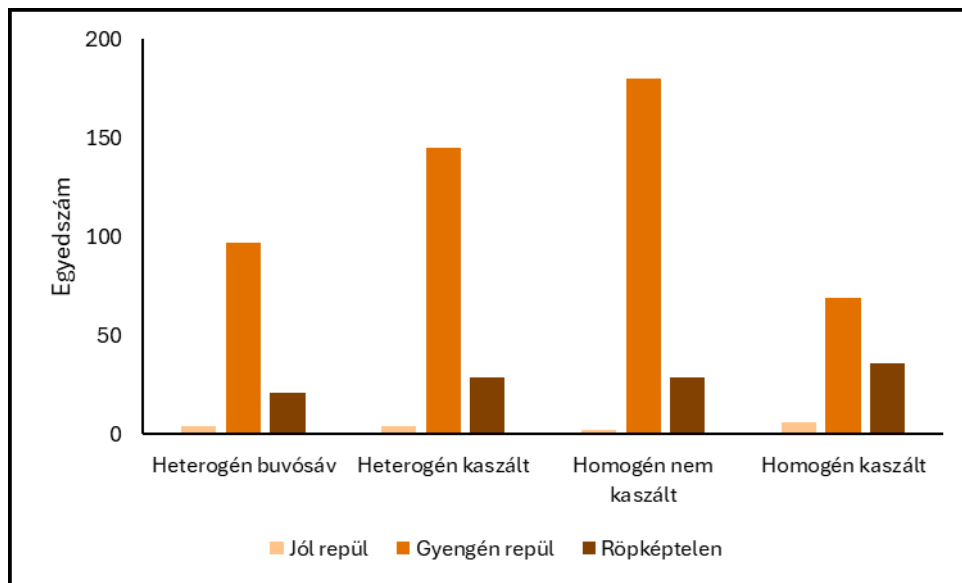


5. ábra A kaszálás hatása az egyenesszárnyúak egyedszámára heterogén búvósáv, heterogén kaszált, valamint homogén nem kaszált és kaszált terület esetén. Az ábrán az átlag és a szórás értékek szerepelnek.

A homogén területen szignifikánsan több gyengén repülő fajt azonosítottam, mint a heterogén művelésű területen, azonban a kaszálásnak nem mutattam ki jelentős hatását (2.táblázat, 6.ábra).



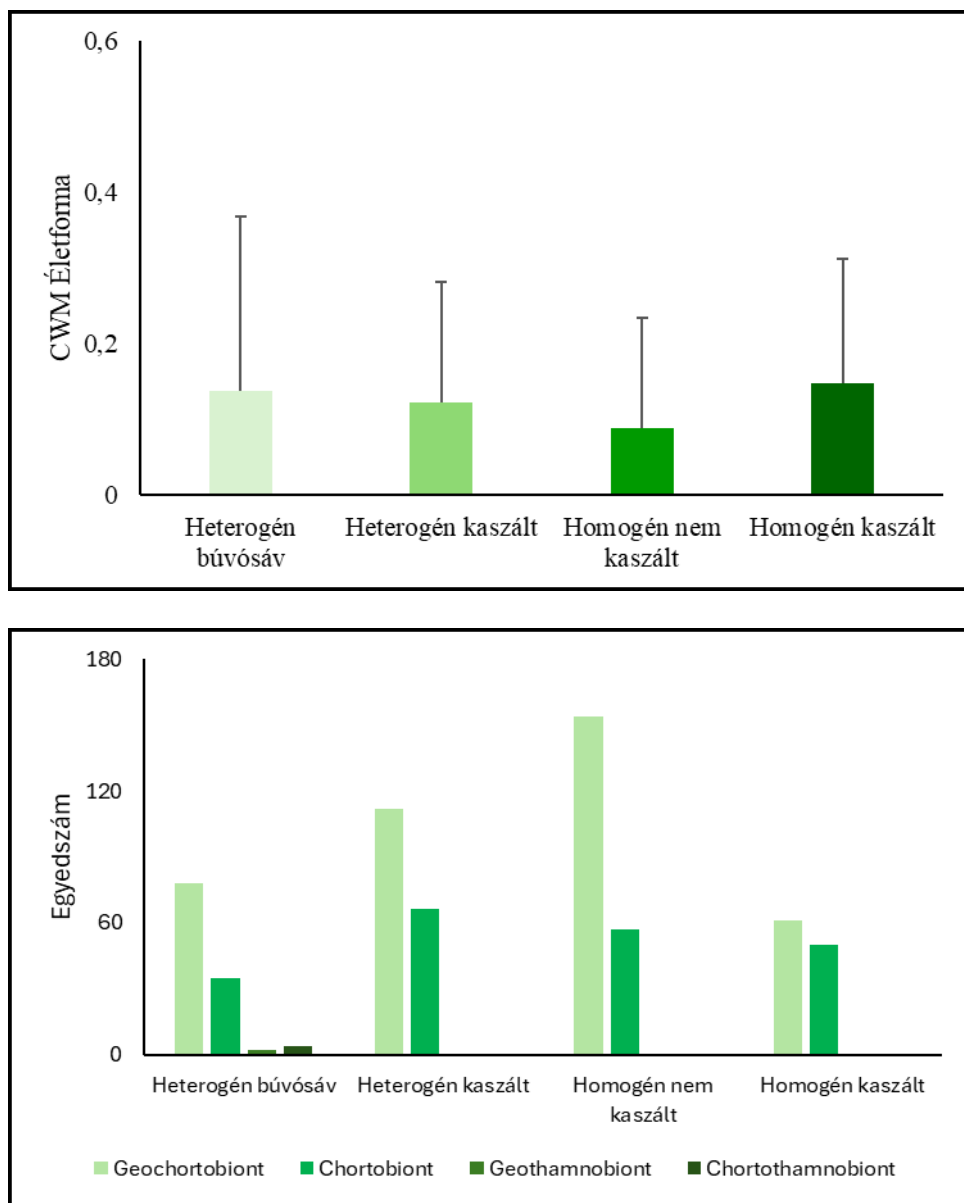
(a)



(b)

6. ábra A kaszálás hatása az egyenesszárnyúak repülési képességére. (a) CWM értékek a heterogén búvósáv, heterogén kaszált, valamint homogén nem kaszált és kaszált terület esetén. Az ábrán az átlag és a szórás értékek szerepelnek. (b) az egyedszámok megoszlása az egyes kategóriák közt.

Az életforma esetén, a repülési képességhez hasonlóan a művelés hatása volt jelentős. A homogén területeken az alacsonyabb vertikális élőhelyi zóna fajaiból gyűjtöttünk többet (magasabb CWM értékek), míg a heterogén területek esetén a magasabb vertikális élőhelyi zóna fajaiból (2.táblázat, 7.ábra).



6. ábra A kaszálás hatása az egyenesszárnyúak életmód-típusaira. (a) CWM értékek a heterogén búvósáv, heterogén kaszált, valamint homogén nem kaszált és kaszált terület esetén. Az ábrán az átlag és a szórás értékek szerepelnek. (b) az egyedszámok megoszlása az egyes kategóriák közt.

6. Diszkusszió

Kutatásunk során a bűvósávok és nagyobb kaszálás alól kizárt terület kialakításának hatását vizsgáltam az egyenesszárnyúak fajszáma, abundanciájára és két trait-re – életformatípus és repülési képesség – mintaterületként nagy kiterjedésű síkvidéki gyepeken. A kaszálás jelentős hatással volt az egyenesszárnyúak fajszáma és abundanciájára, a művelés (heterogén és homogén) módjától is függően. Az első hipotézisünk alapján azt vártuk, hogy a heterogén és homogén művelésű terület esetében is magasabb faj és egyedszám értékeket kapunk a bűvósávokban, mint a kaszált területeken. A fajsám esetében a statisztikai elemzés során nem találtunk szignifikáns különbséget a kaszált és nem kaszált területek között. A jelenségnek oka lehet, hogy a mintavételi éveink igen szárazok voltak, így a mintavételünk során viszonylag kevés egyedet tudtunk gyűjteni, ennek köszönhetően a vizsgálat során csak a trendek láthatóak, a tényleges hatások nem. Az egyenesszárnyúakról rendelkezésre álló információk alapján a bűvósávok kialakítása legtöbb esetben növeli a fajgazdagságukat vagy neutrális hatású (Révész, és mtsai., 2024). Az alacsony begyűjtött egyedszám miatt további gyűjtéseket végeztünk végzünk A Kiskunsági Nemzeti Park őrzégi és turjánvidéki területein és a Fertő-Hanság Nemzeti parkban is a hatások pontosabb feltárása érdekében.

Kutatásunk során azt vártuk, hogy a bűvósávok (heterogén művelés) esetén magasabb abundancia értékeket kapunk, mint a nagy kiterjedésű kaszálás alól kizárt foltok (homogén művelés) esetén. A hipotézisünk a kaszált területek esetén teljesült, a homogén nem kaszált területen kaptunk magasabb abundancia értékeket. A homogén művelésű terület egy sokkal homogénebb, stabilabb környezet, így a rovarok jobban tudnak alkalmazkodni, mint a heterogén területen. Illetve a homogenitás miatt következtethetünk arra is, hogy az állatok könnyebben megtalálják a számukra értékes forráspontokat.

A bűvósávok „ökológiai csapdaként” is működhetnek bizonyos ízeltlábúak számára (Severns, 2011), mivel a ragadozók abundanciája jelentősen növekedik a kaszálás alól kizárt területeken. A jelenség közvetlen elemzésére nem állnak rendelkezésre adataink, közvetett eredményeink nem támasztják alá a predációs nyomás növekedését, valószínűleg ez a hatás nem jelentős, annak ellenére sem, hogy a ragadozó ízeltlábúak abundanciája általában növekedik a bűvósávokban (Gallé és mtsai, 2024, Révész és mtsai, 2025).

A homogén művelésű mintavételi helyeken a kaszált területek abundanciája alacsonyabb volt, mint a kaszálás alól kizárt területek esetén. Ennek oka lehet a kaszálás alól kizárt területeken a kaszálás mechanikai hatása és a mikroklimatikus tényezők jelentős változása (Gallé és mtsai., 2024). A kaszáláson kívül a széna feldolgozásával és eltávolításával kapcsolatos későbbi beavatkozások is negatív hatással lehetnek a kaszálást túlélő ízeltlábúakra (Humbert és mtsai, 2009). A kaszálást túlélő ízeltlábúak erősen kitettek a gerinces és más gerinctelen ragadozóknak (Humbert és mtsai, 2009). A levágott széna alatt számos egyed talál búvóhelyet és megfelelően nedves mikroklimát, így az valószínűleg megfelelő menedéket biztosít a száradása során. Ugyanakkor feltehető, hogy a védelmet kereső állatok ezután kitettek a rendsodrás és bálázás negatív fizikai hatásainak (Humbert és mtsai, 2009). Például a kaszálás közvetlen mortalitási hatását túlélő egyenesszárnyúak legtöbbjeit (az egyedek akár 80%-át) az élőhelyi strukturális és mikroklimatikus változások a rendekbe koncentrálnak. Később a rendsodrési és bálázási folyamatok során is sérülnek az egyedek (Schwarz és mtsai, 2023). Így ezek a hatások nemcsak közvetlenül a kaszálás során pusztítják el a gerincteleneket, hanem hetekkel később is.

A növényzet egyidejű eltávolítása miatt a frissen kaszált gyepek alkalmatlanok a növényevő fajok, például a legtöbb *Orthoptera* táplálkozására és nem nyújtanak menedéket az időjárás szélsőségei ellen, illetve a ragadozó madaraktól sem (Torma és mtsai., 2019). Egy hasonló vizsgálat (Buri és mtsai, 2013) is erős bizonyítékot szolgáltat arra, hogy az extenzíven kezelt kaszálókon, a kaszálás alól kizárt füves menedékhelyek növelik az egyenesszárnyúak abundanciáját.

Az egyenesszárnyúak többsége növényevő ezért érzékenyen reagálnak a vegetáció változásaira (McCoy és mtsai., 2009). A fajok jelentős része röpképes, így adott esetben gyorsan elvándorolnak a számukra kedvezőtlen élőhelyekről. A lekaszált és intenzíven legeltetett gyepek kevésbé alkalmas élőhelyek a növényevő rovarok számára, mert a táplálékul, búvóhelyként és szaporodóhelyként szolgáló vegetáció meghatározó részét eltávolították a területről. Az egyenesszárnyúak ilyen élőhelyeken gyakran a környező zavarásmentes területeket használják elsősorban, például az általunk kialakított búvósávokat (McCoy és mtsai, 2009).

A vizsgálat elején felállított negyedik hipotézisünk szerint a heterogén művelésű területen több jól repülő fajt várunk, mint a homogén művelésű területen. A heterogén nem kaszált terület esetében magasabb CWM értéket kaptunk a repülési képesség esetében, tehát a hipotézisünknek megfelelően több jól repülő faj jellemző a területre. A homogén területek esetén, a kaszálás alól kizárt foltok egymástól távolabb helyezkednek el, így nehezebben találhatók meg. A nagyobb távokat valószínűleg repüléssel teszik meg az állatok. A heterogén területen pedig ezzel ellenben valószínűleg az élőhely sokfélesége miatt a gyengébb terjedésű fajok számára könnyebben elérhetőek megfelelő mikrohabitatok.

Az életforma-típusok esetén azt vártuk, hogy a kaszálás alól kizárt területen, elsősorban a homogén művelés esetén több növényzeten élő (thamnobiont) fajt fogunk találni, tehát magasabb CWM értékeket találunk. A hipotézisünkkel ellenben a homogén művelésű nem kaszált területek esetében azonosítottuk a legtöbb geochortobiont egyedet, valamint kevés thamnobiont fajt gyűjtöttünk, melyek inkább a heterogén területre voltak jellemzőek. A heterogén művelésű terület változatosabb élőhely, mint a homogén terület és több mikroélőhelyet biztosít az állatoknak. Éppen ezért az inkább a zárt növényzetet kedvelőknek, vagyis a thamnobiontoknak jelent alkalmasabb életteret. Bizonyos fajok, például a geochortobiontok számára, melyek inkább a növényzet talajközeli zónáját használják, a kaszált gyepek jó minőségű élőhelyet jelentenek, (Oerti és mtsai, 2005). A zavarás okozta abundancia-különbséget e fajok jelenléte kiegyenlítheti.

A bűvósávok nagymértékben befolyásolhatják az ízeltlábúak egyedszámát, akár többszörösen nagyobb denzitást tartva meg a bűvósávokban, mint a szomszédos kaszált területeken. A kaszálás és a későbbi beavatkozások után, amennyiben a kaszálás után csak kevés sarjad a gyepek (például az általunk vizsgált síkvidéki gyepekben), az év további részében az itt megtartott növényzet jelenti a megfelelő menedéket, szaporodási helyeket, és valószínűleg meghatározó szerepet játszik az áttelelés szempontjából is (Gallé és mtsai., 2024). Ezek alapján alapvető fontosságú, hogy a kaszálás során az ízeltlábúak számára bűvósávokat alakítsunk ki, mivel a megfelelő elrendezésben kialakított kaszálatlan területek egyszerű, de kulcsfontosságú szerepet játszanak a gyepi ízeltlábúak megőrzésében és így a természetvédelmi gyakorlat optimalizálásában.

7.Hivatkozások

- Báldi, A. (1997). Orthopteran assemblages as indicators of grassland naturalness in Hungary. *Agric Ecosyst Environ*, 121-129.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version.
- Bei-Bienko. (1950). Orthoptera i Dermaptera. *Fauna SzSzSzR III.-Moszkva-Leningrád*, 379-424.
- Bonari, G., Fajmon, K., Malenovsky, I., Zeleny, D., Holusa, J., Jongepierova, I., . . . Chytry, M. (2017). Managment of semi-natural grasslands benefiting both plant and insect diversity: The importance of heterogenity and tradition. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 246:243-252.
- Bubová, T., Vrabec, V., Kulma, M., & Nowicki, P. (2015). Land managment impacts on European butterflies of conservation concern. *Journal of Insect Conservation*, 19:805-821.
- Buri, P., Arlettaz, R., & Humbert, J. (2013). Delaying mowing and leaving uncut refuges boosts orthopterans in extensively managed meadows: Evidence drawn from field-scale experimentation. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 181:1-14.
- Cardoso, P., Mammola, S., Rigal, F., & Carvalho, J. (2024). Biodiversity Assesment Tools.
- Dede, L. (2010). Klímaváltozás hatásai fenológiai folyamatokra. *Agrárinformatika*, 3:48-58.
- Denger, J., Janisová, M., Török, P., & Wellstein, C. (2014). Biodiversity of Palaearctic grassland: a synthesis. *Agric Ecosyst Environ*, 182:1-14.
- Dudás, G., Kálmán, ., & Varga, J. (2001). Adatok Dél-Heves pókfaunájához. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis*, 25: 69-78.
- Ekroos, J., Olsson, O., Rundlöf, M., Watzold, F., & Smith, H. (2014). Optimizing agrienvironment schemes for biodiversity, ecosystem services or both? *Biol. Conserv. Environ.*, 172:65-71.
- Folay, J., Defries, R., Asner, G., & Barford, C. (2005). Global consequences os land use. *Science*, 309, 570-574.
- Gallé, R., Sarok, B., Gallé-Szpisjak, N., Dudás, G., Korsoveczky, L., Torma, A., . . . Révész, K. (2024). A bűvósávok kialakítása meghatározó fontosságú a kaszálók diverz ízeltlábú-faunájának megőrzésében. *Természetvédelmi Közlemények*, 30, 17036.
- Gossner, M., Simons, N., Achtziger, R., Blick, T., Dorrow, W., Dziock, F., . . . Weisser, W. (2015). A summary of eight traits of Caloptera, Hemiptera, Orthoptera and Araneae, occurring in grasslands in Germany. *Scientific Data*.
- Harman, R., & Kim, T. (2024). Differentiating spillover: an examination of cross-habitat movement in ecology. *Proceesings of the Royal Society*, 291, 20232707.
- Humbert, J., Ghazoul, J., & Walter, T. (2009). Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 130:1-8.
- Humbert, J., Ghazoul, J., Sauter, G., & Walter, T. (2010). Impact of different meadow mowing techniuyes on field invertebrates. *Journal of Applied Entomology*, 134:592-599.

- Kenyeres, Z. (2011). Természetes és természetközeli gyepek egyenesszárnyú-együttese (Orthoptera) a Bakonyvidéken. *Természetvédelmi közlemények*, 42-56.
- Kiss, R., László, S., Tóth, K., Balogh, N., Godó, L., Körmöczi, Z., . . . Lukács, K. (2018). Elterő kezelési típusok alkalmazása kékperjés láprétek fenntartására. *Gyepgazdálkodási közlemények*, 16:19-24.
- Kormann, U., Rösch, V., Batáry, P., Tschamtke, T., Orci, K., Samu, F., & Scherber, C. (2015). Local and landscape management drive trait-mediated biodiversity of nine taxa on small grassland fragments. *Diversity and Distributions*, 21, 1204-1217.
- Lafage, D., & Petillon, J. (2014). Impact of cutting date on carabids and spiders in a wet meadow. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 185:1-8.
- Máté, A., Kelemen, A., Molnár, A., & Molnár, C. (2023). Sokfajú gyeprekonstrukció a tiszacsegei Széles-halmon- Dokumentáció és első eredmények . *Természetvédelmi közlemények*, 29:31-48.
- McCoy, M., Barfield, M., & Holt, R. (2009). Predator shadows: complex life histories as generators of spatially patterned indirekt interactions across ecosystems. *Oikos*, 118, 87-100.
- Molnár, Á., Molnár, Z., Kotymán, L., & Balogh, G. (2016). A Csanádi puszták növényzete és növényzeti változásai az elmúlt 10 évben. *Crisicum*, 9:37-63.
- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conserv Biol*, 355-364.
- Oerti, S., Müller, A., Steiner, D., Breitenstein, A., & Dorn, S. (2005). Cross-taxon congruence of species diversity and community similarity among three insect taxa in a mosaic landscape. *Biological Conservation*, 126:195-205.
- Orthoptera.hu*. (2024). Forrás: <http://orthoptera.hu>
- orthoptera-wiki-szerkeztők. (2020). *Életforma típusok*. Forrás: Orthoptera-wiki: http://zoology.unideb.hu/orthoptera-wiki/index.php?title=%C3%89letforma_t%C3%ADpusok&oldid=3614.
- Park, K. N. (2019). *Kiskunsági Nemzeti Park*. Forrás: <http://www.knp.hu>
- Pravdin, F. (1978). Ekogeográfia naszekomüh centralnñj Azil-, „Nauka”, Moszkva.
- Rácz, I. (2001). Egyenesszárnyú együttesek életforma-sprektumának változása a száraz és félszáraz gyepek struktúrájának függvényében. *Állatani közlemények*, 86:29-56.
- Rand, T., Tyilanakis, J., & Tschamtke, T. (2006). Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecology Letters*, 9, 603-614.
- Révész, K., Gallé, R., Humbert, J., & Batáry, P. (2025). Effects of uncut refuge management on grassland arthropods-A systematic review. *Global Ecology and Conservation*, e03381.
- Révész, K., Torma, A., Szabó, M., Korsoveczky, L., Gallé-Szpisjak, N., Batáry, P., & Gallé, R. (2024). Supportive effect on uncut refuge strips on grassland arthropods may depends on the amount and width of strips. *Journal of Applied Ecology*, 61, 1894-1904.
- Ripley, B., Venables, B., Bates, D., Hornik, K., Gebhardt, A., & Firth, D. (2020). Support Functions and Datasets for Venables and Ripley's MASS.

- Schwarz, C., Fumy, F., Drung, M., & Fartmann, T. (2023). Insect-friendly harvest in hay meadows-uncut refuges are of vital importance for conservation management. *Global Ecology and Conservation*, 48:e02731.
- Severns, P. (2011). Habitat restoration facilitates an ecological trap for a locally rare, wetland-restricted butterfly. *Insect Conservation and Diversity*, 4:184-191.
- Torma, A., Császár, P., Bozsó, M., Deák, B., Valkó, O., Kiss, O., & Gallé, R. (2019). Species and functional diversity of arthropod assemblages (Araneae, Carabidae, Heteroptera and Orthoptera) in grazed and mown salt grasslands. *Agriculture.Ecosystems & Environment*, 273, 70-79.
- Valkó, O., Zmihorski, M., Biurrun, I., Loos, J., Labadessa, R., & Venn, S. (2016). Ecology and conservation of steppes and semi-natural grassland. *Hacquetica*, 15:5-14.
- Wagner, D., Grames, E., Forister, M., Berenbaum, M., & Stopak, D. (2021). Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *PNAS*.
- Wikipédia-Csanádi-puszták*. (2024). Forrás: Csanádi-puszták:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Csan%C3%A1di-puszt%C3%A1k>
- Wikipédia-Fertő-Hanság Nemzeti Park*. (2024). Forrás:
https://hu.wikipedia.org/wiki/Fert%C5%91%E2%80%93Hans%C3%A1g_Nemzeti_Park
- Wikipédia-Hevesi Füves Puszták*. (2024). Forrás:
https://hu.wikipedia.org/wiki/Hevesi_F%C3%BCves_Puszt%C3%A1k_T%C3%A1jv%C3%A9delmi_K%C3%B6rzet

8.Függelék

1. függelék. A vizsgálat során begyűjtött fajok adatai, fajsám és abundancia értékeik

Management	Habitat	Mowing	ID	Region	Spr	Abundancia	Acrida ungatica	Bicolorana bicolor	Calliptamus italicus	Chorthippus oschei	Chorthippus brunneus	Chorthippus dorsatus	Chorthippus mollis	Conocephalus fuscus	Decticus verrucivorus	Aiolopus thalassinus	Euchorthippus declivus	Euchorthippus pulvinatus	Omocestus haemorrhoidalis	Omocestus petraeus	Omocestus rufipes	Pezomachus gloriolae	Platycleis affinis	Pseudochorthippus parallelus	Roeseliana roselii	Stenobothrus crassipes	Stenobothrus lineatus	Stenobothrus nigromaculatus	Stenobothrus stigmaticus	Tessellina veyssi	Acrididae juvenilis
Het	het_bu	refuge	1	Kopancsi	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Het	het_bu	refuge	2	Kopancsi	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Het	het_bu	refuge	1	Montag	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Het	het_bu	refuge	2	Montag	11	18	0	4	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
Het	het_bu	refuge	3	Montag	5	24	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2
Het	het_bu	refuge	4	Montag	6	25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	5
Het	het_ka	mown	1	Kopancsi	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Het	het_ka	mown	2	Kopancsi	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Het	het_ka	mown	1	Montag	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Het	het_ka	mown	2	Montag	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Het	het_ka	mown	3	Montag	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Het	het_ka	mown	2	Montag	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Hom	hom_bu	refuge	1	Kopancsi	4	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	11	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Hom	hom_bu	refuge	1	Montag	7	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Hom	hom_bu	refuge	2	Montag	7	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Hom	hom_bu	refuge	3	Montag	5	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3
Hom	hom_bu	refuge	4	Montag	3	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Hom	hom_bu	refuge	5	Montag	5	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1
Hom	hom_ka	mown	1	Kopancsi	4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0	2
Hom	hom_ka	mown	1	Montag	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6
Hom	hom_ka	mown	2	Montag	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6
Hom	hom_ka	mown	3	Montag	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hom	hom_ka	mown	4	Montag	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hom	hom_ka	mown	5	Montag	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Het	het_bu	refuge	1	Heves	5	22	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Het	het_bu	refuge	2	Heves	4	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Het	het_bu	refuge	3	Heves	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1
Het	het_bu	refuge	4	Heves	6	16	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6	3	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Het	het_ka	mown	1	Heves	10	50	0	0	0	15	0	1	0	0	0	3	12	5	0	0	2	1	0	0	0	8	1	0	0	0	2
Het	het_ka	mown	2	Heves	6	22	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1
Het	het_ka	mown	3	Heves	6	36	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	22	3	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	1
Het	het_ka	mown	4	Heves	7	42	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	1	0	8	3	0	0	0	2
Hom	hom_bu	refuge	1	Heves	6	22	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0	0	1	0	6	1	0	0	0	0
Hom	hom_bu	refuge	2	Heves	7	18	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	2
Hom	hom_bu	refuge	3	Heves	4	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	1
Hom	hom_bu	refuge	4	Heves	5	27	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1
Hom	hom_ka	mown	1	Heves	5	14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0
Hom	hom_ka	mown	2	Heves	9	21	0	0	1	0	2	2	1	0	0	0	3	2	0	0	2	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0
Hom	hom_ka	mown	3	Heves	7	25	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	4
Hom	hom_ka	mown	4	Heves	3	7	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0

9.Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a Vácrátóti Ökológiai Kutatóközpontnak és az ELTE Eötvös Lóránd Tudományegyetemnek, hogy lehetővé tették számomra ezt a munkát, mind szakmai tudásuk, mind a felszerelések rendelkezésemre bocsátásával!

Külön köszönöm a témavezetőimnek, Dr. Gallé Róbertnek és Dr. Szövényi Gergelynek a rengeteg segítséget és tanítást, amit ezalatt az idő alatt kaphattam tőlük!