

**Univerzita Hradec Králové**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra biologie**

Vliv výsevu poloparazitických rostlin na druhovou diverzitu trávníků  
v Šimkových sadech v Hradci Králové

Bakalářská práce

Autor: Kristýna Nehybová

Studijní program: B1501 - Biologie

Studijní obor: Systematická biologie a ekologie

Vedoucí práce: RNDr. Romana Prausová, Ph.D.

Oponent: RNDr. Michal Vávra

Hradec Králové

červenec 2012

## Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Kristýna Nehybová**  
Osobní číslo: **S18BI027BP**  
Adresa: **Všechlapy 138, Všechlapy, 28802 Nymburk 2, Česká republika**  
Téma práce: **Vliv výsevu poloparazitických rostlin na druhovou diverzitu trávníků v Šimkových sadech v Hradci Králové**  
Téma práce anglicky: **Impact of seeding of hemiparasitic plants on species diversity of lawns in the Šimkovy sady park in Hradec Králové**  
Vedoucí práce: **RNDr. Romana Prausová, Ph.D.**  
**Katedra biologie**

### Zásady pro vypracování:

Bakalářská práce se zabývá studiem vlivu výsevu poloparazitických rostlin do travnatých ploch v Šimkových sadech na jejich druhovou diverzitu. Časté kosení spojené s mulčováním vede k vzniku druhově chudých trávníků s převahou lipnicovitých rostlin. Méně časté kosení je považováno za vhodnější pro udržení vlhkosti a vitality trávníků v období vysokých letních teplot a intenzivního výparu. Současně zajištění přítomnosti kvetoucích bylin podporuje uplatnění opylovačů jak z řady blanokřídlých, tak i motýlů či jiných skupin využívajících nektar z květů. Tím se zvyšuje biodiverzita městských trávníků a jejich atraktivita pro obyvatele či návštěvníky měst. Pomocí manipulačních experimentů bude na konkrétních lokalitách v Šimkových sadech realizován výsev poloparazitických rostlin, které by v rámci kompetičního boje měly snížit pokryvnost trav ve prospěch konkurenčně slabších bylin. Na základě výsledku monitoringu druhového složení těchto zkoumaných ploch bude vyhodnocena významnost změn v managementu těchto trávníků. Současně bude navrženo, jak dále udržovat trávniky s pozměněnou druhovou diverzitou.

### Seznam doporučené literatury:

Mládek J., Těšitel J., Mládková P., Hejduk S., Lošáková E. et Dančák M. (2013): Využití poloparazitických rostlin rodu kokrhel (*Rhinanthus* spp.) k potlačení kompetičně silných trav (třtiny křovištní a kostřavy červené). (19.2.2019), URL: [https://www.ms-cbs.cz/\\_prezentace/2013\\_mladek\\_vyuziti-poloparazitickych-druhu-rodu-kokrhel.pdf](https://www.ms-cbs.cz/_prezentace/2013_mladek_vyuziti-poloparazitickych-druhu-rodu-kokrhel.pdf)  
Mudrák O., Mládek J., Blažek P., Lepš J., Doležal J., Nekvapilová E., Těšitel J. (2013): Establishment of hemiparasitic *Rhinanthus* spp. in grassland restoration: lessons learn from sowing experiments. *Applied Vegetation Science* 17: 274-287.  
odborné články z databáze WOS

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

Jméno a příjmení

## Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí práce RNDr. Romaně Prausové, Ph.D. za její veškerý čas strávený se mnou v terénu, včetně cenných rad a konzultací, které mi pomohly napsat tuto bakalářskou práci. Dále bych chtěla poděkovat svým rodičům a přátelům, že jsou mi velkou oporou při studiu.



## **Anotace**

NEHYBOVÁ, K. Vliv výsevu poloparazitických rostlin na druhovou diverzitu trávníků v Šimkových sadech v Hradci Králové. Hradec Králové, 2021. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Romana Prausová. 57 s.

Bakalářská práce se zabývá studiem vlivu výsevu poloparazitických rostlin do travnatých ploch v Šimkových sadech na jejich druhovou diverzitu. Travníky ve městech bývají druhově chudé s převahou jednoděložných rostlin, což je mnohdy způsobeno častým sečením a následným mulčováním biomasy. Práce zkoumá, jak by změna managementu a výsev poloparazitické rostliny kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus*) mohl pomoci zvýšit počet druhů rostlin v trávnicích v Šimkových sadech.

## **Klíčová slova**

travninné porosty, poloparazitické rostliny, *Rhinanthus alectorolophus*, diverzita

## **Annotation**

NEHYBOVÁ, K. Impact of seeding of hemiparasitic plants on species diversity of lawns in the Šimkovy sady park in Hradec Králové. Hradec Králové, 2021. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Romana Prausová. 57 p.

The bachelor's thesis deals with the study of the influence on the sowing of hemiparasitic plants in grasslands in Šimkovy sady on their species diversity. Lawns in cities are inhabited by poor species with a predominance of monocotyledonous plants, which is often caused by frequent mowing and subsequent mulching of biomass. The work examines how a change in management and sowing of a semi-parasitic plant of the species European yellow-rattle (*Rhinanthus alectorolophus*) could help increase the number of plant species in lawns in Šimkovy sady.

## **Keywords**

grasslands, hemiparasitic plants, *Rhinanthus alectorolophus*, diversity

## Obsah

Úvod .....	9
1. Teoretická část.....	10
1.1. Trvalé travní porosty .....	10
1.2. Složení travních porostů .....	10
1.3. Dělení travních porostů podle původu vzniku.....	11
1.4. Důležitost travních porostů.....	11
1.4.1. Produkční funkce.....	12
1.4.2. Mímoprodukční funkce .....	12
1.5. Ovlivňování člověkem.....	12
1.6. Obnova travních porostů .....	13
1.7. Dělení polopřirozených travních porostů .....	13
1.8. Péče o parkové trávníky .....	13
1.8.1. Sečení .....	14
1.8.2. Mulčování.....	14
1.8.3. Přísev .....	15
1.8.4. Hnojení .....	16
1.8.5. Ochrana .....	16
1.9. Ohrožení travních porostů .....	16
1.9.1. Invaze .....	17
1.9.2. Expanze .....	17
1.10. Mezidruhové vztahy.....	18
1.11. Pozitivní vztahy .....	18
1.12. Parazitismus .....	18
1.13. Hemiparazité .....	19
1.13.1. Haustorium a způsob odebírání živin .....	20
1.13.2. Vliv hemiparazitů a holoparazitů na přirozená společenstva .....	21
1.13.3. Vliv na hostitele.....	22
1.13.4. Vliv na celkovou biomasu a její složky .....	22
1.14. Zárázovité ( <i>Orobanchaceae</i> ) .....	23
1.15. Kokrhel ( <i>Rhinanthus</i> spp.).....	24
1.15.1. Hostitelé rodu <i>Rhinanthus</i> spp.....	25
1.15.2. Využití rodu <i>Rhinanthus</i> spp. v praxi.....	25
1.15.3. Projekt motýlí dálnice.....	27
1.15.4. Bílé Karpaty.....	27
1.15.5. Krásné loučky v okrese Bruntál.....	28
1.15.6. Bohučovice u Hradce nad Moravicí .....	28

1.15.7.	Klokočov v okrese Havlíčkův Brod .....	29
1.15.8.	Babinské louky v Českém Středohoří .....	29
2.	Metodika.....	30
2.1.	Vybrané lokality .....	30
2.2.	Plochy a management .....	30
2.3.	Dosev kokrhelu luštince ( <i>Rhinanthus alectorolophus</i> ) .....	31
2.4.	Fytcenologické snímkování .....	32
2.5.	Mulčování senem a semeny.....	32
3.	Výsledky.....	34
3.1.	Lokalita: Vlhký mezofilní trávník .....	34
3.1.1.	Charakteristika lokality .....	34
3.1.2.	Vegetace na lokalitě .....	34
3.2.	Lokalita: Mezofilní trávník.....	37
3.2.1.	Charakteristika lokality .....	37
3.2.2.	Vegetace na lokalitě .....	38
3.3.	Lokalita: Suchý (semixerotermní) trávník.....	40
3.3.1.	Charakteristika lokality .....	40
3.3.2.	Vegetace na lokalitě .....	41
3.4.	Srovnání vybraných lokalit.....	44
3.5.	Výsledky výsevu kokrhele luštince ( <i>Rhinanthus alectorolophus</i> ) .....	45
4.	Diskuse .....	46
5.	Závěr.....	48
	Seznam použité literatury .....	49
	Přílohy .....	56

## Úvod

Okrasné trávníky jsou nedílnou součástí každého města. Více ale než na druhovou bohatost se dbá na snadnou údržbu a praktické využití ze strany lidí. Trávníky uvnitř měst bývají často chudé a převážně se zde vyskytují zástupci trav. Bakalářská práce se zabývá studiem vlivu výsevu poloparazitických rostlin do travnatých ploch v Šimkových sadech na jejich druhovou diverzitu. Trávníky jsou nejčastěji udržované pomocí několika kosení během vegetační sezóny, které je spojené s mulčováním biomasy. Tento postup vede ke vzniku chudých trávníků s převahou jednoděložných rostlin. Z dostupných dat vyplývá, že mnohem méně časté kosení travních porostů by pomohlo zadržet více vlhkosti v teplých letních měsících a prospělo by tak celkové vitalitě trávníku. V trávníku by se postupně začalo uplatňovat více kvetoucích bylin, což by vedlo k podpoření různých opylovačů např. zástupci blanokřídlých nebo motýli. Obohacení diverzity jak rostlinné tak živočišné by mohlo pomoci ke zvýšení vizuální atraktivity pro místní návštěvníky.

Zajímavou, ale zatím ne příliš využívanou alternativní cestou k obnově na diverzitu bohatých travních porostů je využití poloparazitické rostliny rodu kokrhel (*Rhinanthus*). Kokrhel je kořenový hemiparazit, který se napojuje na kořeny trav nebo některých druhů bobovitých rostlin a odčerpává z jejich xylému anorganické a menší množství organických látek. Druhy rodu *Rhinanthus* jsou v Evropě původními zástupci květnatých luk a proto jsou vhodnými kandidáty na použití v různých lučních společenstvech, aniž by docházelo k zavlékání cizích druhů a následným invazím. Kokrhel se naopak osvědčil jako účinný nástroj k potlačování invazních nebo expanzních rostlin (u nás např. třtina křovištní), které se šíří krajinou a ohrožují mnohé na druhy vzácné lokality nebo místní diverzitu, tím že vytlačují původní druhy a stávají se dominantami.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je složena ze dvou kapitol, jedna se zabývá travními porosty obecně, jejich rozdělením, vhodnou péčí o ně a funkcemi v krajině. Druhá kapitola se zabývá uplatněním poloparazitických rostlin v ekosystému a jejich použitím ke zvýšení biodiverzity v travních porostech. V praktické části je popsáno založení manipulačních experimentů na konkrétních lokalitách v Šimkových sadech, kdy byl realizován výsev poloparazitických rostlin, které by v rámci kompetičního boje měly snížit pokryvnost trav ve prospěch konkurenčně slabších bylin

## 1. Teoretická část

### 1.1. Trvalé travní porosty

Trvalé travní porosty pokrývají 35-40 % zemského povrchu (Sala, 2001). Na našem území tvoří travní porosty významnou část zemědělského půdního fondu. Trvalé travní porosty v České republice zaujímají plochu asi 980 tis. ha, což je téměř čtvrtina z celkové výměry zemědělské půdy (Gaisler et al., 2010), přičemž heterogenita porostu je ovlivněna především obsahem živin v půdě, přístupem světla a vodním režimem, ale také topografickými podmínkami a typem obhospodařování (Mládek et al., 2006). Trvalé travní porosty se formovaly až v období terciéru a poskytovaly potravu pestré paletě býložravců. Soustavné pasení bylo hlavním činitelem, které vyústilo v jednu z nejdůležitějších vlastností trav, a tou je tvoření odnoží (klonalita). Ve střední Evropě zaznamenaly travní porosty největší rozšíření v glaciální době. V postglaciálním období docházelo k vytlačování přirozených luk rozvíjejícím se lesním porostem (Skládanka et al., 2014). Travní porosty plní funkce produkční a mimoprodukční. Na pevnině zaujímají velkou plochu, a proto jsou považovány za jeden z nejbohatších zdrojů diverzity na Zemi. S druhovou rozmanitostí se pojí řada mimoprodukčních funkcí, jako například protierozní nebo estetická funkce. Pro udržení travních porostů je nezbytná pratotechnika, která spočívá především v sečení, hnojení a pastvě (Varoňková, 2018).

### 1.2. Složení travních porostů

Posuzujeme-li druhové složení travinobylinné vegetace, jde o nízkostébelné až vysokostébelné porosty s dominantními trávami, např. psárka luční (*Alopecurus pratensis*), tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), kostřava luční (*Festuca pratensis*), kostřava červená (*Festuca rubra.*), medyněk měkký (*Holcus lanatus*), lipnice luční (*Poa pratensis*) a bylinami rodu pcháč (*Cirsium*), kakost (*Geranium*), jetel (*Trifolium*) atd. Převaha jednotlivých druhů je závislá na četnosti sečí, pastvě a obsahu živin v půdě a tím jsou dány i výška a zápoj porostů. Mechové patro často téměř chybí ve vlhkých a nivních loukách, v ostatních typech obvykle nedosahuje pokryvnosti vyšší než 10 % (Urban et Šarapatka, 2003).

Kollárová et al. (2007) uvádějí, že travní porost obecně má tři hlavní složky. Nejdůležitější je travní složka, následuje vikvovitá složka (zástupci čeledi Fabaceae) a nejméně zastoupená je doplňková bylinná složka. Z praktického hlediska se dají rostliny rozdělit na několik tzv. funkčních skupin, jako jsou např. vysoké trávy, nízké trávy, vysoké byliny, nízké byliny,

jednoleté a dvouleté druhy. Často mají druhy určitého travního společenstva uvnitř každé funkční skupiny dosti podobné nároky na podmínky stanoviště i na obhospodařování, např. nízké byliny s plazivým růstem nebo vytvářející přizemní růžice listů prosperují nejlépe na častěji sekaných loukách nebo intenzivně spásaných pastvinách (příkladem může být *Trifolium repens*, *Taraxum* sp., *Ranunculus repens*, *Prunella vulgaris*, aj.). Naopak vysokým bylinám se nejlépe daří zejména v neobhospodařovaných porostech (*Anthriscus sylvestris*, *Aegopodium podagraria*, *Urtica dioica*, *Angelica sylvestris*, apod.) (Gaisler et al., 2010).

### **1.3. Dělení travních porostů podle původu vzniku**

Trvalé travní porosty se dle původnosti dají rozdělit na přírodní, polopřirozené a kulturní. Zcela v souladu s přírodními podmínkami se druhová skladba vyvinula v přírodních trvalých travních plochách, které vykazují vysokou ekologickou stabilitu. Vznikaly přirozenou cestou na stanovištích, kde nemohlo dojít ke klimaxovému stadiu lesa, nacházejí se nejčastěji ve vysokohorských polohách nad horní hranicí lesa (Kollárová et al., 2007).

Polopřirozené travní porosty vznikly zásahem člověka, vypálením lesa nebo přerušením obhospodařování orné půdy (Skládanka et al., 2009). Porosty jsou udržovány v bezlesém stavu a jsou pomocí seče nebo pastvy extenzivně využívány. Vyznačují se převážně vysokým stupněm ekologické stability (Kollárová et al., 2007).

Kulturní travní porosty vznikly činností člověka, buď přirozenou obnovou nebo zasetím dané travní nebo jetelotravní směsi. Jsou intenzivně hnojené, využívané a ošetřované třemi i více sečemi nebo intenzivní pastvou (Skládanka et al., 2014).

### **1.4. Důležitost travních porostů**

Travní porosty jsou všestranným ekosystémem, který poskytuje různé produkty a služby užitečné pro lidstvo. Travní porosty podporují kvalitní vývoj hospodářských zvířat díky pastvě. Travní porosty zároveň regulují klima, zásobu vody a cyklus živin, kontrolují erozi, opylení a biodiverzitu. I přes mnoho pozitivních funkcí, potenciální role travních porostů jakožto zajišťovatele environmentální a potravinové bezpečnosti je stále podceňována (Vráblíková et al., 2006).

Travní porosty jsou především významným rezervoárem rostlinných a živočišných genetických zdrojů. Na primární producenty jsou vázáni herbivoři a dále predátoři. Existence travních porostů umožňuje život řady bezobratlých živočichů, savců a ptáků (Skládanka et al., 2014).

#### **1.4.1. Produkční funkce**

Trvalé travní porosty jsou nejčastěji primárně zdrojem na píce pro býložravce (Kollárová et al., 2007). Dále mohou sloužit jako palivo či léčiva (Skládanka et al., 2014). Výnosy travních porostů se pohybují v rozmezí 1–15 t.ha<sup>-1</sup> a mění se v závislosti na způsobu údržby a stanovištních podmínkách (Kollárová et al., 2007). Obecně tedy patří produkční funkce mezi základní funkce travních porostů. Svou činností zabezpečují výživu zvířat, člověka, obnovu energie nebo tvorbu surovin (Skládanka et al., 2014).

#### **1.4.2. Mimoprodukční funkce**

Mimoprodukční funkce travních porostů spočívá především v ochraně vod, jelikož udržovaný a dobře zapojený travní porost má schopnost vylouhovat živiny rozpuštěné ve vodním roztoku. Travní porost tak působí jako přirozený filtr srážkových vod a snižuje promývání živin a škodlivých látek do hlubších vrstev půdního profilu a do podzemních vod (Kollárová et al., 2007). Dále chrání travní porosty půdu. Zapojený porost, hustý vegetační kryt a kořenový systém chrání půdu před erozí (Skládanka et al., 2014). Trvalé travní porosty mají v neposlední řadě význam pro zachování společenstev rostlin a živočichů a jiných organismů, které potřebují specifické podmínky. Při obhospodařování travních porostů je proto potřeba zvolit diferencovaný přístup a zohlednit jejich vitální požadavky (Kollárová et al., 2007). Mimoprodukční funkce travních porostů tak představuje významný stabilizační prvek pro krajinu. Jejich význam v dnešní době vzrůstá s nutným řešením negativního dopadu civilizace na životní prostředí (Mrkvička, 2007).

#### **1.5. Ovlivňování člověkem**

Lidské činnosti měnily a nadále mění prostředí v lokálním i globálním měřítku. Mnohé z těchto změn vedou k dramatickým změnám v biotické struktuře a složení ekologických společenstev, ať už ze ztráty druhů nebo ze zavlečení exotických druhů (Hooper et al., 2005). Největším problémem je často intenzivní zemědělství (Hellstorm et al., 2011), které zanechává vysokou zbytkovou úrodnost půdy, zejména vysoká množství fosforu. To obecně omezuje dosažení vysoké úrovně rozmanitosti rostlin při obnově travních porostů (Bullock et Pywell, 2005). Důsledky změn v zemědělství jako je odvodňování, aplikace hnojiv a herbicidů, zvýšily produktivitu travních porostů a vše vyústilo v situaci, kdy mnoho rostlinných specialistů bylo nahrazeno několika málo generalisty, většinou zástupců různých druhů trav (Walker et al., 2004). K těmto praktikám vedou zemědělce mnohdy ekonomické důvody, při nichž se snaží při hospodaření na loukách a pastvinách mít co nejvyšší výnosy. Často se praktikuje postup nového zakládání vysoce výnosných jetelovino-travních porostů na



rozoraných polopřirozených loukách nebo se alespoň zvyšuje úroveň výživy luk a pastvin a intenzita jejich využití (Urban et Šarapatka, 2003).

### **1.6. Obnova travních porostů**

Stabilitu všech ekosystémů ovlivňuje mnoho faktorů, jako je například podnebí, geografie, typ půdy nebo sedimenty. Tyto abiotické faktory jsou v interakci s funkčními rysy organismů v daném ekosystému (Hooper et al., 2005). Obnova poškozených nebo nějakým způsobem narušených stanovišť je podle Bullock et Pywell (2005) zásadním aspektem moderní ochrany biodiverzity. Podobný názor zastávají Hellstorm et al. (2011), kteří se domnívají, že obnova polopřirozených travních porostů bohatých na druhy je jednou z klíčových výzev ochrany přírody v celé Evropě. Obnovy travních porostů jsou náročné a trvají mnoho let, takže se v raných fázích různých projektů neočekávají zásadní změny biodiverzity.

### **1.7. Dělení polopřirozených travních porostů**

Význam polopřirozených trávníků spočívá v jejich funkci estetické, rekreačně obytné a hygienické. Trávníky lze rozdělit na intenzivní a extenzivní podle intenzity ošetřování (hnojení, závlaha aj.) nebo na okrasné, hřišťové, technické a jiné (podle účelu jejich pěstování). Prvním typem jsou jemné okrasné trávníky, které se uplatňují v parcích, v okolí významných budov, památníků, v předzahrádkách rodinných domků. Hlavní důraz je kladen na jejich vzhled. Vyžaduje se stejnoměrně sytě zelená barva, jednotná výška porostu kolem 30–40 mm, jednotná a jemná textura daná hustotou, tvarem a šířkou listů. Druhým typem jsou okrasně-rekreační trávníky, které se od nich liší tím, že jsou zároveň používány k pobytu (některé sídlištní, domácí zahrady), musí tedy snášet i určité zatížení (Svobodová et Cagaš, 2013). Podle Skládanky et al. (2007) lze trávníky dle použití rozdělit na okrasné, rekreační, zátěžové a externí. Okrasné trávníky plní reprezentativní funkci a jsou tvořeny jemnolistými travami. Rekreační trávníky nejčastěji najdeme v městských parcích jako součást veřejné zeleně a snese střední zatížení včetně mírného sucha. Zátěžový trávník se využívá pro sportovní plochy a je celoročně poměrně silně zatěžován. Externí trávníky jsou veřejné či soukromé plochy, může se jednat o okraje komunikací nebo rekultivované plochy. Poslední typ se nejvíce podobá přirozeným lučním porostům.

### **1.8. Péče o parkové trávníky**

Každý trávník ihned od svého založení vyžaduje určitou péči. Jedná se o soubor činností, které označujeme souhrnně termínem údržba trávníku. Patří sem především zavlažování, kosení, hnojení, prořezávání, provzdušňování, vyhrabávání, zařezávání okrajů, boj proti

chorobám a škůdcům. Míra intenzity provádění těchto operací se odvíjí především podle našich požadavků na kvalitu trávníku a je také závislá na časových a finančních možnostech. Trávníky jsou zpravidla zakládány pro specifické účely využití. Ve vztahu ke konkrétnímu účelu využití trávníku jsou kladeny často velmi rozdílné požadavky na užitné vlastnosti jednotlivých travních druhů i trávníku jako celku (Straka et Straková, 2011).

### **1.8.1. Sečení**

Nejvhodnějším způsobem ošetřování krajinných trávníků je jejich sečení. U nesečených porostů dochází k hromadění stařiny, která brání růstu semenáčků vyklíčených ze semenné banky, a omezuje tak zvyšování druhové pestrosti porostů. V nesečených porostech také dochází k rozšiřování nežádoucích plevelných druhů, jako jsou š'ovíky, pcháče, kopřivy, třtina křovištní (Straková et al., 2015). Při sečení je z porostu odstraňována jednorázově většina biomasy, což podporuje růst i méně konkurenčně zdatných druhů a ve většině případů zajišťuje uchování druhové pestrosti porostů. Oproti pastvě však dlouhodobé sečení bez dodatečného hnojení způsobuje ochuzování půdy o živiny, dochází ke snižování výnosu píce a k postupným změnám druhové skladby ve prospěch méně pícninářsky kvalitních, ale zato nenáročných druhů rostlin (Gaisler et al., 2010). Na lokalitách s výskytem vzácných a ohrožených druhů rostlin (ale i živočichů) je výhodné použít tzv. fázový posun sečí. Znamená to, že není celá plocha posečena najednou, ale během sezóny postupně. Optimální je ponechat neposečenou 1/5 až 1/3 plochy. Umožňuje to průběžné vysemeňování druhů s rozdílnou dobou dozrávání semen i ponechání prostoru živočichům dokončit svůj životní cyklus. Důležité je přistupovat ke každému porostu a každé lokalitě individuálně, a to nejen dle místa a typu rostlinného společenstva, ale i dle chodu počasí v příslušném roce (Háková, Klauďisová, Sádlo, 2004). Některé druhy mohou oligotrofizovat lokalitu z důvodu jejich velké dominance na lokalitě a způsobovat tak vytlačení ostatních méně konkurenčně silných druhů rostlin (Kaplan, 2009).

### **1.8.2. Mulčování**

Mulčování představuje alternativní způsob obhospodařování travních porostů, při kterém je strojově většina nadzemní biomasy oddělena od strniště, rozdrčena a rozhozena pokud možno rovnoměrně zpět na strniště. Mulčování je často používáno, protože je to nejlevnější způsob údržby travních porostů, které nejsou hospodářsky využívány pastvou nebo sečením, neboť potlačují zarůstání travního porostu náletem dřevin nebo výrazně omezují dominantních druhů rostlin (Gaisler, 2010). Mulčovaný travní porost poskytuje lepší podmínky pro růst rostlin, jelikož přináší mnoho výhod, zejména v oblasti hospodaření s vodou nebo obsahu

dostupných živin. V případě nemulčovaného travního porostu bylo zjištěno, že do jeho stavu se negativně promítá nejen odvoz posečené hmoty, která představuje cenný zdroj organické hmoty, ale také příliš nízká seč (Vrbová et al., 2018). Mulčování je velmi cenné zejména v sušších podmínkách, kde zamezí nadměrnému výparu vody z trávníku (Hrabě et al., 2009). Ačkoli má mulčování své výhody Pavlů et al. (2019) uvádějí, že mulčování v žádném případě není vhodné jako náhrada obvyklého obhospodařování travních porostů, protože dlouhodobé mulčování negativně ovlivňuje strukturu porostu a biodiverzitu rostlinných a zejména živočišných druhů. Při použití mulčovače je biomasa rozmělněna na malé kousky, což v plné vegetační sezóně přímo zabíjí vývojová stádia hmyzu, zejména pospolitě žijící larvy motýlů (hnědásci a bourovci). Při klasické sklizni sena hmyz odletí, přeleze či spadne do porostu (Háková, Klaudivová, Sádlo, 2004).

### 1.8.3. Přísev

Přestože trávy mají díky odnožování schopnost rozrůstat se do stran a zatahovat menší holá místa, nelze tuto jejich schopnost přeceňovat (Straka et Straková, 2017). Přísev travních porostů je biologicko-technický postup zajišťující šetrný způsob zlepšení produkce i kvality píce (Urban et Šarapatka, 2003). V praxi se doporučuje dosévat holá místa přesahující velikost lidské dlaně. Mezery a holá místa v trávníku vznikají nejčastěji jako důsledek mechanického poškození, nadměrné zátěže nebo důsledek napadení houbovými chorobami (Straka et Straková, 2017). Přísev je prováděn tak, že vybrané osivo je zapraveno do původního drnu, který je částečně narušen. Úspěch je závislý také na povětrnostních podmínkách v daném roce. Vhodnější je přísev provádět na jaře, kdy je dostatek vláhy. Pro přísev je možné využít nejenom jilek vytrvalý (*Lolium perenne*), ale také druhy s pomalejším vývojem, jako je lipnice luční (*Poa pratensis*). Přisévají se i jeteloviny (Skládanka, 2009).

K zatravnění jsou používány v principu dva typy směsí – druhově chudé a druhově bohaté směsi. Druhově chudé směsi jsou tvořeny zejména (komerčně dostupnými) travami. Druhově bohatých směsí je využíváno především k obnově druhově bohatých luk či konkrétních cílových společenstev. Tyto směsi mohou být získány ručním sběrem semen lučních druhů nebo kombajnovou sklizní ze zchovalých přirozených porostů. Ke zvýšení druhové diverzity lze též využít mulčováním senem, kdy se vezme čerstvě sklizená travní hmota s obsahem zralých semen z druhově bohatých luk, a je přenesena na cílovou lokalitu (Jongepierová et Poková, 2006).

#### **1.8.4. Hnojení**

Základní minerální živiny pro rostliny jsou dusík, fosfor, draslík, hořčík, vápník a stopové prvky obsažené v půdě. Ze všech živin potřebuje trávník nejvíce dusík, který je nezbytný pro růst nových výhonů. Pro vývoj kořenového systému je důležitý zase dostatek fosforu (Straka et Straková, 2017). Hnojení přímo ovlivňuje produkci a také obsah živin v píce, tzn. její kvalitu. Na produkci a obsah živin působí hnojení také nepřímo, protože ovlivňuje druhovou skladbu (Skládanka, 2009). Hlavními požadavky na travní hnojiva je plynulé uvolňování živin, dlouhodobá účinnost, dostatečně rychlý účinek bezprostředně po aplikaci a nízká prašnost (Straka et Straková, 2017). Na rozdíl od klasické zemědělské orné půdy je na těchto stanovištích většinou pestré zastoupení symbiotických rostlin, včetně přítomnosti makro a mikroedafonu a z těchto důvodů se účinky hnojení znásobují (Kollárová et al., 2007).

Na hnojení se nejčastěji používají statková hnojiva, mezi která se blíže uvádějí hnůj, hnojůvka, kejda, sláma. Další možností hnojení je kompost, který se definuje jako směs organických látek a zeminy, oživenou užitečnou půdní mikroflórou, v níž probíhají nebo proběhly humusotvorné procesy. Hnojení se též provádí mulčováním rostlinné materiálu (Hlušek, 2004). Na hnojení lze použít i tzv. digestát, což je zbytek po fermentačním procesu vznikající anaerobní fermentací při výrobě bioplynu (Smatanová, 2012).

#### **1.8.5. Ochrana**

Trávník poškozený chorobami je méně odolný proti mechanické zátěži. Napadený porost nemá schopnost rychlé regenerace (Skládanka, 2009). Většina nejznámějších chorob postihující trávníky je houbového původu. Mezi preventivní ochranu patří pravidelné provzdušňování půdy, vyrovnaná výživa a nepříliš velký nadbytek vláhy. V krajním případě se dá přistoupit k chemické ochraně. Mezi nejčastější choroby patří plíseň sněžná, rzivost, paluška travní a antraktóza (Straka et Straková, 2017).

#### **1.9. Ohrožení travních porostů**

Jak už bylo řečeno, travní porosty jsou nejvíce ovlivňovány člověkem, jak intenzivním hospodařením, kde je snaha dosáhnout, co nejvyšších výnosů (Hellstorm et al., 2011), nebo vysokým obsahem živin v půdě po předchozím hospodaření, který působí na druhy chudých porostů (Walker et al., 2004). Problémem může ale být i zavlékání nových druhů (Hooper et al., 2005), které se mohou stát invazními (Háková, Klaudivová, Sádlo, 2004).

### 1.9.1. Invaze

Invazní druhy představují poměrně malou skupinu nepůvodních druhů dané oblasti. Na nové místo se dostaly postneolitickým působením člověka (Marková et Hejda, 2011). Invazní druhy rostlin jsou ze zavlečených ty, které mají dnes sklon silně se šířit do přirozených společenstev, jako jsou louky, pastviny, stepní stráně nebo lesy, kde mají tendenci na určitých místech převládnout. Invazní druhy (např. bolševník – *Heracleum mantegazzianum*, křídlatky – *Fallopia* sp., šťovík alpský – *Rumex alpinus*) mají tendenci vytvářet rozsáhlé homogenní porosty, ve kterých je schopno dlouhodobě přežít jen omezené množství původních druhů (Hejda et al., 2009). Důsledkem invaze pak dochází k postupnému ochuzování původnější vegetace o druhy, které podléhají konkurenci s invazním druhem (Háková, Klaudivsová, Sádlo, 2004). Invazní rostliny na lokalitě často znamenají narušení konkurenčních vztahů. Druh vysazený na nové lokalitě může způsobit vymizení původních druhů, případně může dojít k ovlivnění místního genotypu (Kaplan, 2009).

### 1.9.2. Expanze

Expanzivní druhy jsou našimi původními druhy české květeny, ovšem vyznačují se podobnými schopnostmi šíření jako druhy invazní (Reiterová, 2014). K expanzím dochází často po opuštění od tradičního hospodaření ve volné krajině a většinou vede ke zvýšení expanze trav. Tento efekt se projevil i v chráněných územích, kde často došlo k masivní expanzi třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) (Lukavský, 2020). Třtina křovištní je výběžkatá, velice vitální tráva snášející široké rozmezí ekologických podmínek. Nejvíce jí vyhovují opuštěné, neobhospodařované plochy. Další trávou, která je schopna se expanzivně šířit je ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*). Z dalších druhů místy, např. na v minulosti zanedbaných loukách, silně expandují tyto druhy: kopretina vratič (*Tanacetum vulgare*), pcháč rolní (*Cirsium arvense*) a kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Z expanzivních druhů dřevin je možné zmínit zejména růži šípkovou (*Rosa* sp.), trnku obecnou (*Prunus spinosa*) a slivoně (*Prunus* sp.) (Reiterová, 2014).

Lukavský (2020) poukazuje na chyby v managementu ve zvláště chráněných územích, kdy dochází ke snížení frekvence sečení travních porostů na podporu ohrožených druhů rostlin, což ale na druhou stranu vede k degradaci území z důvodu šíření expanzivních rostlin. Domnívá se, že s tímto problémem by mohlo pomoci využití kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus*), který potlačuje trávy v jejich expanzi.

### 1.10. Mezidruhové vztahy

Mezidruhové vztahy mají v travních porostech významnou roli. V každé biocenóze se vytvářejí těsnější nebo volnější vzájemné vztahy (interakce) mezi jednotlivými rostlinnými populacemi i mezi jedinci jedné populace a rovněž tak i mezi rostlinnou a živočišnou složkou biocenózy. Tyto interakce jsou často výsledkem dlouhodobé společné evoluce těchto organismů v jedné biocenóze (Slavíková, 1986).

### 1.11. Pozitivní vztahy

Jedním z nejvýznamnějších pozitivních vztahů v rostlinné říši je mykorhizní symbióza. Je to vzájemně prospěšné soužití mezi rostlinou a houbou (Kavková, 2014). Principem tohoto vztahu je vzájemná výměna živin mezi houbou a rostlinou. Rostlina poskytuje houbovým organismům produkty fotosyntézy, jako je glukóza, některé aminokyseliny a vodní prostředí, a naopak houby rostlině zpřístupňují z půdy zejména fosfor, dusíkaté látky a rovněž vodu (Schüßler et al., 2001; Kavková, 2004). Mykorhizní symbiotické houby najdeme ve skupinách jak stopkovýtrusných (*Basidiomycota*) tak vřeckovýtrusných (*Ascomycota*) hub a dále také především ve skupině *Glomeromycotina* (Schüßler et al., 2001).

Forma prospěšného soužití bakterií a rostlin se nazývá bakteriotrofie. Symbiotické bakterie, které jsou schopny žít v tomto vztahu, se obecně nazývají *Rhizobia*. *Rhizobia* jsou gram-negativní, obligátně aerobní, heterotrofní bakterie schopné fixovat vzdušný dusík (Mikanová et Šimon, 2013). Jedná se např. o rody *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* nebo *Allorhizobium*, které jsou schopné tvořit symbiotickou interakci se zástupci bobovitých rostlin (čeleď *Fabaceae*). Bakterie obývají speciálně pro ně vytvořené kořenové hlízky, kde redukuje atmosférický dusík a dodávají ho rostlině. Biologická fixace dusíku je důležitou součástí udržitelného zemědělství a též využitelná jako forma biologického hnojiva (Sessitsch et al., 2002).

### 1.12. Parazitismus

Přibližně 1% všech krytosemenných rostlin tvoří parazitické rostliny (Barker, Press et al., 1996; Press et Phoenix, 2005). Parazitické rostliny jsou běžné v mnoha přírodních a polopřírodních ekosystémech od tropických deštných pralesů po Arktidu (Press et Phoenix, 2005), a jsou velmi důležitou a významnou složkou těchto ekosystémů (Phoenix et Press, 2005). Vyskytují se ve velkém množství životních forem, od jednoletých bylin (*Rhinanthus* spp.) po vytrvalé byliny (*Bartsia* spp.), dále najdeme zástupce lián (*Cassytha* spp.), keřů (*Olax* spp.) ale i stromů (*Okoubaka aubrevillei*) (Press et Phoenix, 2005). Zdá se, že

parazitismus mezi rostlinami vyvinul několikrát během evoluce krytosemenných rostlin. Zatím je známo přibližně 3000 druhů parazitických krytosemenných rostlin, distribuovaných mezi 17 čeledí (Hibberd et Jeschke, 2001), přičemž haustoriální typ se vyvinul pouze u kvetoucích dvouděložných rostlin (Nickrent, 2002). Jako parazitické označujeme rostliny schopné napojovat se na cévní svazky ve stoncích nebo kořenech jiných rostlin pomocí speciálních modifikovaných kořenových útvarů, tzv. haustorií a získávat tak vodu a živiny ze svého hostitele (Hibberd et Jeschke, 2001). Tento typ výživy, kdy jeden organismus získává organické látky z jiného organismu, se nazývá heterotrofní způsob (Nickrent, 2002).

Parazitismus má zásadní dopady na růst hostitele, jeho alometrii a reprodukci. Ve většině případů to vede ke značnému snížení výkonnosti hostitele a někdy až ke smrti hostitele. Parazit zřejmě neefektivně nakládá se zdroji z hostitele, jelikož jeho velikost je obvykle mnohem menší než velikost hostitele (Press et Phoenix, 2005).

Základní členění parazitických rostlin je založeno na typu připojení k hostiteli a na přítomnosti chlorofylu. Lze tedy rozlišovat parazity kořenové, kterých je mezi rostlinami zhruba 60 %, a parazity stonkové (Štech et al., 2005). Přičemž stonkoví parazité mají tendenci mít menší rozsah hostitelů než kořenový parazité (Press et Phoenix, 2005). Parazitických rostlin, které si zachovaly schopnost vlastní fotosyntézy, je zhruba 80 % a označují se jako poloparaziti (hemiparaziti), zatímco pouze asi pětina druhů není schopna fotosyntetizovat a je nezelená (holoparaziti) (Štech et al., 2010). Existují tedy dva základní typy parazitismu: hemiparazité a holoparazité, kteří se vyskytují mezi různými nepříbuznými čeleděmi rostlin (Nickrent, 2002; Press et Phoenix, 2005). Většina parazitických rostlin může potenciálně napadnout velké množství různě společně se vyskytujících druhů (tj. mají široký rozsah hostitelů). V tomto ohledu lze uvažovat o většině parazitických rostlin jako o generalistech (i když existují výrazné výjimky) (Press et Phoenix, 2005).

### **1.13. Hemiparazité**

Poloparazitismus (hemiparazitismus) je typ soužití mezi dvěma druhy (zpravidla rostlinami), při němž jeden druh čerpá z druhého jen anorganické látky (vodu, minerální látky), a to z oblasti xylému (Slavíková, 1986). Hemiparazitické rostliny obsahují chlorofyl a fotosyntetizují (alespoň během určité části životního cyklu) (Nickrent, 2002). Proto lze tvrdit, že patří nejen k první trofické úrovni v lučních ekosystémech, ale dají se též řadit i k druhé trofické úrovni (Joshi et al., 2000).

Hemiparazitické rostliny jsou tedy schopné fotosyntézy, která je pro ně zdrojem organického uhlíku. Míra asimilace je ale podstatně nižší než u neparazitujících druhů rostlin vzhledem k vysoké rychlosti dýchání u většiny druhů hemiparazitů. Čistý fotosyntetický zisk uhlíku je tedy u hemiparazitů zanedbatelný. Navíc může být čistý fotosyntetický zisk uhlíku u některých druhů dokonce pod fotosyntetickým kompenzačním bodem, což znamená, že vydechují více CO<sub>2</sub> než jsou schopni sami vyrobit při asimilaci. Z toho plyne, že musí hemiparazit ze své hostitelské rostliny heterotrofně získat alespoň určité množství organického uhlíku (Těšitel, 2011).

V našich podmínkách víceméně platí, že pro luční rostlinné poloparazity jsou nejlepšími hostiteli trávy (nejčastěji z čeledi *Poaceae*) a bobovité (*Fabaceae*), zatímco lesní poloparazitické druhy rodu černýš (*Melampyrum*) vyhledávají většinou dřeviny z čeledi bukovitých (*Fagaceae*) a borovicovitých (*Pinaceae*) (Štech et al., 2010). Naši poloparazitičtí zástupci jsou z čeledi zárazovitých (*Orobanchaceae*) jsou např. rod černýš (*Melampyrum*), kokrhel (*Rhinanthus*), světlík (*Euphrasia*) (Těšitel, 2011).

### 1.13.1. Haustorium a způsob odebírání živin

Hemiparaziti napadají xylém hostitele na rozdíl od holoparazitů, kteří infikují jak floém, tak xylém, a v důsledku toho mají hemiparazitické rostliny přístup k vodě a minerálním živinám, a k menšímu množství uhlíku (Těšitel et Plavcová, 2010). Odebírání vody s živinami z hostitele je zajištěno díky kohezi a samotný proces je poháněn zvýšenou transpirací parazitické rostliny (Cameron et Seel, 2007). Hemiparazitické rostliny mají v xylému rostlin přístup k organickým sloučeninám, jako je organický dusík, s největší pravděpodobností ve formě aminokyselin a k velmi malému množství sacharidů, protože xylém je prakticky bez sacharidů (Těšitel, 2011).

Parazit při získávání dusíku, fosfátu, draslíku a vody, odebírá asi 17 % celkové absorpce hostitele. V případě vychytávání dusíku je modelová hodnota 18 % (Cameron et Seel, 2007). Překvapivě značná absorpce rozpuštěných látek z hostitelské rostliny nemusí nutně vést k velkým redukcím jejich koncentrací v hostitelském xylému nebo listové tkáni. I přestože v xylému proudí stejné množství látek, neznamená to, že není negativně ovlivněn růst hostitelské rostliny (Press, 1998).

Hemiparazitické rostliny odebírají zdroje z cévního systému svých hostitelů prostřednictvím specializovaného přenosového orgánu zvaného haustorium (Těšitel et Plavcová, 2010). Plně diferencované, zralé haustorium, které parazitická rostlina vytvořila, se



snaží napadnout hostitelův xylém. Nejprve obklopí kořen hostitele a rozdrtí vnější kůru, poté vytvořený penetrační orgán neboli endofyt proniká skrz primární kůru hostitele až do cévního systému (Cameron et Seel, 2007). Haustoria, která parazit vytváří, se snaží napadnout jeho přirozené hostitelské druhy, ale je zde snaha se napojit i na nehostitelské druhy, byť často neúspěšná (Cameron et al., 2006). Haustoria se dají rozdělit na primární a sekundární. Primární haustoria jsou vytvářena klíčící parazitickou rostlinou po začátku jejího vývoje, kdy dochází ihned k napojení na hostitele a parazitickému získávání živin. Tento typ haustorií je charakteristický pro drtivou většinu holoparazitů (úplných parazitů) – u nás např. záraza (*Orobanche*) a tzv. obligátních poloparazitů (např. rod *Striga*) včetně stonkových, jako je třeba jmelí bílé (*Viscum album*). Haustoria vytvářená až v dalším průběhu vývoje se nazývají sekundární a vznikají na již existujícím kořenovém systému parazitické rostliny a nalézají se u poloparazitických zástupců, například rody kokrhel (*Rhinanthus*), černýš (*Melampyrum*) a světlík (*Euphrasia*). Sekundární haustoria mají překvapivě i holoparazitické druhy rodu podbílek (*Lathraea*) a obligátně poloparazitický rod hornice (*Tozzia*). Některé parazitické druhy mohou vytvářet i oba typy haustorií (Těšitel, 2011). Haustoria, která se vytváří na nevhodných hostitelích jako je *Leucanthemum vulgare* agg. a *Plantago lanceolata* jsou špatně diferencované, chybí buď vyvinutý sekundární xylem nebo hyalinní tělo. Parazit tak nebyl schopen proniknout do jejich xylému (Cameron et Seel, 2007).

### **1.13.2. Vliv hemiparazitů a holoparazitů na přirozená společenstva**

Intenzifikace zemědělství spolu se změnami využití půdy vedly k rozsáhlému úbytku a degradaci travních porostů bohatých na druhy v západní Evropě. Ekosystém různých travnatých porostů je velmi důležitý pro ochranu přírody kvůli různým společenstvím a živočichům, které podporuje (Pywell, 2004). Zemědělské trávy mnohdy omezují usazování a perzistenci cílových druhů, které jsou zasévány jako součást procesu obnovy (Bullock et Pywell, 2005). Parazitické rostliny obecně mají vliv na růst a reprodukci hostitele, tyto změny vedou ke změnám v konkurenční rovnováze mezi hostitelskými a nehostitelskými druhy, a proto ovlivňují strukturu společenstva, vegetační zonaci a populační dynamiku. Parazitické rostliny proto mohou být považovány za tzv. klíčové druhy. Dopady na komunitu rostlin jsou zprostředkovány rozsahem hostitelů parazita (rozmanitost druhů, které mohou potenciálně využívat jako hostitele) a jejich preference a výběr konkrétních druhů hostitele. Parazitické rostliny mohou také měnit fyzické prostředí kolem sebe, včetně dostupnosti půdní vody a živin, atmosférické CO<sub>2</sub> a teploty, lze je tedy také považovat za ekosystémové inženýry, kteří

v přírodě hrají důležitou roli. Parazitické rostliny mohou mít zásadní vliv, přestože jsou jen malou složkou celkového ekosystému (Press et Phoenix, 2005).

Prider et al. (2009) se domnívají, že původní parazitické rostliny mohou mírnit dopady invaze nově zavlečených rostlin v přirozených společenstvech. Původní hemiparazitická rostlina *Cassytha pubescent*, jejíž přirozený hostitel na daném území je *Leptospermum myrsinoide*, ochotně a stejnou či mírně vyšší měrou napadá i nepůvodní nově introdukovaný druh *Cytisus scoparius*, čímž tlumí účinky jeho invaze.

Někteří autoři naznačují, že druhy rodu kokrhel (*Rhinanthus*) mohou být užitečným nástrojem pro obnovu rozmanitých travních porostů přímým snížením růstu dominantních, produktivních druhů, zejména některých trav a luštěnin (Bullock et Pywell, 2005).

Hlavní význam hemiparazitů jako je například rod kokrhel (*Rhinanthus*) spočívá v oslabení hostitelských druhů, tak, že dojde k posouvání kompetiční rovnováhy ve společenstvu a snižování produktivity (Těšitel, 2011).

### **1.13.3. Vliv na hostitele**

Parazitické rostliny obecně mají podstatný vliv na růst a reprodukci hostitele, především tím, že hostiteli odebírají část jejich získaných živin (Press et Phoenix, 2005). V konečném důsledku mohou ovlivnit výsledek konkurenčních interakcí mezi hostitelskými druhy a následně strukturu celých hostitelských komunit (Cameron et al., 2009). Zaznamenáno je i specifické omezování fyziologických dějů u hostitele. Negativní účinky obligátních hemiparazitických plevelů na hostitelské fotosyntéze jsou dobře zdokumentovány (Watling et Press, 2001), ale z dalších výzkumů plyne, že fotosyntéza hostitele je ovlivněna též fakultativními hemiparazitickými rostlinami. Cameron et al. (2008) zjistili, že pokud *Rhinanthus* parazitoval na běžné trávě, konkrétně na rodu *Phleum* došlo k významnému poklesu v celkové koncentraci chlorofylu, přičemž poměr chlorofylů a:b se výrazně nezměnil, stejně tak došlo k mírnému snížení koncentrace enzymu Rubisco. Bylo vyzorováno i snížení biomasy daného hostitele. Stejně snížení biomasy hostitelské rostliny pozorovali i Press et Phoenix (2005).

### **1.13.4. Vliv na celkovou biomasu a její složky**

Hostitelská rostlina aktivně odebírá z půdy nejdůležitější živiny a parazit jí o část těchto látek okrádá, tím snižuje rychlost růstu hostitelské rostliny, která je motivována čerpat více živin z půdy. Tudíž je běžně pozorováno, že kombinovaná biomasa hostitel – parazit je vždy

nižší, než kdyby biomasu tvořila jen hostitelská rostlina. Tento mechanismus by mohl přispět k pozorovatelnému snížení biomasy v rostlinných společenstvech infikovaných parazitickými rostlinami (Cameron et al., 2008). *Rhinanthus* významně snižuje růst trav, naopak nesnižuje biomasu luštěnin a nehostitelských druhů (Cameron et al., 2006). K podobným výsledkům dochází Cameron et al. (2009), kdy parazitické rostliny snižují výkon trav, což vede k jejich ústupu a následnému vzestupu biomasy různých dvouděložných rostlin, které jsou vůči parazitaci odolné. Cameron et al. (2009) dále uvádějí, že velmi záleží na obsahu živin v půdě. Může dojít ke stabilní rovnováze koexistence všech tří složek (parazit – hostitel – nehostitelský druh), což je časté pro podmínky s nízkým obsahem živin. Případně tři zmíněné složky mohou vykazovat cykly, kdy jeden ustupuje a jiný svou biomasu posiluje, což se děje za podmínek s vysokým obsahem živin. Pokud jedna složka dosáhne extrémně nízké frekvence, může být z biologického systému úplně vyloučena.

#### **1.14. Zárázovité (*Orobanchaceae*)**

Zástupci čeledi zárazovité (*Orobanchaceae*) jsou byliny vyznačující se parazitickým způsobem života, ať už mykoheterotrofní způsob (nezelení) nebo parazitace na kořenech hostitele, často se zelenými částmi. Nejčastěji mají jednoletý nebo dvouletý životní cyklus, ale mohou být i vytrvalé. Listy jsou obvykle redukované v šupiny u čistě parazitických druhů. Pokud jsou listy přítomny, bývají jednoduché, někdy laločnaté nebo zpeřené, okraje zubaté či celokrajné. Rozmístění listů na stonku je střídavé nebo vstřícné. Kořeny jsou buď hlavní a vedlejší nebo hlízovité se šupinatými oddenky, v místě připojení na hostitele zduřelé. Plodem je tobolka (Watson et Dallwitz, 1992).

Hemiparazitičtí zástupci z čeledi *Orobanchaceae* se vyznačují vysokou rychlostí transpirace, někdy i řádově vyšší, než je u jejich hostitele. Existuje totiž zásadní rozdíl ve fungování stomat mezi hemiparazitem z *Orobanchaceae* a plně autotrofními rostlinami. U plně autotrofní rostliny fungují průduchy tak, aby se minimalizovaly ztráty vody a maximalizoval zisk uhlíku, zatímco u hemiparazitů je ztráta vody maximalizována, aby se zvýšil zisk uhlíku z hostitele (Press et al., 1988). Zárázovité představují vhodnou skupinu parazitických krytosemenných rostlin ke studiu z mnoha důvodů a těmi jsou hlavně, že tvoří nejpočetnější a nejrozšířenější skupinu parazitických krytosemenných rostlin a jejich fyziologické charakteristiky jsou dobře prostudované (Phoenix et Press, 2005).

V české květeně je čeleď zastoupena rody černýš (*Melampyrum*, 6 druhů), světlík (*Euphrasia*, 9 druhů + 1 vyhynulý), všivec (*Pedicularis*, 4 + 1

vyhynulý), kokrhel (*Rhinanthus*, 4 druhy), záraza (*Orobanchae*, 16 druhů) a druhy zdravínek jarní (*Odontites vernus*), lepnice alpská (*Bartsia alpina*) a podbílek šupinatý (*Lathraea squamaria*) (Kubát, 2002). Pokud se jedná o upřednostňovanou skupinu rostlinných hostitelů, Phoenix et Press (2005) uvádějí, že hemipazitické rostliny z čeledi *Orobanchaceae* nejčastěji parazitují na zástupcích z čeledi *Fabaceae*, kteří umějí získávat dusík ze vzduchu pomocí symbiotických hlízkových bakterií rodu *Rhizobium* bakterií, což je pro parazita velmi výhodná vlastnost.

### 1.15. Kokrhel (*Rhinanthus* spp.)

Kokrhel je členěn do čeledi *Orobanchaceae*. Všichni zástupci rodu *Rhinanthus* patří mezi fakultativní rostlinné parazity (Hibberd et Jeschke, 2001). Kokrhel spadá do skupiny fakultativních kořenových hemiparazitů a je běžný v přírodních a polopřirozených travních porostech, které jsou široce distribuovány v severních oblastech mírného pásu (Westbury, 2004). Vzhledem ke svému hemiparazitickému způsobu života využívá ke svému růstu jak autotrofní, tak heterotrofní způsob výživy (Joshi et al., 2000; Westbury, 2004). Kokrhel je generalista a vytváří kořenová haustoria, ale ne všichni potenciální hostitelé jsou pro něj stejně prospěšní (Cameron et al., 2006).

V České republice se přirozeně vyskytují čtyři druhy rodu kokrhel. Jedná se o jednoleté rostliny, které vytváří krátkodobou semennou banku semen v půdě (2 – 3 roky). Nejběžnější je na území České republiky kokrhel menší (*Rhinanthus minor*), dále se v travních porostech v teplejších oblastech vyskytuje k. větší (*R. major*, syn. *R. serotimus*), dříve byl nejhojnější k. luštinec (*R. alectorolophus*) a nejméně častý je k. sličný (*R. pulcher*) (Hejduk, 2018). Běžné druhy kokrhelů (*Rhinanthus minor*, *R. major*, *R. alectorolophus*) byly dříve díky nelichotivé nálepce poloparazitů doporučovány k hubení včasným kosením spojeným s vydatným hnojením a z těchto důvodů došlo k jejich silnému ustoupení z krajiny (Mládek, 2017). Rod kokrhel (*Rhinanthus*) má tedy tendenci mizet, když jsou travní porosty, na nichž se vyskytuje, intenzivně obhospodařovány přidáváním hnojiv a těžkou pastvou nebo častým sekáním, což uvádí i Bullock et Pywell (2005)

Kokrhel se stal významným, jelikož bylo prokázáno, že snižuje celkovou produktivitu v evropských loukách a pastvinách o 8 až 73 %, protože potlačuje produktivitu svých hostitelů. (Press et Phoenix, 2005), avšak v travinných porostech s vysokou druhovou diverzitou není účinek tolik výrazný (Joshi et al., 2000).

Nejvíce studované byly tři druhy: *R. minor*, *R. angustifolius* a *R. alectorolophus*. Hlavním důvodem je skutečnost, že jsou v Evropě velmi rozšířené a jsou běžnou součástí řady typů travních porostů (Bullock et Pywell, 2005).

Při terénních experimentech je důležité vědět, že semena kokrhel potřebují vernalizaci, a pak dostatek vlhkosti k zahájení klíčení. Kromě toho je důležité, aby se kokrhel během svého pobytu připojil k hostitelským rostlinám (Hellstorm et al., 2011) na druhou stranu je ale dobře zdokumentovaným jevem, že jako většina hemiparazitických rostlin z čeledi *Orobanchaceae* dokáže žít až do kvetení a plodu zcela bez přítomnosti hostitelských druhů rostlin (Weber, 1981).

#### **1.15.1. Hostitelé rodu *Rhinanthus* spp.**

Gibson et Watkinson (1989) uvádějí, že *Rhinanthus* má široký rozsah hostitelů, jejich první odhady počítají s více než 20 druhy hostitelských druhů. Novější výzkumy ukazují, že *Rhinanthus* má přibližně 50 různých hostitelských druhů z 18 čeledí v evropských travinných porostech a dokáže parazitovat až na sedmi různých druzích hostitele současně (Press et Phoenix, 2005). Ačkoli je kořenový hemiparazit *Rhinanthus* schopen využít širokou škálu druhů, jeho výkonnost se často značně liší, pokud se jedná o různé hostitelské druhy (Joshi et al., 2000), jelikož odpověď hostitelského pletiva v místě napadení parazita se mezi druhy liší. Hostitelské druhy nevykazují morfologické změny v reakci na parazita. V případě rezistentních druhů jako je *Leucanthemum vulgare* agg., dochází k zapouzdření penetračního orgánu ligninem nebo u zástupce *Plantago lanceolata* dojde při fyzickém kontaktu kořenů k hypersenzitivní smrti parazitických kořenů. Trávy a luštěniny jsou pro *Rhinanthus* nejlepšími hostiteli, zatímco vytrvalé dvouděložné rostliny až tak příznivými hostiteli nejsou, přičemž parazit často dosahuje nižší biomasy, než když je pěstován bez hostitele (Cameron et al., 2006) nebo s běžným hostitelem, jako je například tráva *Cynosurus cristatus* (Cameron et Seel, 2007). Při růstu v nepříznivých podmínkách s nepříznivými hostiteli může dokonce docházet k smrti parazita (Cameron et al., 2006).

#### **1.15.2. Využití rodu *Rhinanthus* spp. v praxi**

Ještě před 75 lety byl kokrhel řazen mezi nejobávanější plevely polí a luk a vyvíjely se nerůznější metody k jeho hubení (Mládek, 2017). Nyní se ale mnoho autorů jako například Cameron et al. (2006) a Hellstorm et al. (2011) domnívají, že by se *Rhinanthus* mohl stát klíčovým nástrojem při obnově lučních systémů tím, že potlačí převažující biomasu trav, což

umožní zvýšení počtu ostatních druhů rostlin, které nejsou ve velké míře rodem *Rhinanthus* ovlivněny.

Bullock et Pywell (2005) uvádějí jako hlavní výhody rodu *Rhinanthus* jeho běžný výskyt v cílových typech vegetace, relativně nízké náklady na získání osiva, jeho sílu snižovat biomasu konkurenčních druhů a umožňovat tak usazení a přetrvávání cílových druhů, a v neposlední řadě jeho vlastnost rychlé kolonizace a přetrvávání na úrodných pastvinách.

Druhy rodu *Rhinanthus* je možné použít v různých mezotrofních travních společenstvech, přičemž příliš nezáleží na půdním typu a věku půdy, druhovém složení a úrodnosti, což naznačuje, že se jedná o praktický a široce použitelný nástroj pro restaurování travních porostů (Hellstorm et al., 2011). Jako přírodní složky mnoha druhů travních porostů mohou mít druhy *Rhinanthus* další funkční role v těchto komunitách. Zdá se, že jsou důležitým zdrojem nektaru pro včely a jiné bezobratlé počátkem sezóny (Bullock et Pywell, 2005).

Je známo, že některé druhy nemohou být hostiteli, jelikož jsou rezistentní, například *Plantago lanceolata* může zapouzdřit invazní struktury parazita a nedojde tak k napojení na požadovaný xylém hostitele (Cameron, Coats et Seel, 2006), taktéž bylo ale dokázáno, že i různé druhy trav se mohou lišit v odolnosti vůči parazitismu (Hautier et al., 2010), i přesto může být změněna rovnováha rostlinné komunity ve prospěch jiných rostlin na úkor trav (Westbury, 2004; Cameron et al., 2005).

Při experimentech Joshi et al. (2000) a Pywell et al. (1999) přidali rod *Rhinanthus* po jednom, respektive dvou letech. Pywell et al. (1999) nezjistili žádný účinek na biomasu. Joshi et al. (2000) zjistili určité snížení travního porostu, žádný účinek na přidané druhy, ale nárůst invaze neosetých druhů, což může být částečně vysvětleno tím, že *Rhinanthus* nevykazuje takové výsledky, pokud je přidán do druhově bohatých společenstev (Joshi et al., 2000).

Uchycení rodu *Rhinanthus* je významně posíleno skarifikací povrchu půdy za účelem vytvoření mezer (Hellstorm et al., 2011). Pokud se *Rhinanthus* jeden rok uchytí, může svou smrtí pro další rok sám vytvořit mezery pro uchycení jiných druhů, které by v konkurenci s trávami neměly šanci (Joshi et al., 2000; Pywell et al., 2005).

Průměrná velikost dospělých parazitů uprostřed vegetační sezóny se zvýšila s funkční rozmanitostí hostitelské komunity a odhadovaná životnost parazita vzrostla s druhovou bohatostí. Výběr nejlepšího možného hostitele může být jedním z vysvětlení tohoto jevu (Joshi et al., 2000).

### **1.15.3. Projekt motýlí dálnice**

Páteří dopravní infrastrukturu tvoří v České republice železnice, silnice a dálnice. Silniční a dálniční síť ČR dnes reprezentuje necelých 56 000 km, což je vzdálenost, která by po obvodu obepnula Zemi zhruba 1,5-krát. Česká republika se tak řadí k zemím s nejhustší dopravní sítí v Evropě vůbec (Kuras, 2015).

Stávající praxe vegetačních úprav na dobrovolných svazích kolem komunikace ukazuje některé problematické aspekty jak z hlediska údržby vegetace, tak dalších krajinných funkcí (Suchomelová et al., 2016). V okolí silnic se často setkáváme s uniformními porosty s převládajícími trávami, které druhovou diverzitou příliš neoplývají. Přitom se zdá, že stačí poměrně málo a i z těchto míst můžeme mít rozkvetlou zahradu plnou života, motýly nevyjímaje. Stěžejním krokem v tomto směru zůstává podpora výskytu dvouděložných rostlin (dále jen bylin), které jsou živnými rostlinami velké části hmyzu včetně motýlů (Kuras, 2015).

Princip biotransformace zatravněných dálničních svahů je ve své podstatě jednoduchý. Spočívá v převodu stávajících vysokých a hustých (produktivních) porostů trav na nižší a řidší porosty dvouděložných bylin, převážně s přízemní růžicí listů. Převod lze realizovat pomocí výsevu poloparazitických rostlin rodu kokrhel. Transformace stávajících produktivních porostů trav na nízké a řídké porosty bylin pomocí výsevu kokrhele by po patřičném několikaletém testování na široké škále stanovišť mohla pomoci údržbě ušetřit značné finanční prostředky díky nižší potřebě sekání a zvýšit druhovou rozmanitost různých druhů hmyzu (Suchomelová et al., 2016).

### **1.15.4. Bílé Karpaty**

Správa CHKO Bílé Karpaty už mnoho let věnuje značné úsilí k zajištění optimální péče na místních travních porostech ve snaze o jejich zachování. Bělokarpatská luční společenstva, nazývaná květnaté nebo orchideové louky, patří k nejrozsáhlejším a druhově nejbohatším ve střední Evropě. Ve druhé polovině 20. století byla velká část těchto porostů přeměněna na ornou půdu, další plochy byly znehodnoceny hnojením, intenzivní pastvou, přisevy komerčních směsí trav a jetelovin, cíleným zalesněním nebo naopak ponecháním ladem. V nynější době se správa CHKO Bílé Karpaty snaží o obnovení znehodnocených ploch a navrácení jejich přirozené diverzity (Jongepierová, 2019).

Je dobře známo, že invazní rostliny představují riziko pro diverzitu, ale prakticky stejné efekty jako invazní rostliny mohou mít i ty v přírodě původní, ale chovající se expanzně.

Expanzní rostliny bývají velice konkurenčně silné a způsobují vznik chudých společenstev. Likvidace invazních nebo expanzních rostlin jsou finančně i časově náročné. Jako lepší možnost se v posledních letech objevuje možnost využití poloparazitických rostlin jako biologické kontroly invazních a expanzivních druhů. Nejčastěji je využíván rod kokrhel (*Rhinanthus*) v boji proti expanzivní trávě třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Třtina křovištní je problematická expanzivní tráva, která se šíří do druhově bohatých lučních společenstev, ze kterých postupně vytlačuje ostatní druhy (Těšitel, 2019).

Výsev poloparazita (*Rhinanthus*) probíhá v Bílých Karpatech na pěti lokalitách od roku 2004 s různým způsobem managementu, je využíváno sečení, pastva, ponechání ladem a vyhrabávání stařiny. Vyséván je *Rhinanthus alectorolophus*, *R. minor* a *R. major*. Pro správné uchycení poloparazita se nejvíce osvědčilo správné odstranění stařiny. Při správném způsobu managementu v kombinaci s výsevem poloparazita klesla biomasa expanzivní třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) v průměru o 70 %. Pro potlačení této expanzivní trávy se nejlépe osvědčilo dvojí kosení, které ale může mít negativní vliv na biodiverzitu, proto není vhodné jako dlouhodobý management. Zřejmě existuje pozitivní vazba mezi poloparazity a bobovitými rostlinami. Minerálně bohatá pletiva poloparazitů zrychlují rozklad stařiny, což zvyšuje dostupnost fosforu pro ostatní rostliny, přičemž právě bobovité jsou velmi náročné na fosfor. Bobovité zase vázáním dusíku do půdy pomáhají poloparazitům překonat kritickou fázi semenáčku (Mládek et al., 2013).

#### **1.15.5. Krásné loučky v okrese Bruntál**

Původně se jednalo o vojenské cvičiště. V bezlesých částech se vyvinula pestrá mozaika převážně pcháčových a bezkolencových luk s výskytem ohrožených druhů. Pravidelná seč zde probíhá od roku 1999, vždy 1x ročně v červenci. I přes 19 let trvající péči na některých místech stále dominovala chrastice a třtina. V roce 2017 byl na dvou nedegradovanějších místech vyset kokrhel luštinec (*Rhinanthus alectorolophus*) na ploše 0,5 ha. Porosty byly oploceny, aby je nespásala zvěř. První sezonu po výsevu se kokrhel nejprve rozrůstal, druhou sezonu ovšem již zcela dominoval a potlačil nejenom třtinu křovištní (*Calamagrostis epigejos*), ale i chrastici rákosovitou (*Phalaris arundinacea*). Po potlačení trav došlo k rozmachu dvouděložných rostlin (Lukavský, 2020).

#### **1.15.6. Bohučovice u Hradce nad Moravicí**

Lokalita sloužila jako bažantnice. Od 90. let byla plocha bez údržby a absence seči měla za následek absolutní dominantnost třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) bez přítomnosti



jiných rostlin. V roce 2017 byla celá lokalita posečena a vyhrabána a následně byl vyset kokrhel luštinec (*Rhinanthus alectorolophus*). První rok nebyly znát přílišné změny v hustotě třtiny, ale druhý rok se stal kokrhel dominantním a spolu s ním v porostu přibyly i další byliny a trávy, na které nemá kokrhel vliv, např. medyněk (*Holcus*). Na podzim druhého roku porost třtiny až na pár trsů zcela zmizel (Lukavský, 2020).

#### **1.15.7. Klokočov v okrese Havlíčkův Brod**

Lokalita je obklopená lesem a intenzivními pastvinami. Byla dlouhou dobu bez údržby a zarostla tak třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a ovsíkem vyvýšeným (*Arrhenatherum elatius*). Pouze několik míst zůstalo zachovalejších a sloužilo jako refugium rostlinných druhů původního biotopu, mimo jiné i vstavače májového (*Dactylorhiza majalis*). Od roku 2011 byla lokalita udržována sečí. Třtinu se sečí ale nepovedlo obstojně potlačit, a zvláště v pozdním létě zde dosahovala vysokých pokryvností. Po sedmi letech jednorocní seče se porost sice dále nedegradoval, ale nejevil větší známky zlepšení. Na podzim roku 2017 zde proběhlo vyhrabávání a výsev kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus*). Již v prvním roce došlo k nárůstu dvouděložných bylin a k značnému potlačení třtiny. Kokrhelem osetá plocha v okolní intenzivně využívané krajině stala velkým lákadlem pro hmyz poskytující nektar jak kokrhele, tak i běžných lučních druhů, jako jsou kopretiny, kohoutky, chrpy a řebříčky (Lukavský, 2020).

#### **1.15.8. Babinské louky v Českém Středohoří**

Kokrhel luštinec (*Rhinanthus alectorolophus*) byl vyset začátkem listopadu 2019 na Babinských loukách v CHKO České Středohoří v místě výskytu kriticky ohroženého zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*), který se vyskytuje pouze na šesti mikrolokalitách v České republice. Výsev kokrhele proběhl za účelem potlačení dominantních trav, zejména třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) nebo též bezkolence modrého (*Molinia caerulea*). Na jaře v květnu 2020 při kontrole lokality bylo možné pozitivně hodnotit podzimní výsev kokrhele. Obzvláště díky oplocení (ochrana před okusem zvěře) a citlivé seči na lokalitě Babinské louky vykvetlo mnoho jedinců kokrhele. Trávy díky zásahu zmenšily svoji pokryvnost a uvolnily místo bylinám (Prausová, 2020).

## 2. Metodika

### 2.1. Vybrané lokality

Pro vliv výsevu poloparazitických rostlin na druhovou diverzitu trávníků byly vybrány Šimkovy sady v Hradci Králové. Šimkovy sady jsou nejrozsáhlejším královéhradeckým parkem s rozlohou 18 ha a jeho návrh zpracoval Josef Gočár v roce 1925. Byl navržen v anglickém parkovém stylu a je doplněn umělými jezírky. V Šimkových sadech byly vybrány tři specifické lokality na základě místních charakteristik, jako je vodní režim nebo osluněnost a zástin. Podle těchto parametrů byly zvoleny lokality: 1) vlhký mezofilní trávník, 2) mezofilní trávník a 3) suchý (semixerotermní) trávník (Obr. 1). Na vybraných lokalitách byla provedena fotodokumentace pomocí fotoaparátu Nikon D7000. Autor práce je zároveň autorem všech fotografií.



Obr. 1: Mapa s vyznačenými lokalitami – vlhký mezofilní trávník (zeleně), mezofilní trávník (modře), suchý (semixerotermní) trávník (červeně)

### 2.2. Plochy a management

Na každé vybrané lokalitě byly vyměřeny a vyznačeny monitorovací trvalé plochy pomocí kolíků. Každá plocha měla velikost  $5 \times 5$  metrů. Na každé lokalitě byly ke zkoumání vyznačeny 4 plochy experimentální a 4 plochy kontrolní o výše zmíněných rozměrech (Tab. 1). V plochách experimentálních byl navržen nový pozměněný management a v plochách kontrolních pokračoval běžný management, který provádí Technické služby města Hradec

Králové. Trvalé plochy byly založeny na jaře roku 2020. Nově navržený management byl uplatňován celý rok od založení ploch.

1A	1B	1C	1D
1kA	1kB	1kC	1kD

Tab. 1: Obecné schéma založených ploch na lokalitách – experimentální plochy (1A–1D) a kontrolní plochy (1kA–1kD)

Obvyklý management v péči o místní trávníky vykonávají v Šimkových sadech Technické služby města Hradec Králové. Technické služby v rámci hospodaření s vodou a živinami preferují systém sečení trávy bez sběru posečené biomasy, tedy techniku mulčování. V období intenzivního růstu trávy na počátku vegetační sezóny jsou používány velkokapacitní žací stroje nastavené na standardní výšku sečení 5–7 cm. Zpravidla se jedná o první a druhou seč. S nástupem suššího letního období bude výška sečení u těchto strojů zvýšena na 8–9 cm. Sečení bude podle potřeby a v omezené míře probíhat i během letního období s ohledem na potřebu potlačovat šíření a vysemeňování hluboce kořenících plevelů, zejména šťovíku (*Rumex* sp.), pcháče (*Cirsium* sp.) apod. (Pospíšil, 2019).

Pro experimentální 4 plochy byl vymyšlen různorodý management (Tab. 2). V první ploše byla zavedena pouze jedna seč za rok a vyset *Rhinanthus alectorolophus* (dále *Rhinanthus*). V druhé ploše byly provedeny dvě seče během vegetačního období a vyset *Rhinanthus*. V třetí ploše byl taktéž vyset *Rhinanthus*, ale byla zde zachována stávající péče Technickými službami Hradec Králové. Ve čtvrté ploše byly zavedeny 2 seče během vegetačního období a vyset *Rhinanthus*, a navíc bylo provedeno podzimní mulčování senem a semeny z přírodní památky Na Plachtě, která se nachází na okraji Hradce Králové, nehrozí tu riziko zavlečení cizích genotypů.

dosev <i>R.</i> + 1 seč	dosev <i>R.</i> + 2 seče	dosev <i>R.</i> + stávající péče	dosev <i>R.</i> + 2 seče, mulčování
kontrola	kontrola	kontrola	kontrola

Tab. 2: Obecné schéma založených trvalých ploch s kontrolami a experimentálními plochami s pozměněným managementem a dosevem rodu *Rhinanthus*

### 2.3. Dosev kokrhelu luštince (*Rhinanthus alectorolophus*)

Pro dosev byl použit *Rhinanthus alectorolophus*, který se běžně vyskytuje v České republice. Výsevek byl 300 semen na 1 m<sup>2</sup>. *Rhinanthus* byl vyset na všech lokalitách pouze v experimentálních plochách s pozměněným managementem, což znamená celkem v 12 plochách – 1A,1B,1C,1D (vlhký mezofilní trávník); 1A,1B,1C,1D (mezofilní trávník); 1A,1B,1C,1D (suchý trávník).

Dosev rodu *Rhinanthus* má být prováděn na podzim, aby semena prošla chladovou stratifikací, kterou potřebují ke správnému vyklíčení. Doba nutná k indukci klíčení obvykle trvá 4–10 týdnů. V přirozených podmínkách tak poloparaziti klíčí během pozdní zimy až časného jara. *Rhinanthus* je nejlepší vysévat na podzim a to do konce listopadu. Pozdní výsev může vést k neúspěchu. Pozdě vysetá semena však mohou přežít v semenné bance a vyklíčit v dalším roce. Velmi záleží na hustotě výsevu, čím vyšší je hustota výsevu, tím je větší šance uchycení populace kokrhelu (Hejduk et Mládek, 2018). Vzhledem k tomu, že se s plánováním pokusu začínalo až v zimě, nemohl proběhnout podzimní výsev, proto bylo přistoupeno k nahrazení přirozené stratifikace ve venkovních podmínkách asistovanou chladovou stratifikací semen v chladničce při teplotě  $\pm 4$  °C po dobu 5 týdnů. Samotný výsev byl proveden 16. 04. 2020. Ještě před samotným dosevem byly všechny experimentální plochy vyhrabány a povrch narušen hráběmi, aby měla semena lepší šanci vyklíčit. Semena byla vyseta ručně. Po vysetí byly plochy pomocí konve zality, jelikož pro semena kokrhele je kritické období klíčení, kdy je potřeba dost vlhkosti. *Rhinanthus* v první vegetační sezóně 2020 nevyklíčil. V půdě se ale zachovala funkční semena, která vyklíčila v následujícím roce 2021.

#### **2.4. Fytcenologické snímkování**

Během vegetační sezóny 2020 probíhalo fytcenologické snímkování na experimentálních a kontrolních plochách. Nejdříve byly vypsány všechny druhy rostlin v daných plochách, poté se stanovily pokryvnosti každého druhu. Ke stanovení pokryvností druhů rostlin v plochách byla použita devítičlenná Braun-Blanquetova stupnice: r – 1 až 2 jedinci s nepatrnou pokryvností, + – pokryvnost pod 1 % plochy, 1 – pokryvnost 1 až 5 % plochy, 2m – pokryvnost kolem 5 % plochy, 2a – pokryvnost 5 až 15 % plochy, 2b – pokryvnost 15 až 25 % plochy, 3 – pokryvnost 25 až 50 % plochy, 4 – pokryvnost 50 až 75 % plochy, 5 – pokryvnost 75 až 100 % (Moravec et al., 1994). Při fytcenologickém snímkování bylo na všech lokalitách provedeno měření výšky porostu.

#### **2.5. Mulčování senem a semeny**

Jedním z prvků obohacení klasického managementu v Šimkových sadech a zároveň novým způsobem managementu bylo mulčování senem a semeny z jiné bohaté lokality. Na rozdíl od běžného mulčování, které provádí technické služby Hradce Králové, zde nehrozí riziko poškození místních populací hmyzu. Při mulčování senem se na biodiverzitu bohaté lokality ručně nebo mechanicky posekají vybrané druhy rostlin už s dozralými semeny a přenesou se

v pytlích na cílovou lokalitu, u které je snaha ji přirozeně obohatit z místních zdrojů. Důležité je zmínit, že ještě před provedením mulčování senem nebo semeny, je vhodné plochy vyhrabat a zbavit je odumřelé biomasy a spodního mechového patra, aby semena měla lepší šanci se na novém místě uchytit (Jongepierová et Poková, 2006).

Pro získání přírodního rostlinného materiálu byla zvolena přírodní památka Na Plachtě, která je poměrně bohatou místní lokalitou. Na podzim roku 2020 byly na svahu nad rybníkem Jáma ručně posekány různé druhy rostlin s vyvinutými semeny a nasbírána semena cílových druhů rostlin (Tab. 3). Oba získané zdroje byly použity právě v plochách vybraných pro mulčování. Mulčování bylo prováděno na podzim 2020.

<b>Seznam posekaných rostlin použitých k mulčování</b>	<b>Seznam semen použitých k výsevu</b>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Agrimonia eupatoria</i>
<i>Betonica officinalis</i>	<i>Betonica officinalis</i>
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	<i>Brachypodium sylvaticum</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Calluna vulgaris</i>
<i>Centaurea jacea</i>	<i>Centaurea jacea</i>
<i>Cuscuta</i> sp.	<i>Cuscuta</i> sp.
<i>Daucus carota</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Filipendula vulgaris</i>	<i>Filipendula vulgaris</i>
<i>Galium boreale</i>	<i>Galium boreale</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Galium verum</i>
<i>Inula germanica</i>	<i>Inula germanica</i>
<i>Ononis spinosa</i>	<i>Plantago major</i>
<i>Plantago major</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Prunella vulgaris</i>	<i>Selinum carvifolia</i>
<i>Selinum carvifolia</i>	<i>Succisa pratensis</i>
<i>Succisa pratensis</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Thymus pulegioides</i>	<i>Trifolium medium</i>
<i>Trifolium medium</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Trifolium pratense</i>	

Tab. 3: Seznam použitých posekaných rostlin k mulčování a semen k výsevu

### 3. Výsledky

#### 3.1. Lokalita: Vlhký mezofilní trávník

##### 3.1.1. Charakteristika lokality

Vlhký mezofilní trávník (Foto 1.) se nachází v jižní části Šimkových sadů v Hradci Králové blízko uměle vytvořené parkové vodní plochy. Značná část sledovaných ploch je během vegetační sezóny kryta pod korunami vzrostlých stromů (*Acer platanoides*), což má za následek nižší vypařování vody z travního porostu a přispívá to k poměrně dobrému vodnímu režimu na lokalitě a výskytu rostlin, kterým tento vodní režim vyhovuje (*Lysimachia nummularia*). Celkové vysoké zastínění na lokalitě svědčí výskytu stínomilnějších druhů (*Aegopodium podagraria*). Na sledované lokalitě vlhký mezofilní trávník se celkový počet cévnatých druhů rostlin pohyboval okolo 40 druhů na 25 m<sup>2</sup>. Průměrná pokryvnost na lokalitě byla 92 %. Celkový počet nalezených jednoděložných a dvouděložných rostlin byl 59 druhů. Naměřená průměrná výška porostu byla 5 cm. Mezi dominanty z trav patřily *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Poa pratensis*, pokud se jedná o dvouděložné byliny, nejvíce byly zastoupeny *Glechoma hederacea* a *Bellis perennis*.



Obr. 2: Lokalita vlhký mezofilní trávník – vyznačena zeleně

##### 3.1.2. Vegetace na lokalitě

Vegetaci této lokality lze podle jejího druhového složení a pokryvnosti jednotlivých druhů zařadit do svazu *Cynosurion cristati* (poháňkové pastviny a sešlapávané trávníky). Nejvíce se blíží k asociaci *Lolio perennis-Cynosuretum cristati* (jílkové pastviny).

### Shodné znaky se svazem *Cynosurion cristati*

Vybraná lokalita charakterizována jako vlhký mezofilní trávník se nachází v Šimkových sadech a je zde značný antropogenní vliv. Trávník je narušován především celoročním sešlapem, obzvláště v této části sadů se běžně vyskytuje velké množství lidí. Management vykonávají Technické služby města Hradec Králové. Jedná se o několik sečí během vegetační sezóny a s tím spojené mulčování biomasy.

Porost na dané lokalitě je středně vysoký a ve většině případů celkově poměrně velmi zapojený. Jílek vytrvalý (*Lolium perenne*) a jitrocel větší (*Plantago major*) jako konstantní a diagnostické druhy pro poháňkové pastviny a sešlapávané trávníky se nalézaly ve všech pozorovaných čtvercích. Ve velké míře se na lokalitě vyskytovaly i další konstantní druhy pro daný fytoocenologický svaz, a to především řebříček obecný (*Achillea millefolium* agg.), lipnice roční (*Poa annua*), pampeliška (*Taraxacum* sp.) a jetel plazivý (*Trifolium repens*).

### Shodné znaky s asociací *Lolio perennis-Cynosuretum cristati*

Mezi shodné druhy s danou asociací patří jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), jitrocel větší (*Plantago major*), sedmikráska obecná (*Bellis perennis*), pampeliška (*Taraxacum* sp.), rožec obecný (*Cerastium holosteides*), lipnice luční (*Poa pratensis*), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*), černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) a pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*).

### Srovnání plochy kontrolní a experimentální

V experimentálních plochách, kde byl proveden nový management, byla mírně nižší pokryvnost trav než v plochách kontrolních, tato skutečnost ale nemusela být nutně způsobena novým typem managementu.

<b>Pokryvonost</b>	<b>95%</b>	<b>95%</b>	<b>95%</b>	<b>90%</b>	<b>98%</b>	<b>98%</b>	<b>98%</b>	<b>65%</b>
<b>Druhy</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>1D</b>	<b>1kA</b>	<b>1kB</b>	<b>1kC</b>	<b>1kD</b>
<i>Lolium perenne</i>	2a	2b	2b	3	3	3	4	3
<i>Glechoma hederacea</i>	r	+	1	1	2m	2m	2m	2m
<i>Bellis perennis</i>	2m	1	1	1	2m	1	1	2m
<i>Ficaria bulbifera</i>	+	+	+	1	+	+	+	2m
<i>Lyssimachia nummularia</i>	+	+	+	1	+	1	1	2m
<i>Prunella vulgaris</i>	2m	+	+	1			2m	2m
<i>Potentilla reptans</i>	r	r	+	1	+	2m	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	2m	1	2m	1	+	1	2m	+
<i>Plantago major</i>	+	1	1	2m	1	1	1	+
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	2m	+	+	r	+	+	+	+
<i>Trifolium repens</i>	2m	1	+	r	+	+	+	
<i>Festuca rubra</i>	+	+	1	1	+	1	1	1
<i>Taraxacum sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poa annua</i>	+	+	r	+	+	+	+	+
<i>Ranunculus acris</i>	+	+	+	r	r	+	+	+
<i>Veronica arvensis</i>	+	r	r	r	r	r	r	r
<i>Ranunculus repens</i>	+	+	+	+	+	1	1	
<i>Geranium pratense</i>	+	+	r		+	+	+	+
<i>Stellaria media</i>	r	r	+	r	+		r	r
<i>Acer platanoides juv.</i>	r	r	r	r	r	r	r	
<i>Geum urbanum</i>	r			r	+	+	+	+
<i>Veronica serpilifolia</i>	+	r	r	+	+			r
<i>Aegopodium podagraria</i>	r	r	r	r	+			1
<i>Veronica sublobata</i>	+	r	+			r	r	r
<i>Viola odorata</i>	r	r	r		r	r		+
<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	+		+	+		
<i>Anthriscus sylvestris</i>	r	+	r		+	+		
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	+	r	r		+		
<i>Poa trivialis</i>	3	3	3	2b	3	2b	2m	2m
<i>Poa pratensis</i>	2a	2a	2a	2m	1	2a	2m	2m
<i>Geranium pusillum</i>	r	+	r	+				
<i>Hordeum murinum</i>	+	+	r					
<i>Elymus repens</i>	r	+	+					
<i>Rumex acetosa</i>	+	r	r					
<i>Trifolium pratense</i>	+		+					
<i>Achillea millefolium</i>	+	r						
<i>Holcus lanatus</i>	+	r						
<i>Deschampsia cespitosa</i>	r	r		r				
<i>Festuca pratensis</i>		r	+	1				
<i>Leontodon sp.</i>	r			+			+	+
<i>Alopecurus pratensis</i>	r			+	+		+	
<i>Heracleum sphondylium</i>	r				+			
<i>Vicia sepium</i>	+			r				
<i>Carex contigua</i>		r		+	+			
<i>Alchemilla monticola</i>			r	r			+	
<i>Cerastium holosteoides</i>				r			+	+
<i>Arctium sp.</i>					r			r

Tab. 4: Vlhký mezofilní trávník – fytoecnologické snímky experimentálních a kontrolních ploch

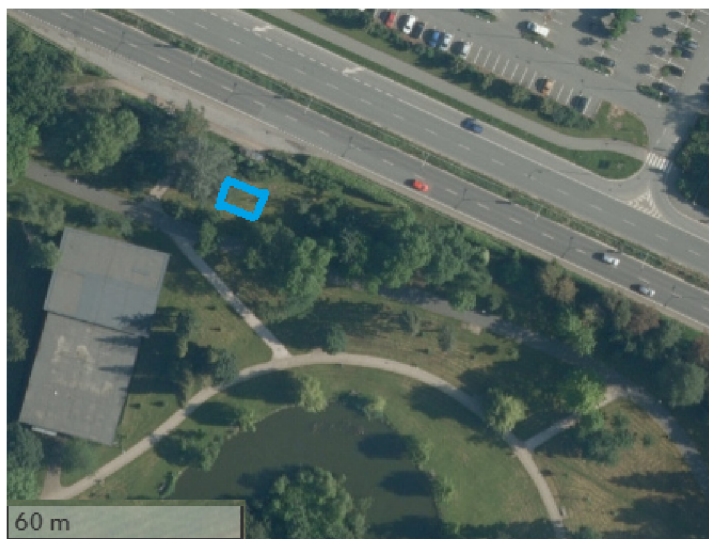


V jednom snímku: *Agrostis stolonifera* 1kA (r), *Cynosurus cristatus* 1C (r), *Galium album* 1A (r), *Hypochoeris radicata* 1B (+), *Juglans regia* 1kA (r), *Plantago lanceolata* 1kC (+), *Polygonum aviculare* 1kD (r), *Rumex obtusifolius* 1A (r), *Sisymbrium officinale* 1D (r), *Triplurospermum inodorum* 1kB (+), *Triticum aestivum* 1C (r), *Urtica dioica* 1kB (r)

### 3.2. Lokalita: Mezofilní trávník

#### 3.2.1. Charakteristika lokality

Mezofilní trávník (Foto 2.) se nachází v severovýchodní části Šimkových sadů v Hradci Králové na samém okraji. Jako mezofilní je označováno stanoviště s optimálním stavem vodního režimu (Skládanka et al. 2014). Určitá část sledovaných ploch je během vegetační sezóny kryta pod korunami vzrostlých stromů (*Quercus robur*), ale podstatně větší část se nachází na volném prostranství a je téměř celý den ovlivněna slunečním zářením, což podporuje výskyt světlomilnějších druhů rostlin. Průměrná pokryvnost na lokalitě byla 83 %. Průměrná výška porostu činila 6 cm. Celkový počet nalezených jednoděložných a dvouděložných rostlin byl 55 druhů. Mezi dominanty z trav patřily *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, pokud se jedná o dvouděložné byliny, nejvíce byly zastoupeny *Trifolium repens*, *Trifolium dubium*, *Cerastium holosteoides*, *Geranium pyrenaicum*, *Lotus corniculatus*.



Obr. 3: Lokalita mezofilní trávník – vyznačena modře

### 3.2.2. Vegetace na lokalitě

Vegetaci této lokality lze podle jejího druhového složení a pokryvnosti jednotlivých druhů zařadit do svazu *Arrhenatherion elatioris* (mezofilní ovsíkové a kostřavové louky). Nejvíce se blíží k asociaci *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum elatioris* (suché ovsíkové louky).

#### Shodné znaky se svazem *Arrhenatherion elatioris*

Vybraná lokalita charakterizována jako mezofilní trávník, která se nachází v Šimkových sadech je silně ovlivňována člověkem. Trávník je narušován především celoročním sešlapem. Management vykonávají Technické služby města Hradec Králové. Jedná se o několik sečí během vegetační sezóny a s tím spojené mulčování biomasy, což je nejčastější péče o tyto typy trávníků.

Porost na dané lokalitě je středně vysoký a ve většině případů celkově poměrně velmi zapojený. Srha laločnatá (*Dactylis glomerata*) a jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*) jako konstantní a diagnostické druhy pro mezofilní ovsíkové a kostřavové louky, se nalézaly ve všech pozorovaných čtvercích. Ve velké míře se na lokalitě vyskytovaly i další konstantní druhy pro daný svaz a to především kostřava červená (*Festuca rubra*), řebříček obecný (*Achillea millefolium* agg.), rožec obecný (*Cerastium holosteoides*), pampeliška (*Taraxacum* sp.) šťovík kyselý (*Rumex acetosa*) a jetel plazivý (*Trifolium repens*).

#### Shodné znaky s asociací *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum elatioris*

Mezi shodné druhy s danou asociací patří kostřava červená (*Festuca rubra*), řebříček obecný (*Achillea millefolium* agg.), rožec obecný (*Cerastium holosteoides*), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), svízel bílý (*Galium album*) srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*), bika ladní (*Luzula campestris*) rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) a jetel plazivý (*Trifolium repens*).

#### Srovnání ploch kontrolních a experimentálních

V plochách experimentálních a kontrolních bylo velmi podobné zastoupení trav s dominantní lipnicí luční (*Poa pratensis*) a kostřavou červenou (*Festuca rubra*). Jetel pochybný (*Trifolium dubium*) a kakost pyrenejský (*Geranium pyrenaicum*) měly větší pokryvnosti v plochách experimentálních. Jetel plazivý (*Trifolium repens*) a rožec obecný (*Cerastium holosteoides*) byly zase více zastoupeny v plochách kontrolních. Změny v managementu neměly zatím výrazné výsledky.

Pokryvnost	100%	75%	75%	60%	98%	75%	80%	85%
Druhy	1A	1B	1C	1D	1kA	1kB	1kC	1kD
<i>Poa pratensis</i>	3	3	3	2b	3	3	3	3
<i>Festuca rubra</i>	2a	2a	2a	2b	2a	2a	2a	1
<i>Trifolium repens</i>	2m	2m	1	1	2m	2a	2a	2b
<i>Trifolium dubium</i>	2m	2m	2m	2m		+	+	
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	+	2m	2m	1	2a	2a	2a
<i>Geranium pyrenaicum</i>	r	+	2m	1	r	+	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>	+	+	+	2m	+	+	+	+
<i>Potentilla reptans</i>	+	1		+	2m	2a	2m	2m
<i>Achillea millefolium</i>	1	+	1	+	1	+	+	+
<i>Bellis perennis</i>	+	1	+	1	+	1	1	1
<i>Taraxacum sp.</i>	r	1	+	1	+	+	+	1
<i>Dactylis glomerata</i>	1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	r	r	1	2m	1	2m
<i>Rumex acetosa</i>	r	r	r	1	r	+	+	+
<i>Stellaria media</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago lanceolata</i>	r	+	+	+	+	r	+	+
<i>Veronica arvensis</i>	r	r	+	r	r	+	+	+
<i>Vicia angustifolium</i>	r	+	+	1		+	+	+
<i>Lolium perenne</i>		+	+	+	+			
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	r	r	r	+				r
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	+			+	2m	1	
<i>Carex contigua</i>	+	+			+		+	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+		r		+			
<i>Festuca arundinacea</i>			+	2b				
<i>Galium album</i>	+				+			
<i>Phleum pratense</i>	+	+						
<i>Plantago media</i>	+				+		r	r
<i>Ranunculus acris</i>	+				+	+	r	
<i>Trifolium pratense</i>	+	+						
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		+		r			r	
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	r						
<i>Barbarea vulgaris</i>		r	r					
<i>Daucus carota</i>		r		r				
<i>Fraxinus excelsior</i>	r			r				
<i>Quercus robur</i>				r			+	
<i>Veronica sublobata</i>		r	r			r		
<i>Vicia hirsuta</i>		r		r				
<i>Vicia lathyroides</i>		r		r				
<i>Vicia odorata</i>			r				r	

Tab. 5: Mezofilní trávník – fytoocenologické snímky experimentálních a kontrolních ploch

V jednom snímku: *Acer platanoides* juv. 1A (r), *Alchemilla monticola* 1A (+), *Alopecurus pratensis* 1kA (+), *Crepis biennis* 1A (r), *Geum urbanum* 1kC (r), *Luzula campestris* 1A (+), *Pilosella* sp. 1A (+), *Poa trivialis* 1A (+), *Potentilla argentea* 1D (+), *Quercus rubra* 1kC (r), *Hypericum perforatum* 1D (+), *Ranunculus auricomus* 1B (r), *Ranunculus bulbosus* 1C (r), *Ranunculus repens* 1A (r), *Triticum aestivum* 1C (r), *Vicia sepium* 1B (r)

### 3.3. Lokalita: Suchý (semixerotermní) trávník

#### 3.3.1. Charakteristika lokality

Suchý (semixerotermní) trávník (Foto 3.) se nalézá v severozápadní části Šimkových sadů v Hradci Králové. Lokalita je stejně jako předchozí dvě lokality do určité míry ovlivňována člověkem, ale jelikož se jedná o mírně svažité terén, sešlap zde není tak intenzivní jako v jiných částech Šimkových sadů, což může přispívat k větší druhové diverzitě. Obvyklý management jako v celých sadech vykonávají Technické služby města Hradec Králové. Jedná se o několik sečí během vegetační sezóny (záleží na charakteru počasí) a s tím spojené mulčování biomasy.

Převážná část sledovaných ploch je svažitého rázu směrem na výslunnou jižní stranu, což podmiňuje vegetaci poměrně teplomilných a světlomilných druhů rostlin, které snášejí celodenní vystavení slunečnímu záření. Žádná část sledovaných ploch se nenachází pod stromovým zákrytem. Vzhledem k tomu, že je lokalita svažitá a na výslunném místě, dochází zde během dne k velkému výparu vody, což způsobuje nevyrovnaný vodní režim a poměrně suché podmínky pro zde rostoucí rostliny. Průměrná pokryvnost na lokalitě byla 92 %. Zaznamenaná výška vegetačního porostu měla v průměru 8 cm. Celkový počet nalezených jednoděložných a dvouděložných rostlin byl 62 druhů. Tento poměrně vysoký počet rostlinných druhů byl značně ovlivněn dosevy, které byly na této lokalitě provedeny na zvýšení druhové diverzity již v době rekonstrukce parku. Dosévány byly především teplomilné druhy, které jsou na tuto lokalitu vhodné, např. krvavec menší (*Sanguisorba minor*) nebo hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusiana*).

Mezi dominanty z trav patřily *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, pokud se jedná o dvouděložné byliny, nejvíce byly zastoupeny *Trifolium dubium*, *Trifolium repens*, *Securigera varia*, *Salvia pratensis*, *Medicago lupulina*, *Sanguisorba minor* a *Potentilla recta*.



Obr. 4: Suchý (semixerotermní trávník) – vyznačeno červeně

### 3.3.2. Vegetace na lokalitě

Vegetace reprezentuje semixerotermní trávníky svazu *Bromion erecti* přecházející v mezofilní trávníky svazu *Arrhenatherion elatioris*, což je určeno jak charakterem lokality, tak již zmíněnými dosevy v minulosti.

#### Shodné znaky se svazem *Arrhenatherion elatioris*

Porost na dané lokalitě je středně vysoký a ve většině případů celkově poměrně velmi zapojený. Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), svízel bílý (*Galium album*) a kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare* agg.) jako konstantní a diagnostické druhy pro mezofilní ovsíkové a kostřavové louky, se nalézaly v převážné většině sledovaných čtverců. Ve velké míře se na lokalitě vyskytovaly i další konstantní druhy pro daný svaz, a to především kostřava červená (*Festuca rubra*), řebříček obecný (*Achillea millefolium* agg.), pampeliška (*Taraxacum* sp.) šťovík kyselý (*Rumex acetosa*), máchelka (*Leontodon* sp.), štirovník růžkatý (*Lotus corniculatus*) a jetel plazivý (*Trifolium repens*).

#### Shodné znaky se svazem *Bromion erecti*

Porost na dané lokalitě je středně vysoký a díky zmiňovaným dosevům i velmi bohatý na bohatě kvetoucí dvouděložné byliny. Porost je taktéž velmi zapojený. Krvavec menší (*Sanguisorba minor*) a čičorka pestrá (*Securigera varia*) jako konstantní a diagnostické druhy pro mezofilní ovsíkové a kostřavové louky, se nalézaly ve všech pozorovaných čtvercích. Ve velké míře se na lokalitě vyskytovaly i další konstantní druhy pro daný svaz a to především

jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), řebříček obecný (*Achillea millefolium* agg.), lipnice luční (*Poa pratensis*), svízel bílý (*Galium album*) a štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*).

#### Srovnání ploch kontrolních a experimentálních

Nejvíce zastoupená tráva v obou plochách byla kostřava červená (*Festuca rubra*). V experimentálních plochách byl více zastoupen jetel plazivý (*Trifolium repens*), hvozdík kartouzek (*Dianthus cartusiana*), svízel bílý (*Galium album*). V plochách kontrolních byl více zastoupen jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*) a lipnice luční (*Poa pratensis*). Změny v managementu zatím výrazně nezměnily místní poměry ve společenstvu.

Pokryvnost	95%	95%	95%	90%	98%	98%	98%	65%
Druhy	1A	1B	1C	1D	1kA	1kB	1kC	1kD
<i>Festuca rubra</i>	2a	2a	2a	2a	2b	2m	2b	2a
<i>Trifolium repens</i>	1	2a	2b	2b	1	2a		
<i>Securigera varia</i>	2m	2a	1	1	2m	1	1	+
<i>Salvia pratensis</i>	2m	2m	1	2m	1	2a	2m	1
<i>Trifolium dubium</i>	2m	2m	2m	1	2m	2b	+	2m
<i>Dianthus cartusiana</i>	2m	+	2a	2m	+			
<i>Lolium perenne</i>	+	+	2a	2a			2a	1
<i>Medicago lupulina</i>	1	1	1	2a	1	1	1	+
<i>Galium album</i>	2m	1	+	2m			+	+
<i>Festuca rupicola</i>	2m	1	1	+				
<i>Potentilla recta</i>	2m	+	+	1	2m	2a		2m
<i>Sanguisorba minor</i>	2m	1	+	+	1	1	+	+
<i>Silene vulgaris</i>	+	2m	+	+	+	1	1	
<i>Lychnis viscaria</i>	+	r	2b					
<i>Galium verum</i>	+	1	1	+		r	+	
<i>Achillea millefolium</i>	+	+	+	1	1	+		
<i>Achillea setacea</i>	+	+	+	+	1	+	2m	2m
<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	+	+	2m	2m	2a	2b
<i>Cardaria draba</i>	+	+	+	r	1	1	+	+
<i>Malva moschata</i>	+	+	+	r	+	r	+	r
<i>Taraxacum sp.</i>	r	r	+	+	+	+	+	+
<i>Leontodon sp.</i>	r	r	r	+	r		+	
<i>Poa pratensis</i>	+		1	1	2a	2b	2b	3
<i>Elymus repens</i>	1	+	1					
<i>Lotus corniculatus</i>		+	1	r				
<i>Centaurea jacea</i>		+	+	+				
<i>Potentilla argentea</i>	+		+	r		r		
<i>Artemisia sp.</i>	r		r	+	r	r		
<i>Leucanthemum sp.</i>		r	+	r	+		+	1
<i>Veronica teucrium</i>		r	r	+				
<i>Cirsium arvense</i>		2m	+					
<i>Cichorium intybus</i>			+	+	+			+
<i>Dactylis glomerata</i>	+		+		+			+
<i>Phleum pratense</i>			+	+				
<i>Stachys sp.</i>	+		+					
<i>Thymus pulegioides</i>			+	+			+	
<i>Bromus erectus</i>		r	+					
<i>Salvia dactycita</i>		r	+					
<i>Veronica arvensis</i>	+			r	+	+	+	+
<i>Alopecurus pratensis</i>		r	r					
<i>Clinopodium vulgare</i>	r	r						
<i>Convolvulus arvensis</i>	r		r					
<i>Crepis biennis</i>	r	r						
<i>Plantago media</i>			r	r			+	r
<i>Rumex acetosa</i>	r			r		r		r
<i>Vicia angustifolium</i>		r	r				1	1

Tab. 6: Suchý (semixerotermní) trávník – fytoocenologické snímky experimentální a kontrolních ploch

V jednom snímku: *Bellis perennis* 1A (+), *Bromus inermis* 1B (+), *Koeleria pyramidata* 1A (+), *Origanum vulgare* 1D (+), *Potentilla reptans* 1D (+), *Agrimonia eupatoria* 1A (r), *Anthemis arvensis* 1A (r), *Berteroa incana* 1A (r), *Capsella bursa-pastoris* 1C (r), *Geranium pusillum* 1C (r), *Glechoma hederacea* 1A (r), *Papaver rhoeas* 1B (r), *Ranunculus bulbosus* 1A (r), *Tripleurospermum inodorum* 1C (r), *Vicia angustifolia* 1A (r), *Vicia lathyroides* 1C (r)

### 3.4. Srovnání vybraných lokalit

Rozdílů mezi lokalitami bylo hned několik. První odlišností byl vodní režim na lokalitě, podle čehož byly lokality na začátku vybrány. Lokalita vlhký mezofilní trávník měla nejvyrovnanější vodní režim, určitá vlhkost se v porostu držela i během velmi teplých dnů. Velký vliv na to měl faktor velkého zastínění, který na této lokalitě je. Lokalita mezofilní trávník už měla značně sušší charakter a zástin měl vliv jen na menší část ploch. Větší část ploch byla prakticky celý den osluněna a vegetace tak byla rozvolněnější a nenacházely se v ní vlhkomilné druhy, ale spíše rostliny, které snášejí vysokou intenzitu a celodenní sluneční ozáření a nevyrovnaný vodní režim. Lokalita suchý (semixerotermní) trávník byla ze všech nejsušší, vliv na to měla skutečnost, že trávník nebyl z žádné části zastíněn, ale především fakt, že lokalita je z velké části svažitého rázu a vystavena na jižní osluněnější a nejvýhřevnější stranu. Největší druhová bohatost byla na lokalitě suchý (semixerotermní) trávník a čítala 62 druhů rostlin. Pak následoval vlhký mezofilní trávník s 59 druhy a poslední byl mezofilní trávník s 55 druhy rostlin. Lokality se lišily též v průměrné výšce porostu. Vlhký mezofilní trávník měl průměrnou výšku porostu 5 cm, mezofilní trávník 6 cm a suchý (semixerotermní) byl nevyšší a měl v průměru 8 cm. Pokryvnosti se také mírně lišily. Stejnou průměrnou pokryvnost měl vlhký mezofilní a suchý (semixerotermní) trávník a ta činila 92 %. Mezofilní trávník měl pokryvnost pouze 83 %. Rozdíl byl i v zastoupení jednoděložných a dvouděložných rostlin. Nejvíce druhů jednoděložných (15) bylo ve vlhkém mezofilním trávníku. Pak následoval mezofilní trávník s 12 druhy jednoděložných. Nejméně jednoděložných (9) a zároveň nejvíce dvouděložných rostlin bylo na lokalitě suchý (semixerotermní) trávník, což může být způsobeno dosevem v rámci rekonstrukce parku městem Hradec Králové se snahou o zvýšení místní biodiverzity a počtu kvetoucích druhů za účelem větší atraktivity pro návštěvníky Šimkových sadů.



	Vlhký mezofilní trávník	Mezofilní trávník	Suchý semixerotermní trávník
celkový počet druhů rostlin	59	55	62
jednoděložné rostliny	15	12	9
dvouděložné rostliny	44	43	53
jednoleté rostliny	10	10	10
vytrvalé rostliny	49	45	52
celková pokryvnost	92%	83%	92%

Tab. 7: Srovnání vybraných přírodních charakteristik na všech 3 lokalitách

### 3.5. Výsledky výsevu kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus*)

*Rhinanthus alectorolophus* (Foto 4.) v prvním roce 2020, kdy byl vyset, nevyšel na žádné lokalitě. V roce 2021 *Rhinanthus* vyklíčil ze zachovalé semenné banky v půdě z minulého roku na všech lokalitách ve všech experimentálních plochách. Nejvíce jedinců kokrhele vyklíčilo na lokalitě mezofilní trávník, dohromady 177. Na lokalitě suchý semixerotermní trávník vyklíčilo 64 jedinců a nejméně na lokalitě vlhký mezofilní trávník, celkem 41 jedinců (Tab. 8). Vzhledem k tomu, že kokrhel je jednoletá rostlina, musí být plochy pokoseny až po dozrání semen, aby se populace pro příští rok zachovala v semenné bance.

Lokalita	Plochy	Pokryvnost	Počet ve snímku
Vlhký mezofilní trávník	1A	+	6
	1B	+	19
	1C	+	12
	1D	r	4
Mezofilní trávník	1A	1	125
	1B	1	41
	1C	+	10
	1D	r	1
Suchý (semixerotermní) trávník	1A	+	13
	1B	+	6
	1C	+	15
	1D	1	30

Tab. 8: Srovnání lokalit v počtu vzešlých jedinců rodu *Rhinanthus* jejich pokryvností v experimentálních plochách

#### 4. Diskuse

Travní porost na sledovaných lokalitách byl tvořen 3 hlavními složkami. V největším množství byly zastoupeny trávy, většinou více než z 50%, dále následovaly vikvovitá (čeleď *Fabaceae*) a bylinná složka v podobném procentuálním zastoupení, což se shoduje s publikovanými údaji (Kollárová et al., 2007). Vzhledem k tomu, že v Šimkových sadech dochází k intenzivnímu obhospodařování v podobě několika sečí do roka, ve většině ploch se v určité míře nacházejí druhy, které jsou na časté zásahy adaptovány (např. nízký plazivý vzrůst nebo přizemní růžice), jak poznamenávají Gaisler et al. (2010). Mezi tyto nalezené druhy patřily *Bellis perennis* a *Glechoma hederacea* ve vlhkém mezofilním trávníku, *Trifolium repens* a *Trifolium dubium* v mezofilním trávníku a *Medicago lupulina* a *Trifolium repens* v suchém (semixerotermním) trávníku.

Vlhký mezofilní trávník se vegetací nejvíce shodoval se svazem *Cynosurion cristati*. Na lokalitě byl středně vysoký porost a bylo zde zastoupení druhů snášejších častý sešlap v souhrě s intenzivním obhospodařováním, který se v Šimkových sadech uplatňuje, stejně to uvádí i Chytrý et al. (2010). Ve velké míře se zde vyskytovaly růžicovité hemikryptofyty, jako je jitrocel větší (*Plantago major*) a sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*), kterým stávající management vyhovuje. Tyto základní charakteristiky svazu *Cynosurion cristati* se zase shodují s prací Chytrého et al. (2007).

Mezofilní trávník byl přiřazen ke svazu *Arrhenatherion elatioris*. Dominovaly zde výběžkaté trávy, především lipnice luční (*Poa pratensis*) a kostřava červená (*Festuca rubra*), což se shoduje s charakteristikami vegetace (Chytrý et al., 2007). Další shodnou charakteristikou byl výskyt vytrvalých bylin, které tvořily pestrobarevný květnatý aspekt především před první sečí. Lustyk (2008) uvádí svaz *Arrhenatherion elatioris* jako běžný pro městské zahrady a ovocné sady.

Suchý (semixerotermní) trávník se určitými charakteristikami blížil ke svazu *Arrhenatherion elatioris*, který se zde nejspíše původně vyskytoval. Jelikož byly v Šimkových sadech prováděny výsevy, konkrétně na této lokalitě byly vysety teplomilné druhy rostlin, snášejší celodenní vystavení slunečnímu záření, došlo ke značným změnám ve společenstvu a nynější rostlinné společenstvo se nově svým druhovým složením blíží spíše ke svazu *Bromion erecti*. Lokalita se nachází na mírném svahu orientovaném k jihu a vyskytují se zde ve značné míře krvavec menší (*Sanguisorba minor*), čičoka pestrá (*Securigera varia*) a

svízel bílý (*Galium album*), které jsou charakteristické pro svaz *Bromion erecti* (Chytrý et al., 2007).

Lustyk (2008) se domnívá, že trávníky ve městech a zahradách, které jsou často sečené a mulčované bývají poměrně velmi chudé. Na každé sledované lokalitě bylo v průměru okolo 58 druhů, což není tak chudé, jak Lustyk (2008) tvrdí. Tento počet druhů by spíše odpovídal extenzivně obhospodařovaným pastvinám.

Na všech lokalitách byl v experimentálních plochách vyset kokrhel luštinec (*Rhinanthus alectorolophus*). Jelikož semena neprošla přirozenou chladovou stratifikací ve vlhku, kterou by měla projít (Hellstorm et al., 2011; Mudrák et al., 2014; Hejduk et Mládek, 2018) a chladová stratifikace v chladničce nefungovala jako dostatečná náhrada, nedošlo v roce 2020 k uchycení semenáčků kokrhele ani na jedné z lokalit. Jak uvádějí Hejduk et Mládek (2018), semena nevyklíčená v prvním roce však mohou přežít v půdě v semenné bance a vyklíčit v dalším roce, což se potvrdilo při našem výzkumu. V roce 2021 vyklíčila semena kokrhel ze semenné banky na všech sledovaných lokalitách.

Semenáčky kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus*) se uchytily druhým rokem na všech experimentálních plochách (12 z 12), což lze považovat za úspěch. Průměrná pokryvnost kokrhele na jedné ploše byla okolo 1 – 5 %. Ve srovnání s Těšitelem et al. (2017) nebyla pozorovaná pokryvnost příliš vysoká. Důvodem může být nepřítomnost nejvhodnějších hostitelských druhů rostlin nebo jejich nedostatečné množství. Dalším vysvětlením tohoto faktu může být poměrně vysoká druhová diverzita rostlin na lokalitě, která se pohybovala okolo 58 rostlinných druhů na jedné lokalitě. Joshi et al. (2000) uvádějí, že účinek v travních porostech s poměrně vysokou druhovou diverzitou nemusí být tak patrný.

Vliv poloparazita na okolní vegetaci nebyl prokázán, což mohlo mít více příčin. Hlavní příčinou bylo nejspíš krátká doba experimentu. (Pywell et al., 2004) uvádějí, že travní porosty jsou složité ekosystémy a výsledky se nemusí v prvních letech experimentů viditelně projevit. Možné je, že *Rhinanthus* neměl dostatečnou hustotu, aby změnil místní poměry v zastoupení travní a bylinné složky. Pozorované rostliny kokrhele v květnu 2021 taktéž ani nemusely být zatím napojeny na hostitelské druhy rostlin, jelikož většina hemiparazitických rostlin z čeledi *Orobanchaceae* dokáže žít až do kvetení a plodu zcela bez přítomnosti hostitelských druhů rostlin (Weber, 1981).

## 5. Závěr

Trávníky v Šimkových sadech jsou i přes intenzivní management (časté seče a mulčování) na druhy rostlin poměrně bohaté. Nejvíce druhů rostlin bylo nalezeno v suchém (semixerotermím) trávníku, kde byly provedeny v minulosti úspěšné dosevy teplomilných rostlin, ale ani ostatní dvě lokality v počtu druhů rostlin příliš nezaostávaly. Přestože nově použitý management neměl zatím na rostlinné společenstvo prokazatelný vliv, menší úprava managementu, především nižší počet sečí během vegetační sezóny, by mohl pomoci bylinné složce společenstva se lépe rozmnožit a zvýšit tak svou pokryvnost. V porostu by se mohlo prosadit více druhů, které nejsou tak adaptovány na intenzivní péči a sešlap. Dále by se mohlo prosadit i více bohatě kvetoucích rostlin, čímž by se zvedla i vizuální atraktivita trávníků, hustě kvetoucí druhy rostlin by byly cenné i pro různé druhy hmyzích opylovačů.

Z výsledků v této práci a ostatních prací zabývajících se úspěšným založením populace kokrhele (*Rhinanthus*) je asi nejdůležitější poznatek, že semena musí projít přirozenou chladovou stratifikací ve vlhku přímo na vybrané lokalitě, tedy výsev musí být proveden na podzim jednoho roku, aby další rok na jaře semenáčky vyrostly. Z výsledků vyplývá, že chladová stratifikace nemůže být nahrazena umělou stratifikací v chladničce. Pokud jsou ale semena vyseta na jaře, při vhodných podmínkách mohou v půdě přežít do následujícího jara a vyklíčit až tehdy. Pokud chceme vytvořenou populaci kokrhele zachovat i pro další roky, musí být upravena seč na dané lokalitě. Kokrhel je jednoletá rostlina, proto musí první seč v sezóně nastat až tehdy, kdy rostliny kokrhele mají plně dozrálá semena, která poté v půdě vytvoří semennou banku pro další rok. Při výsevu kokrhele a také pro jeho udržení na lokalitě je vhodným opatřením odstraňování stařiny. Tento postup může pomoci nejen k uchycení cíleného kokrhele, ale i diaspor dalších druhů, které se na lokalitu dostanou a mohou se zde uchytit a obohatit místní diverzitu.

## Seznam použité literatury

- Barker E. R., Press M. C., Scholes J. D. & Quick W. P. (1996): Interactions between the parasitic angiosperm *Orobancha aegyptiaca* and its tomato host: growth and biomass allocation. *New Phytologist* 133: 637-642.
- Bullock J. M. & Pywell R. F. (2005): *Rhinanthus*: a tool for restoring diverse grassland? *Folia Geobotanica* 40: 273-288.
- Cameron D. D., Coats A. M. & Seel W. E. (2006): Differential resistance among host and non-host species underlies the variable success of the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*. *Annals of Botany* 98: 1289-1299.
- Cameron D. D., Geniez J. M., Seel W. E. & Irving L. J. (2008): Suppression of host photosynthesis by the parasitic plant *Rhinanthus minor*. *Annals of Botany* 101: 573-578.
- Cameron D. D. & Seel W. E. (2007): Functional anatomy of haustoria formed by *Rhinanthus minor*: linking evidence from histology and isotope tracing. *New Phytologist* 174: 412-419.
- Cameron D. D., White A. & Antonovic J. (2009): Parasite-grass-forb interactions and rock-paper-scissor dynamics: predicting the effects of the parasitic plant *Rhinanthus minor* on host plant communities. *Journal of Ecology* 97: 1311-1319.
- Gaisler J. (2010): Extenzivní obhospodařování trvalých travních porostů v podhorských oblastech mulčováním: uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Gibson C. C. & Watkinson A. R. (1989): The host range and selectivity of a parasitic plant: *Rhinanthus minor* L. *Oecologia* 78: 401-406.
- Hautier Y., Hector A., Vojtech E., Purves D. & Turnbull L. A. (2010): Modelling the growth of parasitic plants. *Journal of Ecology* 98: 857-866.
- Háková A., Klauďisová A. & Sádlo J. [eds.] (2004): Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. *Planeta XII*, 2/2004 – druhá část. Ministerstvo životního prostředí, Praha.

- Hejda M., Pyšek P. & Jarošík V. (2009): Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology* 97: 393-403.
- Hejduk S. & Mládek J. (2018): Ověřená technologie produkce osiva kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus* (Scop.) Pollich). Univerzita Palackého Olomouc. Olomouc.
- Hellstorm K., Bullock J. M. & Pywell R. F. (2011): Testing the generality of hemiparasitic plant effects on mesotrophic grasslands: A multi-site experiment. *Basic and Applied Ecology* 12: 235–243.
- Hibberd J. M. & Jeschke W. D. (2001): Solute flux into parasitic plants. *Journal of Experimental Botany* 52: 2043-2049.
- Hlušek J. (2004): Statková hnojiva - komposty - multimediální učební texty [online]. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně [cit. 2021-06-23]. Dostupné z: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/hnojiva/komposty.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/komposty.htm)>.
- Hlušek J. (2004): Statková hnojiva - multimediální učební texty [online]. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně [cit. 2021-06-23]. Dostupné z: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/hnojiva/hnojiva\\_statkova.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/hnojiva_statkova.htm)>.
- Hooper D. U., Chapin III F. S., Ewel J. J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J. H., Lodge D. M., Loreau M., Naeem S., Schmid B., Setälä H., Symstad A. J., Vandermeer J., Wardle D. A., (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3–35.
- Hrabě F. et al. (2009): Travníky pro krajinu, zahradu a sport, Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 335 pp.
- Chytrý L. et al. (2007): Vegetace České republiky 1. Travinná a keříčková společenstva. Praha: Academia, 526 pp.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. (eds) (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

- Jongepierová I. & Poková H. [eds.] (2006): *Obnova travních porostů regionální směsí*. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 104 pp.
- Jongepierová, I. (2019): Údržba a obnova luk v Bílých Karpatech. In: *Praktická péče o extenzivní travníky*. AOPK ČR. Praha.
- Joshi J., Matthies D. & Schmid B. (2000): Root hemiparasites and plant diversity in experimental grassland communities. *Journal of Ecology* 88: 634-644.
- Kaplan Z. (2009): Rizika spojená s vysazováním nepůvodních druhů rostlin. *Ochrana přírody*, Praha, 1: 29.
- Kavková M. (2014): Mykorhizní symbióza. *Zahradnictví. České Budějovice*. 3: 2-7.
- Kollárová M. et al. (2007): Zásady pro obhospodaření trvalých travních porostů. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha. 54 pp.
- Kubát K. et al. (2002): *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 927 pp.
- Kuras T., Hejduk S., Hula V., Niedobová J., Šikula T., Těšitel J. & Mládek J. (2015): Dálnice – zelená páteř krajiny? *Ochrana přírody* 5: 32–35.
- Lukavský J. (2020): Funguje nám kokrhel. *Ochrana přírody*, Praha, 4: 11-15.
- Lustyk P. & Guth J. (2008b): *Příručka hodnocení biotopů*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Marková Z. & Hejda M. (2011) Invaze nepůvodních druhů rostlin jako environmentální problém. *Živa*, Praha, 1: 10-14.
- Mikanová O. & Šimon T. (2013): *Alternativní výživa rostlin*. Výzkum rostlinné výroby, Praha.
- Mládek J. et al. (2006): *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, 104 pp.
- Mládek J. et al. (2013): Využití poloparazitických rostlin rodu kokrhel (*Rhinanthus* spp.) k potlačení kompetičně silných trav (třtiny křovištní a kostřavy červené) [online]. Olomouc [cit. 2021-06-23]. Dostupné z: <[https://www.ms-cbs.cz/\\_prezentace/2013\\_mladek\\_vyuziti-poloparaziticky-ch-druhu-rodu-kokrhel.pdf](https://www.ms-cbs.cz/_prezentace/2013_mladek_vyuziti-poloparaziticky-ch-druhu-rodu-kokrhel.pdf)>.

- Mládek J. (2017): Jednou plevelem, podruhé na výsluní aneb příběh kokrhele. *Veronica* 31 (2): 23–25.
- Moravec J. et al. (1994): *Fytocenologie: (nauka o vegetaci)*. Academia. Praha, 403 pp.
- Mrkvička J. et al. (2007): Trvalé travní porosty – jejich funkce v krajině. Sborník z konference „Ekologické zemědělství 2007“. Praha.
- Mudrák O. & Lepš J. (2010): Interactions of the hemiparasitic species *Rhinanthus minor* with its host plant community at two nutrient levels. *Folia Geobotanica* 45: 407-424.
- Nickrent D. L. (2002): Parasitic plants of the world. In: Lopez-Saez J. A., Catalan P., Saez L. (eds). *Parasitic plants of the Iberian peninsula and Balearic Islands*. Mundi-Prensa, Madrid, 7–27.
- Pavlů L. et al. (2019): Obhospodařování travních porostů pro podporu biodiverzity v přeshraniční oblasti Liberec – Žitava. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha.
- Phoenix G. K. & Press M. C. (2005): Linking physiological traits to impacts on community structure and function: the role of root hemiparasitic Orobanchaceae (ex-Srophulariaceae). *Journal of Ecology* 93: 67-78.
- Pospíšil T. (2019): Zásady sečení travnatých ploch na pozemcích ve vlastnictví statutárního města Hradce Králové schválené Kolegiem primátora dne 27. 5. 2019. Technické služby Hradec Králové. Hradec Králové.
- Prausová R. (2020): Průběžná zpráva z monitoringu zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*) v České republice – rok 2020. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- Press M. C., Graves J. D. & Stewart G. R. (1988): Transpiration and carbon acquisition in root hemiparasitic angiosperms. *Journal of Experimental Botany* 39: 1009–1014.
- Press M. C. (1998): Dracula or Robin Hood? A functional role for root hemiparasites in nutrient poor ecosystems. *Oikos*, 82: 609–611.
- Press M. C. & Phoenix G. K. (2005): Impacts of parasitic plants on natural communities. *New Phytologist* 166: 737-751.



- Prider J., Watling J. & Facelli J. M. (2009): Impacts of a native parasitic plant on an introduced and a native host species: implications for the control of an invasive weed. *Ann Bot* 103:107115.
- Pywell R. F., Nowakowski M., Walker K. J. & Barratt D. (1999): A preliminary study of the introduction of *Rhinanthus minor* into a field margin to control productivity. *Aspects Appl. Biol.* 54: 315-320.
- Pywell R. F., Bullock J. M., Walker K. J., Coulson S. J., Gregory S. J. & Stevenson M. J. (2004): Facilitating grassland diversification using the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*. *Journal of Applied Ecology* 41: 880–887.
- Reiterová L. (2014): Invazní a expanzivní rostliny [online]. Národní park Podyjí [cit. 2021-06-23]. Dostupné z: <<https://www.nppodyji.cz/invazni-druhy-rostlin/>>.
- Sala O. (2001): Temperate grasslands. In: Chapin FS III, Sala O., Huber-Sannwald E. (eds) *Global biodiversity in a changing environment*. Springer, Berlin Heidelberg New York 121–138 pp.
- Schüßler A., Schwarzott D. & Walker C. (2001): A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research* 105(12): 1413-1421.
- Sessitsch A., Howieson J. G., Perret X., Antoun H., E. & Martínez-Romero A. (2002): Advances in Rhizobium Research. *Critical Reviews in Plant Sciences* 21(4):323–378.
- Skládanka J., Vrzalová J., Vyskočil I., (2007): Trávníkářství: multimediální učební texty [online]. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. [cit. 2021-05-14]. Dostupné z: <[https://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/travy/](https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/travy/)>.
- Skládanka J., Večerek M. & Vyskočil I. (2009): Travné ekosystémy -multimediální učební texty [online]. Mendelova univerzita v Brně [cit 22. 06. 2021]. Dostupné z: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/trek/](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/trek/)>.
- Skládanka J. et al. (2014): *Pícninářství*. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 367 pp.
- Slavíková J. (1986): *Ekologie rostlin*. Státní pedagogické nakladatelství. Praha, 366 pp.
- Smatanová M. (2012): Digestát jako organické hnojivo? *Rostlinná výroba* 18: 21–22.

- Straka J. & Straková M. (2015): Zakládání trávníků a péče o trávníky. Agrostis Trávníky, s.r.o., Rousínov.
- Straková M., Straka J., Janál J., & Křesadlová L. (2015): Trávníky a květnaté louky v památkách zahradního umění. Národní památkový ústav. Brno.
- Suchomelová J., Mládek J., Kuras T., Hejduk S., Hula V. & Šíkula T. (2016): Transformace současného ozelenění okrajů dálnic. *Silniční obzor* 77 (9): 247–252.
- Svobodová M. & Cagaš B. (2013): Trávník: zakládání, ošetřování a údržba. Grada, Praha, 104 pp.
- Štech M. et al. (2010): Rostliny jako paraziti. *Živa*, Praha, 5: 204-207.
- Těšitel J. (2011): Jak se parazituje v říši rostlin – funkční anatomie haustorií. *Živa*, Praha, 3: 105-107.
- Těšitel J. (2019) Inovativní postupy v managementu trávníků – využití poloparazitických rostlin k regulaci expanzivních a invazních druhů. In: Praktická péče o extenzivní trávníky. AOPK ČR
- Těšitel J., Plavcová L. & Cameron D. D. (2010): Interactions between hemiparasitic plants and their hosts: The importance of organic carbon transfer. *Plant Signaling and Behavior* 5: 1072-1076.
- Těšitel J., Mládek J., Horník J., Těšitelová T., Adamec V., & Tichý L. 2017: Suppressing competitive dominants and community restoration with native parasitic plants using the hemiparasitic *Rhinanthus alectorolophus* and the dominant grass *Calamagrostis epigejos*. *Journal of Applied Ecology* 54: 1487-1495.
- Urban J., Šarapatka B. (2003): Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. 1. vyd. Praha: MŽP, 280 pp.
- Vaňorková V. (2018): Vliv pratotechniky na druhovou diverzitu a kvalitu polopřirozeného travního porostu [online]. Brno [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/jvb315/>>.

- Vráblíková J. et al. (2017): Trvalé travní porosty v antropogenně zatížené krajině a jejich příspěvek v trvalé udržitelnosti. [online]. Ústí nad Labem [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <[https://www.kisuk.cz/attachments/TTP\\_v\\_krajine.pdf](https://www.kisuk.cz/attachments/TTP_v_krajine.pdf)>.
- Vrbová D., Salaš P. & Jandák J. (2018): Vliv sečení a mulčování na stav travních porostů v městském parku v Brně. Mendelova univerzita v Brně. Brno.
- Walker K. J., Stevens P. A., Stevens D. P., Mountford J. O., Manchester S. J & Pywell R. F. (2004): The restoration and re-creation of species-rich lowland grassland on land formerly managed for intensive agriculture in the UK. *Biol. Conserv.* 119: 1–18.
- Watling J. R., Press M. C. (2001): Impacts of infection by parasitic angiosperms on host photosynthesis. *Plant Biology* 3: 244–250.
- Watson L. & Dallwitz M. J. (1992): The Families of Flowering Plants: Orobanchaceae [online]. Hamburg. [cit. 2021-04-14]. <<http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/delta/angio/www/scrophul.htm>>.
- Weber H. C. (1981): Untersuchungen an parasitischen Scrophulariaceen (Rhinanthoideen) in Kulture. I. Keimung und Entwicklungsweise. *Flora* 171: 23-38.
- Westbury D. B. (2004): Biological Flora of the British Isles. *Rhinanthus minor* L. *Journal of Ecology* 92: 906–927.



## Přílohy



Foto 1: Lolalita: Vlhký mezofilní trávník (26. 05. 2020)



Foto 2: Lokalita: Mezofilní trávník (26. 05. 2020)





Foto 3: Lokalita: Suchý (semixerotermní) trávník (26. 05. 2020)



Foto 4: Semenáček kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus*) (24. 06. 2021)