

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



# Vliv dlouhodobého managementu na uchycení poloparazitů rodu kokrhel v travních porostech

Kamil Maralík

Bakalářská práce předložená  
na Katedře ekologie a životního prostředí  
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Jan Mládek, Ph.D.

Olomouc 2018



## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Jana Mládka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 30. března 2018

Podpis: .....

Maralík K. (2018) Vliv dlouhodobého managementu na uchycení poloparazitů rodu kokrhel v travních porostech. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc. 54 s., v češtině.

## Abstrakt

Kokrhele (*Rhinanthus*) jako kořenoví poloparazité přednostně parazitují zejména na travách, tj. rostlinách z čeledi lipnicovité (Poaceae). Tímto oslabováním trav dochází v luční vegetaci k nepřímé podpoře dvouděložných bylin. Využití kokrhelů jako nástroje v obnovném managementu evropských luk se jeví jako finančně výhodný a nedestruktivní způsob. Pro úspěšnost této metody je klíčové uchycení semenáčků kokrhelů při introdukci do stávající vegetace.

Experiment provedený na pěti lokalitách na moravsko-slovenském pomezí se soustředil na zjištění vlivu čtyř typů dlouhodobého managementu pro introdukci kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus*) v travino-bylinném porostu. Experiment zahrnoval následující typy managementu: dlouhodobé ponechání ladem, kosení, pastva a vypalování s pastvou. Na každé z pěti lokalit byl kokrhel luštinec vyset do 20 trvalých ploch (pět opakování pro každý management). Na trvalých plochách probíhal čtyřletý sběr dat (2014–2017), která byla následně vyhodnocena jednorozměrnými i mnohorozměrnými statistickými metodami.

Kokrhel luštinec se nejlépe uchytil v plochách dlouhodobě kosených. Mezi plochami pasenými a vypalovanými s pastvou nebyl rozdíl v úspěšnosti introdukce kokrhele. Úspěšnost kokrhele v plochách ponechaných ladem se značně lišila mezi lokalitami. Závěrem lze shrnout, že kosení v polovině července představuje nejlepší management pro úspěšnou introdukci kokrhele luštince v travních porostech.

**Klíčová slova:** degradované louky, ekologická obnova, introdukce druhu, kompetice o prostor, obhospodařování travních porostů, kosení, ponechání ladem, pastva, vypalování, ochrana biodiverzity luk

Maralík K. (2018) Effect of long-term management on the establishment of hemiparasites from genus *Rhinanthus* in grasslands. Bachelor thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University Olomouc. 54 pp., in Czech

## Abstract

Plants from the genus *Rhinanthus* (yellow rattle) are root hemiparasites and preferably suck on grasses, i.e. plants of the family Poaceae. Parasitising grasses, they indirectly support dicotyledonous forbs in grassland communities. The use of *Rhinanthus* as a tool in the restoration of European meadows seems to be a cost-effective and non-destructive way. For the success of the method it is crucial to achieve the establishment of *Rhinanthus* seedlings in current grassland vegetation.

An experiment conducted on five locations in the Moravia – Slovakia borderland was focused on the effect of four types of long-term management on the introduction of *Rhinanthus alectorolophus* in the grass-land vegetation. Experiment included following treatments: leaving unmanaged, mowing, grazing and burning with grazing. At each of the five locations, *Rhinanthus alectorolophus* was sown in 20 permanent plots (five replicates of each management). Permanent plots were data monitored for four years (2014 – 2017) and whole dataset was then analyzed by one-dimensional and multidimensional statistical methods.

*Rhinanthus alectorolophus* established the best in long-term mown plots. There was no difference in the success of *Rhinanthus* introduction between grazing and burning with grazing. *Rhinanthus* performance in unmanaged plots differed considerably between localities. In conclusion, long-term mowing in mid-July represents the best management for the successful introduction of *Rhinanthus alectorolophus* into grasslands.

**Key words:** burning, competition for space, degraded meadows, ecological restoration, grassland management, grazing, leaving unmanaged, meadow biodiversity conservation, mowing, species introduction

# Obsah

Seznam tabulek .....	ix
Seznam obrázků .....	x
Poděkování .....	xi
Úvod.....	1
Životní strategie poloparazitů.....	1
Vznik strategie poloparazitismu během fylogeneze.....	2
Rod Kokrhel .....	2
Produkce a disperze semen.....	3
Klíčení semen a napojení na hostitele .....	3
Defoliace herbivory a regenerace .....	4
Ústup kokrhele z evropských luk .....	4
Využití kokrhele při obnově diverzity luk .....	5
Cíl práce .....	7
Metodika .....	8
Charakteristika lokalit .....	8
Brumov (GPS: 49°05'55.6"N 18°01'43.4"E).....	8
Lopeník (48°56'13.958"N, 17°48'2.706"E) .....	9
Suchov (48°53'47.725"N, 17°34'50.293"E).....	9
Pulčín (GPS: 49°13'32.411"N, 18°4'41.551"E).....	9
Losový (49°19'3.21"N, 18°6'9.455"E).....	10
Uspořádání trvalých ploch.....	11
Výsev osiva kokrhele luštince .....	12
Sběr dat.....	12

Zápis a třídění dat .....	13
Analýza dat .....	14
Výsledky .....	16
Úspěšnost introdukce druhu kokrhel luštinec (Repeated Measures ANOVA) .....	16
Reakce druhu kokrhel luštinec ve vegetaci na typ managementu (Redundancy analysis) .....	20
Diskuze .....	24
Management kosení .....	24
Management pastva .....	25
Management vypalování s pastvou .....	26
Management ponechání ladem .....	27
Reakce trav na typ managementu v přítomnosti kokrhele luštince .....	28
Závěr .....	29
Seznam literatury: .....	30
Přílohy .....	35
Příloha 1: Seznam všech zaznamenaných druhů v experimentálních plochách a jejich zkratkách .....	36
Příloha 2: Mapové výstupy z Nálezové databáze ochrany přírody, AOPK ČR, se záznamy výskytu vybraných druhů kokrhele .....	43

## Seznam tabulek

Tabulka 1: obecné charakteristiky lokalit .....	10
Tabulka 2: půdní charakteristiky lokalit (pH – půdní reakce, P, K, Ca, Mg – obsah přijatelných živin fosfor, draslík, vápník, hořčík, C org – organický uhlík, N tot – celkový obsah dusíku).....	11
Tabulka 3: výsledky testu ANOVA pro opakovaná měření ( $P < 0.05$ ) .....	17
Tabulka 4: tabulka výsledků Tukey's HSD (honest significant difference) pro faktor management napříč všemi roky .....	18
Tabulka 5: Výsledky parciálních analýz RDA, Monte Carlo test s 499 permutacemi z průměrných pokryvností druhů na ploše 25 m <sup>2</sup> ( $P < 0.05$ ) .....	21



## Seznam obrázků

Obrázek 1: blokové uspořádání souboru trvalých ploch (pro všechny lokality stejné) ..	12
Obrázek 2: schematický nákres kódování ploch a bloků .....	14
Obrázek 3: panel grafů pro průměrnou pokryvnost kokrhele luštince v plochách příslušných managementů v jednotlivých sezónách .....	19
Obrázek 4: panel ordinačních diagramů (zobrazeny jsou pouze druhy s hodnotou fit: Brumov od 18.8 %, Lopeník od 10.0 %, Suchov od 12.4 %, Pulčín od 5.0 %, Losový od 11.4 %) .....	22
Obrázek 5: výskyt druhu kokrhel luštinec podle záznamů v ND OP aktualizovaný 28.01.2018 (zdroj: Agentury ochrany přírody a krajiny ČR - AOPK ČR) .....	43
Obrázek 6: výskyt druhu kokrhel menší podle záznamů v ND OP aktualizovaný 28.01.2018 (zdroj: Agentury ochrany přírody a krajiny ČR - AOPK ČR) .....	43
Obrázek 7: výskyt druhu kokrhel větší podle záznamů v ND OP aktualizovaný 28.01.2018 (zdroj: Agentury ochrany přírody a krajiny ČR - AOPK ČR) .....	44

## **Poděkování**

Velký dík patří mému vedoucímu Janu Mládkovi za jeho velkou trpělivost, hodnotné rady při psaní a za to, že mi umožnil podílet se na části jeho dlouholetého výzkumného projektu. Děkuji také Miroslavu Dvorskému za obrovskou pomoc při fytoocenologickém snímkování ploch a Martinu Duchoslavovi za trpělivou pomoc se statistickým zpracováním dat metodou RDA. V neposlední řadě děkuji také své přítelkyni Aničce a své rodině za duševní podporu v době psaní této práce.

# Úvod

## Životní strategie poloparazitů

U poloparazitických rostlin se v průběhu evoluce rostlinných druhů vyvinula schopnost parazitace na různých druzích hostitelů. Na rozdíl od rostlin plně parazitických si však zachovaly schopnost tvorby chlorofylu v nadzemních orgánech, jsou tudíž fotosynteticky aktivní a tvorbou vlastních cukrů autotrofní. Poloparazitické rostliny jsou dnes ve Střední Evropě zastoupeny zejména druhy z čeledi zárazovité (Orobanchaceae). Kořenoví poloparazité se skrze parazitické orgány napojují na hostitelské rostliny, z nich následně aktivně odčerpávají vodu s rozpuštěnými živinami. Získaný roztok obsahuje v minerální formě: dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík a v malé míře i uhlíkaté sloučeniny (Press et al. 1990).

Pro úspěšné napojení na dřevní svazky (xylém) v kořeni hostitelské rostliny kořenoví poloparazité disponují uzpůsobenými kořeny tzv. haustorií (Kuijt 1969, Musselman a Dickinson 1975). Haustoriem obrůstají hostitelský kořen a penetrují jeho rhizodermis haustoriálními vlásky (struktura podobná kořenovému vlášení). Napojením haustoria vzniká přímé spojení xylému hostitele s xylémem poloparazita tzv. xylémový most (Piehl 1963, Kuijt 1977). Pro úspěšné odčerpávání vody s živinami je klíčový rozdíl v osmotickém potenciálu vodivých pletiv hostitele a poloparazita. Poloparazit má osmotický potenciál vyšší než hostitel. Toho poloparazit docílí neustálou transpirací, kterou vypařuje vodu stále otevřenými epidermálními průduchy na listech. Tento cíleně vytvořený vodní deficit zvyšuje konkurenční schopnost poloparazita v lučních společenstvech tím, že i za letního nedostatku vláhy má stále dost vody, kdežto jeho hostitel pomalu vadne (Watson 2009).

Některé druhy poloparazitů z čeledi zárazovité jsou označovány pojmem fakultativní poloparazité. To znamená, že druh je schopen růst a pohlavně se rozmnožovat i při absenci hostitele, ale na rozdíl od jedinců téhož druhu napojených na hostitelské rostliny je jeho fitness prokazatelně nižší. Bez hostitele jsou rostliny výrazně menšího vzrůstu, tvoří v tobolkách menší počet semen a jsou náchylnější k nedostatku vody (vadnutí) než jedinci parazitující na vhodném hostiteli (Jiang et al. 2003, 2004).

## Vznik strategie poloparazitismu během fylogeneze

Životní strategie parazitování se vyvinula během evoluce druhů u různých skupin cévnatých rostlin nezávisle (nejméně ve 12 čeledích) bez společného předka (Barkman et al. 2007). Ve všech taxonomických skupinách parazitických druhů je trend vývoje podobný. Z druhů neparazitických se vyvíjí nové druhy fakultativních, obligátních kořenových a stonkových poloparazitů, z nich se v další etapě vyvíjí druhy čistě parazitické (Westwood et al. 2010). Tento evoluční trend lze nejlépe demonstrovat na dvou monofyletických čeledích zárazovité (Orobanchaceae) a santalovité (Santalaceae). V obou čeledích jsou zastoupeny všechny typy poloparazitických a parazitických rostlin. Základním impulzem geneze haustória kořenových a stonkových poloparazitů je kompetice s hostitelem o zdroje živin, vody, světla a prostoru. Společná koevoluce zvyhodňuje adaptabilnějšího parazita v kompetici s hostitelem, ale zároveň u druhů adaptabilnějších hostitelů se vyvinuly mechanismy obrany proti parazitování (nekróza buněk v přímém kontaktu s infikací haustoriem: korkovatění) (Těšitel 2016)

## Rod Kokrhel

Kokrhele (*Rhinanthus L.*) jsou dnes řazeny do čeledi zárazovité (Orobanchaceae), jež byla dříve součástí čeledi krtičníkovité (Scrophulariaceae). V Evropské flóře je tento rod zastoupen asi 25 druhy s četnými varietami a poddruhy (Ameloot et al. 2005). Ve flóře České republiky je zdokumentován a doložen výskyt druhů kokrhel menší (*R. minor*), kokrhel luštinec (*R. alectorolophus*), kokrhel větší (*R. major*), kokrhel sličný (*R. pulcher*) (Kubát et al. 2010). Korhele se vyznačují velkou proměnlivostí znaků, jako je například: větvení, barva květů a listů, ochlupení a velikost jednotlivých orgánů nadzemního prýtu. Tato variabilita významně stěžuje úspěšnost správné determinace druhu v terénu. Všechny druhy rodu kokrhel jsou fakultativní kořenoví poloparazité parazitující hlavně na travách (čeleď lipnicovité – Poaceae) a z dvouděložných bylin pak na druzích z čeledi bobovité (Fabaceae) (de Hullu 1985, Cameron et al. 2005, Ameloot et al. 2006). Kokrhele jsou jednoleté byliny, které netvoří perzistentní semennou banku a populační dynamika je vázána na každoroční produkci velkého množství semen. Klonální rozmnožování u kokrhele není možné. Většina druhů kokrhelů má jedince raného a pozdního fenotypu,

kteří se od sebe liší dobou klíčení a kvetení. Touto strategií si kokrhel zajišťují obranu proti úplné ztrátě produkce semen v rámci vegetační sezóny (Blažek a Lepš 2015).

### **Produkce a disperze semen**

Začátek kvetení raného fenotypu je v květnu. Optimální počet květů jedné větve je 4-10 (maximálně 18), celkový počet květů na jedince může být až 100 ks. Nejčastějším opylovačem kokrhelů jsou čmeláci (*Bombus* spp.). Plodem kokrhelů je smáčknutá tobolka, která dozrává od počátku června. Semena kokrhelů jsou zploštělá, suchá. Semena kokrhele menšího mají úzkým blanitým lemem, Semena kokrhele luštince jsou bez lemu. Počet semen v jedné tobolce je okolo 10 ks (Kwak a Jennersten 1986, Wesbury 2004). Po dozrání semena volně vypadávají z tobolky při rozpořívání stonku pod nárazy větru nebo procházející zvěře či dobytka. Blanitý lem může indikovat strategii šíření semen plachtěním ve větru (anemochorní). Šířka lemu však nepřesahuje šířku semene, je to příliš malá opěrná plocha, která neumožňuje plachtění těžkého semene na velké vzdálenosti. Většina vyprodukovaných semen (více než 90%) dopadá do vzdálenosti 1 m od mateřské rostliny. Významný vliv na šíření semen na větší vzdálenosti mají zemědělské postupy a mechanizace při senoseči, výrobě a transportu sena (Strykstra et al. 1996, van Hulst et al. 1987, Bullock et al. 2003, Blažek a Lepš 2015).

### **Klíčení semen a napojení na hostitele**

Klíčovost je nejvyšší v následující vegetační sezoně po vysemenění. K prolomení dormance semen je nutná chladová stratifikace vystavením semen teplotě mezi 4 až 10-°C po několik týdnů (ter Borg 2005, Mudrák et al. 2014). Semena klíčí bez kontaktu s potenciálním hostitelem. Semenáčky kokrhelů v iniciální fázi růstu jsou v přímé mezidruhové a vnitrodruhové kompetici o světlo a prostor. Vodu semenáčky získávají vlastními kořínky z půdy, ale už v této vývojové fázi mají průduchy nepřetržitě otevřené a nároky na vodu mají proto poměrně vysoké. V této fázi je mortalita jedinců kokrhele nejvyšší. Když kořenové vlášení semenáčku prorůstá půdou, tak kořenové vlásky, které narazí na kořen jiné rostliny, rozpoznají přítomnost potenciálního hostitele. Tato identifikace hostitele iniciuje vytvoření haustoria (haustoriální trn a haustoriální vlásky objímající hostitelův kořen). Bez včasného napojení na vhodného hostitele semenáčky hynou nedostatkem vody v období jarního přisušku (Irving et al. 2009, Těšitel 2015).

Častým jevem může být napojení a parazitování na jedinci stejného druhu (jeden semenáček kokrhele parazituje na jiném semenáčku kokrhele), tento kanibalismus je projevem vnitrodruhové kompetice o světlo (Mudrák a Lepš 2010).

### **Defoliace herbivory a regenerace**

Míra větvení (počet a velikost větví) stonku kokrhele podléhá apikální dominanci. Spasení 10–50 % stonku (horní část) v období aktivního růstu (před začátkem kvetení) má jen malý vliv na výslednou produkci semen jedince. Hormonální kaskáda spuštěná částečným okusem iniciuje posílení růstu bazálních větví, ty narostou větší a s vyšším počtem květů (Huhta et al. 2000, Blažek a Lepš 2015). Nezralá semena kokrhelů v hojné míře úspěšně dozrávají po provedení senoseče v tobolekách během 3.-4. dne sušení biomasy v místě pokosení (na louce) a vypadávají z tobolek při manipulaci se senem (Smith et al. 1996, Blažek a Lepš 2015).

### **Ústup kokrhele z evropských luk**

Hlavním důvodem klesajícího počtu populací kokrhelů je krátkověká semenná banka. Populace jsou závislé na každoroční produkci nových semen. Stačí jedna nebo dvě sezóny, kdy nedojde k dozrání a vysemenění většiny jedinců a populace je ohrožena zánikem. (Van Hulst et al. 1987, Westbury 2004, Mudrák a Lepš 2010, Blažek a Lepš 2015)

Hlavním biotopem kokrhelů jsou kulturní louky, pastviny a sady využívané zemědělci. Kokrhele dlouhodobě negativně reagují na vzestupný trend intenzifikace zemědělských postupů, zejména na datum a provádění první seče a zpracování biomasy na senáž. Jednotná evropská politika zemědělského hospodářství se snaží přimět zemědělce pokračovat v obhospodařování krajiny formou motivačních dotací (Agroenvironmentální programy). Tento program využívá většina zemědělců. Jednou ze závazných podmínek je termín provedení první seče travní biomasy (ten je pro všechny žadatele obvykle podobný). Termín často odpovídá době květu a zrání jarních fenotypů kokrhelů (červen). To má za následek, že jsou v tomto období plošně pokoseny a sklizeny obrovské plochy luk. Proces výroby senáže vyžaduje odvoz biomasy v mírně zavatlém stavu (ještě nedozralá semena nemají čas dozrát a vypadat z tobolek, tak jako

u procesu výroby sena). Kokrhele reagují na nevhodnou dobu pokosení velkým meziročním úbytkem celých populací (Blažek a Lepš 2015).

Opačným extrémem je dlouhodobé neobhospodařování, které má za následek hromadění stařiny a zapojení porostu v neprospěch kokrhelů. Dlouholeté hromadění obtížně rozložitelné stařiny je kompetiční výhodou travin v boji s parazitem. Stařina brání semenům ve styku s půdou a brání semenáčkům kokrhelů v růstu. Postupně je tak parazit zcela vytlačen. Vrstva stařiny znemožňuje i opětovnou kolonizaci (Lindborg et al. 2005).

### **Využití kokrhele při obnově diverzity luk**

Klonální výběžkaté druhy trav (Poaceae) jako třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) nebo třeba válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*) se v lučních porostech často při zanedbání hospodaření rychle rozrůstají a vytlačují konkurenčně méně zdatné byliny. Introdukce kokrhelů a jejich přednostní parazity na travách může tento trend zvrátit a nepřímo podpořit návrat bylin do společenstva. Navíc, rychlou dekompozicí odumřelé biomasy kokrhelů (plné živin) nedochází k dalšímu hromadění nerozloženého opadu. Dekompozicí opadu vznikají díry v zapojeném porostu. Ty mohou osidlovat právě byliny, které jsou sice konkurenčně méně zdatné než trávy, ale pro kokrhel jsou hostitelsky nevhodné nebo jen málo preferované. Dochází k proporčním změnám zastoupených druhů rostlin ve prospěch bylin. Kokrhel prokazatelně snižuje celkovou produkci biomasy stanoviště i o více než 50 % při velké hustotě výsevu a úspěšnosti uchycení semenáčků. Vegetace vlivem aktivity parazita řídne a proporce jednotlivých druhů ve společenstvu se vyrovnávají (na úkor dříve dominujících trav) (Ameloot et al. 2005, Bullock a Pywell 2005, Cameron et al. 2007, Mudrák et al. 2014).

Potlačení agresivních trav výsevem kokrhelů se zdá být výhodné i díky poměrně nízké ceně tohoto opatření v porovnání s dosud užívanými postupy obnovy lučních společenstev (Mudrák et al. 2014). Osivo kokrhele luštince lze dnes již produkovat zemědělskou technologií (v ceně zhruba 200,- Kč za 1 kg), u ostatních druhů zatím pouze sběrem z lokálních zdrojů. Nejnákladnější složkou tohoto managementu je iniciální výsev kokrhelů do travino bylinného porostu, pro ten je stěžejní termín výsevu. Nejvhodnějším obdobím pro výsev semen kokrhelů je srpen–listopad (semena musí projít chladovou stratifikací a klíčí v následujícím roce od výsevu) (Těšitel 2015).

Introdukovaný kokrhel nevytváří perzistentní semennou banku. Při potřebě odstranění kokrhelů z porostu stačí, když bude kokrhel pokosen v období kvetení. Semena kokrhele se špatně šíří na větší vzdálenost, nehrozí tedy ani invazivní šíření na nechtěné okolní plochy (Bullock et al. 2003, Blažek a Lepš 2015).



## Cíl práce

Potenciál využití introdukce poloparazitické rostliny kokrhel luštinec k potlačení rychle rostoucích trav při ochraně biodiverzity travino–bylinných společenstev luk a pastvin se jeví jako úžasný a levný nástroj praktické ochrany přírody. Pro úspěšné potlačení trav kokrhelem luštincem je klíčová úspěšná introdukce.

Hlavním cílem předkládané práce je zjistit jaký vliv na uchycování semenáčků kokrhele luštince mají čtyři typy dlouhodobého managementu, těmi jsou: dlouhodobé ponechání ladem, kosení, pastva a vypalování s pastvou (vypalování aplikováno koncem března jednou za 3 roky). Pro porovnatelnost výsledků jsem vybral pět lokalit. Jednotlivé lokality se liší v mnoha aspektech. Dalším cílem je výsledky jednotlivých lokalit vzájemně porovnat a pokud to bude možné vyvodit z nich širší závěry, které lze zohlednit při projektování postupu introdukce kokrhele luštince.

# Metodika

## Charakteristika lokalit

Trvalé experimentální plochy byly založeny na území CHKO Bílé Karpaty a CHKO Beskydy, tak aby pokryly značnou část variability druhově bohatých luk a pastvin. Pět vybraných lokalit se významně liší v proporčním a prezenčním zastoupením jednotlivých druhů cévnatých rostlin, to je způsobeno rozdílnou nadmořskou výškou, pH půdy, průměrnou roční teplotou, průměrným ročním úhrn srážek, úživností stanoviště, půdní vlhkostí, expozicí ke světovým stranám, ale i třeba sklonem svahu (Tab. 1, Tab. 2). V CHKO Bílé Karpaty byly trvalé experimentální plochy založeny v roce 2004 a to v lokalitách Brumov (katastrální území města Brumov-Bylnice, místní část Brumov), Lopeník (katastrální území obce Lopeník, místní část Lopenické sedlo) a Suchov (katastrální území obce Suchov, místní část Trnovský mlýn). V CHKO Beskydy byly trvalé experimentální plochy založeny v roce 2006 a to v lokalitách Pulčín (katastrální území obce Francova Lhota, místní část Pulčín), Losový (katastrální území obce Huslenky, místní část Losový).

Nomenklatura taxonů je dle práce Danihelka et al. (2012). Nomenklatura syntaxonů je dle práce Chytrý (2007).

### **Brumov (GPS: 49°05'55.6"N 18°01'43.4"E)**

Soubor experimentálních ploch byl založen v prostoru obecního ovocného sadu asi 1 km SSV od náměstí v Brumově-Bylnici v nadmořské výšce 370 m n. m. Lokalita má západní orientaci a nachází se v prudkém svahu. Na lokalitě se provádí pravidelná pastva ovci (*Ovis sp.*) od roku 2003. Charakter vegetace na lokalitě je širokolistý suchý trávník svazu *Bromion erecti*.

Při vegetačním snímkování (2014-2017) jsme zaznamenali celkem 120 druhů rostlin v bylinném patře, kdy nejvíce dominovaly v sestupném pořadí následující druhy: *Brachypodium pinnatum*, *Trisetum flavescens*, *Trifolium medium*, *Centaurea jacea*,

*Holcus lanatus*, *Arrhenatherum elatius*, *Bromus erectus*, *Agrostis capillaris*, *Leontodon hispidus*, *Achillea millefolium*.

#### **Lopeník (48°56'13.958"N, 17°48'2.706"E)**

Soubor experimentálních ploch byl založen v prostoru pastviny na SSV svahu Lopenického sedla v nadmořské výšce 720 m n. m. Na této lokalitě probíhá pravidelná pastva skotu (*Bos taurus*) od počátku 80. let. Vegetace má charakter poháňkové pastviny svazu *Cynosurion cristati*.

Při vegetačním snímkování (2014-2015) jsme zaznamenali celkem 103 druhů, hlavními dominantami byly v sestupném pořadí následující druhy: *Festuca rubra*, *Hypericum maculatum*, *Centaurea jacea*, *Alchemilla* sp., *Agrostis capillaris*, *Leontodon hispidus*, *Arrhenatherum elatius*, *Rumex acetosa*, *Trisetum flavescens*, *Anthriscus sylvestris*, *Anthoxanthum odoratum*.

#### **Suchov (48°53'47.725"N, 17°34'50.293"E)**

Soubor experimentálních ploch byl založen v prostoru pastviny na terénní plošině asi 0.5 km SSV nad osadou Trnovský Mlýn v nadmořské výšce 450 m n. m. Lokalita je jen velmi mírně svažité s východní orientací. Na lokalitě probíhá pastva ovci již více než 50 let. Vegetace má charakter podhorského smilkového trávníku svazu *Violion caninae*.

Při vegetačním snímkování (2014-2017) jsme zaznamenali 121 druhů cévnatých rostlin. Na lokalitě dominovaly v sestupném pořadí následující druhy: *Agrostis capillaris*, *Bromus erectus*, *Festuca filiformis*, *Brachypodium pinnatum*, *Fragaria viridis*, *Nardus stricta*, *Viola canina*, *Thymus pulegiodes*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata*, *Carlina acaulis*.

#### **Pulčín (GPS: 49°13'32.411"N, 18°4'41.551"E)**

Soubor experimentálních ploch byl založen v prostoru pastviny asi 1 km SSZ od osady Pulčín v blízkosti NPR Pulčín-Hradisko, v nadmořské výšce 685 m n. m. Plochy jsou na silně svažitém pozemku se SSZ orientací. Na lokalitě probíhá od roku 2003 pravidelná pastva ovci. Vegetace má charakter mezofilních ovsíkových luk svazu *Arrhenatherion elatioris*.

Při vegetačním snímkování (2014-2017) jsme našli 109 druhů bylin a trav. Hlavními dominantami byly v sestupném pořadí následující druhy: *Festuca rubra*, *Agrostis capillaris*, *Arrhenatherum elatius*, *Galium album*, *Alchemilla sp.*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Hypericum maculatum*, *Centaurea jacea*, *Heracleum sphondylium*, *Briza media*, *Plantago lanceolata*.

### Losový (49°19'3.21"N, 18°6'9.455"E)

Soubor experimentálních ploch byl založen v prostoru pastviny v místní části Losový (obec Huslenky) v nadmořské výšce 600 m n. m. Lokalita má jižní expozici a je silně svažité. Na této lokalitě probíhá pravidelná pastva ovcí od roku 2006. Vegetace má charakter širokolistého suchého trávníku svazu *Bromion erecti*.

Na lokalitě jsme během vegetačního snímkování zaznamenali 99 druhů bylin. Ve vegetaci dominovaly v sestupném pořadí následující druhy: *Brachypodium pinnatum*, *Thymus pulegioides*, *Fragaria viridis*, *Centaurea jacea*, *Trifolium medium*, *Trisetum flavescens*, *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis capillaris*, *Leontodon hispidus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Origanum vulgare*.

Tabulka 1: obecné charakteristiky lokalit

Základní charakteristiky	Lokalita				
	Brumov	Lopeník	Suchov	Pulčín	Losový
Nadmořská výška (m n. m.)	370	720	450	685	600
Svažitost	silně	Silně	mírně	silně	silně
Orientace svahu	Z	SSV	V	SSZ	J
Svaz	Bromion erecti	Cynosurion cristati	Violion caninae	Arrhenatherion elatioris	Bromion erecti
Pastva	ovce	skot	ovce	ovce	ovce

Tabulka 2: půdní charakteristiky lokalit (pH – půdní reakce, P, K, Ca, Mg – obsah přijatelných živin fosfor, draslík, vápník, hořčík, C org – organický uhlík, N tot – celkový obsah dusíku)

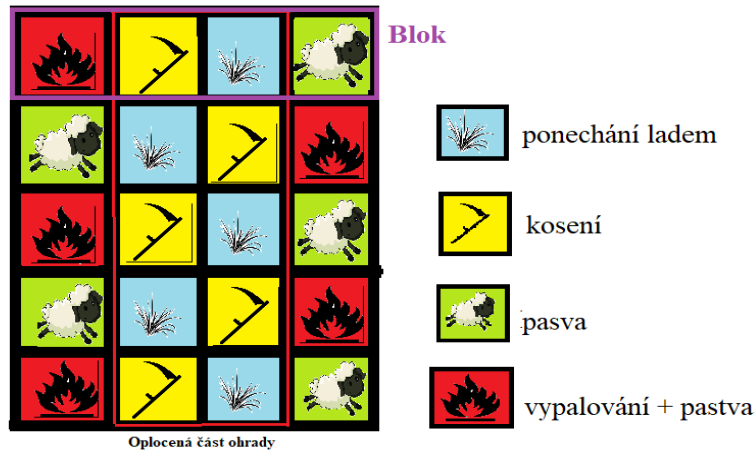
Půdní chrakteristika	Jednotky	Lokalita				
		Brumov	Lopeník	Suchov	Pulčín	Losový
pH		5.4	4.4	4.6	5.2	5.1
P	mg/kg	15.9	21.8	20.8	10.9	13.0
K	mg/kg	203	121	114	146	204
Ca	mg/kg	3160	880	856	2207	3372
Mg	mg/kg	179	122	64	412	239
C org	g/kg	35.0	25.0	24.0	31.6	41.4
N tot	g/kg	3.6	2.6	2.3	3.6	4.0

### Uspořádání trvalých ploch

Experimentální výsev K. luštěnce byl aplikován na permanentní plochy dříve použité ke studiu vývoje vegetace v závislosti na typu pravidelného managementem založené v roce 2004 a 2006. Tyto trvalé plochy byly vybrány z důvodu pravidelného opakování managementových zásahu po dobu několika let, které vedly ke změnám proporčního zastoupení druhů v závislosti na typu managementu. Úspěšnost introdukce byla monitorována metodou opakovaného sledování trvalých ploch (každá o velikosti 25 m<sup>2</sup>), kterou úspěšně použili již jiní badatelé při experimentálním studiu změn vegetace (Krahulec et al. 2001, Hejzman 2005, Křivánková 2010, Mašková et al. 2009, Mládek 2011).

Na každé lokalitě je jeden soubor trvalých ploch (ohrada) vždy s pěti opakováními pro každý ze čtyř typů obhospodařování: dlouhodobé ponechání ladem, kosení, pastva a vypalování s pastvou. Vypalování bylo na plochách prováděno pravidelně jednou za 3 roky koncem března. Kosení bylo provádělo v druhé polovině července. Dohromady je tedy na každé lokalitě 20 trvalých ploch uspořádaných šachovnicovitě ve tvaru obdélníkové ohrady. Vnitřní část trvalých ploch tvoří plochy s managementem kosení a ponechání ladem, ty jsou oploceny (ovčím pletivem), aby bylo zabráněno případnému

okusu zvířaty, která spásají vnější plochy ohrady s managementem pastva a pastva s vypalováním (Obrázek 1).



Obrázek 1: blokové uspořádání souboru trvalých ploch (pro všechny lokality stejné)

## Výsev osiva kokrhele luštince

Ve dnech 21.-22. 11. 2013 proběhl výsev dvou druhů kokrhelů (*R. alectorolophus*, *R. minor*) do 100 experimentálních ploch velikosti 25 m<sup>2</sup>. Na každé lokalitě bylo osivo vyseto do 20 ploch v hustotě 150 semen na 1 m<sup>2</sup> (pro každý druh). V dalším roce (na podzim 2014) proběhlo opětovné vysetí *R. alectorolophus*, tentokrát ve vyšší doporučené hustotě 500 semen na 1 m<sup>2</sup>, aby se tento druh dobře uchytil na všech lokalitách. Naopak *R. minor* již vysíván znovu nebyl, protože v předchozím roce na všech lokalitách jen velmi málo klíčil.

## Sběr dat

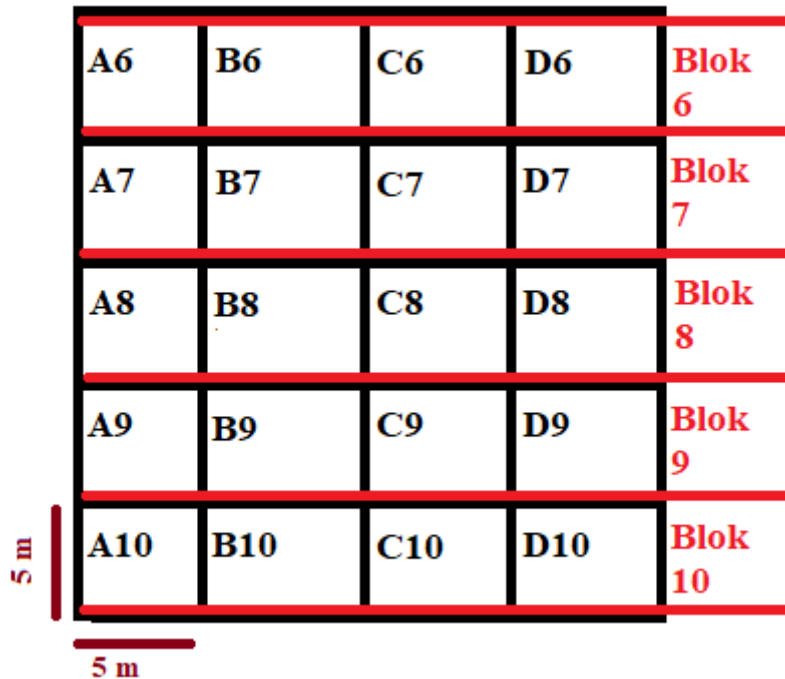
Sledování ploch probíhalo pravidelným vegetačním snímkováním celých ploch (25 m<sup>2</sup>) jedenkrát ročně na začátku června na lokalitách: Losový, Lopeník a Brumov a koncem června na lokalitách: Pulčín a Suchov. Pro každou plochu byly zaznamenány všechny druhy cévnatých rostlin bylinného patra s procentuálním odhadem jejich pokryvnosti (projektivní dominance). Snímkování prováděli botanici Jan Mládek a Miroslav Dvorský s pomocí zapisovatelů.

Z důvodu obtížné determinace byly některé rostliny určovány pouze na úrovni rodů: *Acer* sp., *Alchemilla* sp., *Crataegus* sp., *Hieracium* sp., *Narcissus* sp., *Rubus* sp.

## **Zápis a třídění dat**

Data zaznamenaná v terénu byla přepsána do tabulkového editoru MS Excel (2016). Pro každou lokalitu byla vytvořena jedna tabulka, ve které byly uspořádány fytoocenologické snímky se záznamy všech druhů a pokryvností z let 2014–2017. Každý snímek byl označen unikátním kódem (např. Lopenik2014A6, Brumov2016C8). U každého snímku byl zaznamenán kód plochy (Obrázek 2), rok (2014–2017), kód bloku (6–10) a typ managementu (vypalování, kosení, ladem, pastva ovčí nebo skot) a pokryvnost zastoupených druhů (%). Názvy druhů byly zaznamenány pomocí zkratky vytvořené spojením tří prvních písmen názvu rodu a 3 prvních písmen názvu druhu (např. *Centaurea jacea* = CenJac, *Bromus erectus* = BroEre, *Festuca rubra* = FesRub). V případech, kdy dva druhy mají shodnou zkratku, byly vytvořeny zkratky s přidáním dalšího písmene z druhového jména. Seznam zkratk je možné nalézt v tabulce všech zaznamenaných druhů v příloze této práce. Na každé lokalitě bylo zapsáno celkem 80 snímků (4 roky \* 4 typy managementu \* 5 opakování). Dohromady bylo ve výsledku zaznamenáno 400 snímků ze všech pěti lokalit. Soubory jsou pojmenovány podle lokality, na které byla data sbírána (Brumov.xlsx, Lopeník.xlsx, Suchov.xlsx, Pulčín.xlsx, Losový.xlsx). Tyto soubory byly vytvořeny za účelem statistického zpracování dat mnohorozměrnými analýzami.

Dále byly vytvořeny další samostatné datové soubory pro každou lokalitu a jeden směsný soubor s daty ze všech lokalit dohromady. Tyto soubory obsahují data: kód plochy, typ managementu a pokryvnost kokrhele v roce 2014, 2015, 2016 a 2017. Soubory nesou název složený ze jména lokality a přídomku A.R.M, který je zkratkou ANOVA Repeated Measures (Brumov A.R.M..xlsx, Lopeník A.R.M..xlsx, Suchov A.R.M..xlsx, Pulčín A.R.M..xlsx, Losový A.R.M..xlsx, Souhrn A.R.M..xlsx). Tyto soubory byly vytvořeny za účelem využití dat ve statistické analýze variance s opakovanými měřeními.



Obrázek 2: schematický náčrt kódování ploch a bloků

## Analýza dat

Úspěšnosti introdukce kokrhele luštince do travino–bylinného společenstva v závislosti na typu dlouhodobého managementu byla testována v programu Statistica 12 (StatSoft, Inc. 2013). Data pro jednotlivé lokality a směsný soubor byla nahrávána samostatně z programu Excel 2016 (datové soubory: Brumov A.R.M., Lopeník A.R.M., Suchov A.R.M., Pulčín A.R.M., Losový A.R.M., Souhrn A.R.M.). Změny pokryvnosti kokrhele na každé lokalitě (i celkem) byly testovány metodou ANOVA pro opakovaná měření (*Repeated Measures ANOVA*) s následným provedením Tukey's HSD (honest significant difference) testu.

Pro zjištění reakce introdukovaného druhů kokrhel luštinec v závislosti na typu managementu v interakci s časem byl použit program Canoco for Windows 5.0 (Šmilauer a Lepš 2014). Data z každé lokality byla v programu analyzována samostatně. Do programu byly pro každou lokalitu importovány vždy 3 datové soubory z MS Excel (2016). Soubor „Druhy“ obsahoval záznamy o pokryvnosti druhů (%) v jednotlivých snímcích. Soubor „Faktory“ obsahoval informace: rok, kód bloku, typ managementu příslušných snímků. Soubor „Kovariáty“ obsahoval informace rok, typ managementu a kód plochy. V souborech „Faktory“ a „Kovariáty“ byly proměnné „typ managementu“ a



„kód plochy“ překódovány fuzzy kódováním jako dummy proměnné (0, 1). Data byla analyzována přímou lineární technikou RDA (Redundancy analysis). V modelu vystupovaly data o pokryvnosti druhů ve snímcích jako závislé proměnné a interakce faktorů „roku“ a „typ managementu“ jako vysvětlující nezávislá proměnná. Jako kovariáty byly použity „rok“ a „kód bloku“. Do ordinačního diagramu byly promítnuty jen druhy rostlin s hodnotou „fit“ vyšší než zvolené procento (pro každou lokalitu jiná hodnota). Rozsah standardních odchylek na osách x a y byl u všech diagramů sjednocen (od -1, do 1). Popiska druhu kokrhel luštinec byla odlišena od ostatních popisek druhů (změna velikosti a barvy písma).

## Výsledky

### Úspěšnost introdukce druhu kokrhel luštinec (*Repeated Measures ANOVA*)

Výsledky analýzy ANOVA pro opakovaná měření (Tabulka 3), testující hypotézu o rozdílné pokryvnosti introdukovaného kokrhele luštince v přímé závislosti na typu managementu a času, byly u všech lokalit signifikantní. Signifikantní byly i výsledky téhož testu pro souhrnný soubor obsahující data ze všech lokalit. Ve všech případech byla nalezena průkazná interakce času a typu managementu. Pro zhodnocení signifikance výsledků byla stanovena hodnota  $P < 0.05$ .

Tabulka 3: výsledky testu ANOVA pro opakovaná měření ( $P < 0.05$ )

<b>Lokalita</b>		<b>DF</b>	<b>F-value</b>	<b>P-ratio</b>
Brumov	rok	3	6.140	<b>0.001</b>
	management	3	60.500	<b>&lt;0.001</b>
	management*rok	9	3.430	<b>0.002</b>
Lopeník	rok	3	64.318	<b>&lt;0.001</b>
	management	3	6.117	<b>0.006</b>
	management*rok	9	4.560	<b>&lt;0.001</b>
Suchov	rok	3	37.844	<b>&lt;0.001</b>
	management	3	7.414	<b>0.002</b>
	management*rok	9	6.488	<b>&lt;0.001</b>
Pulčín	rok	3	73.909	<b>&lt;0.001</b>
	management	3	10.900	<b>&lt;0.001</b>
	management*rok	9	9.382	<b>&lt;0.001</b>
Losový	rok	3	35.924	<b>&lt;0.001</b>
	management	3	33.616	<b>&lt;0.001</b>
	management*rok	9	6.659	<b>&lt;0.001</b>
Souhrn	rok	3	48.263	<b>&lt;0.001</b>
	management	3	6.399	<b>0.001</b>
	management*rok	9	7.125	<b>&lt;0.001</b>

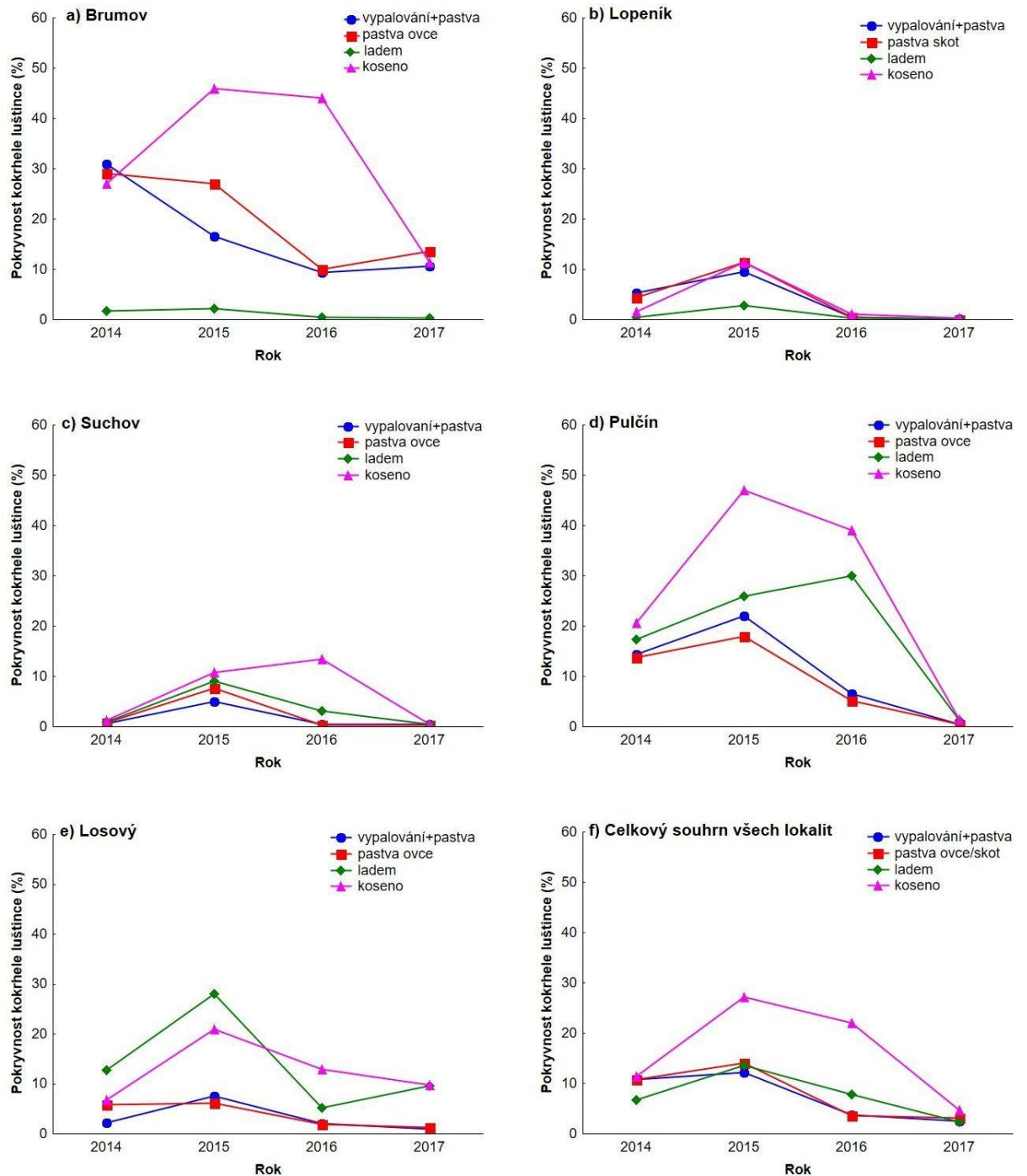
Po podrobení dat testu ANOVA pro opakovaná měření byly v dalším kroku spočteny testy mnohonásobných porovnání Tukey's HSD (honest significant difference) pro faktor management napříč všemi roky (Tabulka 4). Pro zhodnocení signifikance výsledku byla nastavena hodnota  $P < 0.05$ .

Tabulka 4: tabulka výsledků Tukey's HSD (honest significant difference) pro faktor management napříč všemi roky

<b>Lokalita</b>	<b>Vypalování + pastva</b>	<b>Pastva</b>	<b>Ladem</b>	<b>Kosení</b>
Brumov	a	a	b	c
Lopeník	b	b	a	b
Suchov	a	a	ab	b
Pulčín	a	a	ab	b
Losový	a	a	b	b
Souhrn	a	a	a	b

Tukey's HSD test prokázal, že v souhrnném souboru nebyl rozdíl pokryvnosti kokrhele luštince mezi managementy pastva a vypalování s pastvou a ponechání ladem, ale zjištěná pokryvnost v plochách kosených se od ostatních lišila (Tabulka 4). Na lokalitě Brumov se pokryvnost ploch kosených lišila od pokryvnosti v plochách ostatních managementů. Na všech lokalitách a v celkovém souhrnu se pokryvnost v plochách pasených a vypalovaných s pastvou nelišila. Na lokalitách Suchov a Pulčín se ponechání ladem nelišilo od zbývajících managementů, ale kosení se na těchto lokalitách lišilo od pastvy a vypalování s pastvou.

Za účelem vizuálního porovnání úspěšnosti introdukce kokrhele luštince v plochách s různými typy managementu a mezi lokalitami byly vytvořeny grafy (Obrázek 3) s vynesemím hodnot aritmetických průměrů pokryvností kokrhele.



Obrázek 3: panel grafů pro průměrnou pokrývnost koprhele luštěnce v plochách příslušných managementů v jednotlivých sezónách

Při vyhodnocení celkového souhrnu dat získaných na všech lokalitách (Obrázek 3f) dosahuje introdukce koprhele nejlepšího výsledku v plochách kosných. V roce 2015 byl v celkovém souhrnu dat zjištěn průměr pokrývnosti koprhele na kosných plochách 27.2 % a v roce 2016 byl průměr 22.1 %.

Při porovnání výsledků z jednotlivých lokalit byl na lokalitě Pulčín (Obrázek 3d) zjištěn největší úspěch introdukce kokrhele, a to zejména v plochách kosených. Zde průměr pokryvnosti kokrhele v roce 2015 činil 47.0 %. Kokrhel také velmi dobře rostl v kosených plochách na lokalitě Brumov (Obrázek 3a), kde v roce 2015 byl průměr pokryvnosti 46.0 %.

Úspěšnost introdukce kokrhele luštince v plochách dlouhodobě ponechaných ladem se značně lišila mezi lokalitami. Na lokalitě Brumov a Lopeník (Obrázek 3a, b) kokrhel v plochách ponechaných ladem skoro vůbec nerostl. Na lokalitách Pulčín a Losový (Obrázek 3d, e) kokrhel v plochách ponechaných ladem prospíval velmi dobře. V případě lokality Suchov (Obrázek 3c) byla úspěšnost introdukce kokrhele v plochách ponechaných ladem srovnatelná s ostatními typy managementu.

Kokrhel luštinec dosáhl největších průměrů pokryvnosti v experimentálních plochách v roce 2015, tedy následující rok od druhého výsevu. V letech 2016 a 2017 mělo jeho zastoupení ve vegetaci klesající trend (vyjma kosených ploch na lokalitě Suchov). Na lokalitách Lopeník, Suchov a Pulčín (Obrázek 3b, c, d) byl v roce 2017 zaznamenán kokrhel v experimentálních plochách jen vzácně. Na lokalitě Brumov (Obrázek 3a) byl průměr pokryvnosti kokrhele v roce 2017 v plochách ošetřených kosením, pastvou a vypalováním s pastvou nad 10 %. Na lokalitě Losový (Obrázek 3e) byl v roce 2017 průměr pokryvnosti kokrhele v plochách kosených a ponechaných ladem okolo 10 %.

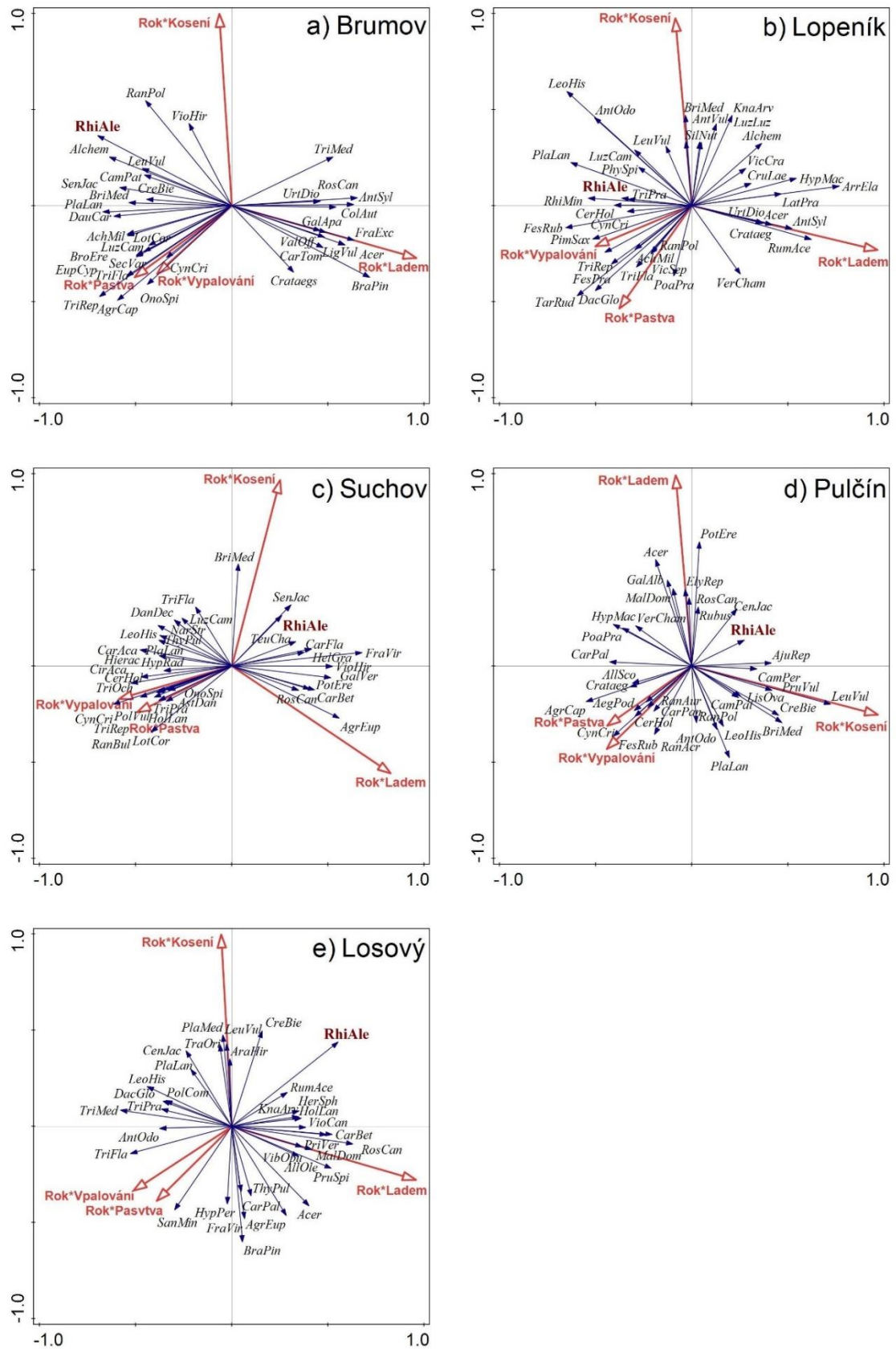
### **Reakce druhu kokrhel luštinec ve vegetaci na typ managementu (Redundancy analysis)**

Provedením parciálních RDA analýz byl zjištěn signifikantní vliv managementu na druhové složení u všech lokalit (Tabulka 5). Pro zhodnocení signifikance výsledků byla zvolena hodnota  $P < 0.05$ .

Tabulka 5: Výsledky parciálních analýz RDA, Monte Carlo test s 499 permutacemi z průměrných pokryvností druhů na ploše 25 m<sup>2</sup> (P < 0.05)

Lokalita	První kanonická osa			Všechny kanonické osy		
	F- ration	P- value	% vysvětlené variability	F- ration	P- value	% vysvětlené variability
Brumov	27.2	<b>0.002</b>	23.7	14.5	<b>0.002</b>	38.1
Lopeník	20.1	<b>0.008</b>	18.1	10.5	<b>0.002</b>	30.8
Suchov	10.1	<b>0.002</b>	9.7	4.6	<b>0.002</b>	16.3
Pulčín	7.3	<b>0.006</b>	7.9	5.3	<b>0.002</b>	18.3
Losový	9.7	<b>0.008</b>	9.7	7.3	<b>0.002</b>	23.5

V ordinačních diagramech je tučně zobrazena reakce kokrhele luštince na zkoumané typy managementu na lokalitách (Obrázek 4). Z ordinačních diagramů je patrné, že kokrhel luštinec profitoval často na plochách kosených. Na lokalitách Brumov a Lopeník kladně reagoval také na managementy pastva a pastva s vypalováním na rozdíl od lokalit Suchov, Pulčín a Losový, kde lépe reagoval na ponechání ladem.



Obrázek 4: panel ordinačních diagramů (zobrazeny jsou pouze druhy s hodnotou fit: Brumov od 18.8 %, Lopeník od 10.0 %, Suchov od 12.4 %, Pulčín od 5.0 %, Losový od 11.4 %)



Na lokalitě Brumov (Obrázek 4a) na aplikované typy managementu reagovaly nejvíce shodně s kokrhelem luštincem druhy (řazeno abecedně): *Alchemilla* sp., *Briza media*, *Campanula patula*, *Crepis biennis*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus polyanthemos*, *Senecio jacobaea* a *Viola hirta*. Nejodlišněji naopak reagovaly druhy: *Acer* sp., *Brachypodium pinnatum*, *Carex tomentosa*, *Crataegus* sp., *Fraxinus excelsior*, *Galium aparine*, *Ligustrum vulgare* a *Valeriana officinalis*.

Na lokalitě Lopeník (Obrázek 4b) na aplikované typy managementu reagovaly nejvíce shodně s kokrhelem luštincem druhy: *Cerastium holosteoides*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca rubra*, *Luzula campestris*, *Phyteuma spicatum*, *Plantago lanceolata*, *Rhinanthus minor* a *Trifolium pratense*. Nejodlišněji naopak reagovaly druhy: *Acer* sp., *Anthriscus sylvestris*, *Arrhenatherum elatius*, *Crataegus* sp., *Lathyrus pratensis*, *Rumex acetosa* a *Urtica dioica*.

Na lokalitě Suchov (Obrázek 4c) na aplikované typy managementu reagovaly nejvíce shodně s kokrhelem luštincem druhy: *Briza media*, *Carex flacca*, *Fragaria viridis*, *Helianthemum grandiflorum*, *Senecio jacobaea* a *Teucrium chamaedrys*. Zcela opačně reagovaly druhy: *Astragalus danicus*, *Cerastium holosteoides*, *Cynosurus cristatus*, *Lotus corniculatus*, *Ononis spinose*, *Ranunculus bulbosus*, *Trifolium pratense* a *Trifolium repens*.

Na lokalitě Pulčín (Obrázek 4d) na aplikované typy managementu reagovaly nejvíce shodně s kokrhelem luštincem druhy: *Ajuga reptans*, *Centaurea jacea*, *Potentilla erecta* a *Rubus* sp. Nejodlišněji naopak reagovaly druhy: *Aegopodium podagraria*, *Agrostis capillaris*, *Allium scorodoprasum*, *Carex pallescens*, *Cerastium holosteoides*, *Crataegus* sp., *Cynosurus cristatus* a *Ranunculus auricomus*.

Na lokalitě Losový (Obrázek 4e) na aplikované typy managementu reagovaly nejvíce shodně s kokrhelem luštincem druhy: *Crepis biennis*, *Heracleum sphondylium*, *Holcus lanatus*, *Knautia arvensis*, *Rumex acetosa* a *Viola canina*. Nejodlišněji naopak reagovaly druhy: *Anthoxanthum odoratum*, *Hypericum perforatum*, *Sanguisorba minor*, *Trifolium medium* a *Trisetum flavescens*.

## Diskuze

Mnoho vědeckých pracovníků se v současnosti zabývá důsledky potenciálního využití introdukce poloparazitických druhů rodu kokrhel jako funkčního nástroje údržby a ochrany biodiverzity společenstev lučních biotopů (Bullock a Pywell 2005, Cameron et al. 2007, Těšitel et al. 2015). Aby kokrhel mohl být opravdu užitečným nástrojem v managementu těchto biotopů, je nutné docílit úspěšného uchycení jeho semenáčků v porostu. Hlavním cílem předložené práce bylo zjistit, jaký vliv mají čtyři typy dlouhodobého managementu na úspěšnost uchycení introdukovaného kokrhele luštince do travino-bylinné vegetace a zda se tento vliv mezi jednotlivými managementy liší. Za účelem získání potřebných dat byl proveden experiment. Vyhodnocení získaných dat prokázalo, že míra úspěšnosti uchycení semenáčků kokrhele luštince se liší na základě typu managementu. Z porovnání výsledků jednotlivých typů managementu napříč lokalitami vyplývá, že se semenáčky kokrhele nejlépe uchycují v plochách pravidelně kosených (zde v druhé polovině července). Zajímavým zjištěním bylo, že semenáčky kokrhele se dobře ujímají také v plochách dlouhodobě ponechaných ladem s řídkou a nízkou vegetací bez přítomnosti většího objemu stařiny (hodnocení objemu stařiny se zakládalo pouze na vlastním pozorování autora a v metodice experimentu tudíž nebylo zohledněno). Tato zjištění mohou být nápomocná při plánování praktického postupu aplikace výsevu kokrhele jako managementu s účelem podpory zachování a rozvoje biodiverzity lučních biotopů. Velký pokles celkové pokryvnosti kokrhele v roce 2017 na lokalitách Brumov, Suchov a Pulčín byl pravděpodobně způsoben jarním přisuškem v období kritické fáze růstu semenáčků před napojením na hostitele.

### Management kosení

Na pravidelně kosených plochách je možné dosáhnout velmi dobrých výsledků introdukce kokrhele luštince do stávající vegetace. Pravidelné kosení a odvoz nadzemní biomasy rostlin zamezuje hromadění stařiny (pomalu se rozkládající zbytky odumřelé rostlinné biomasy trav), která brání styku semen s půdou po vysemenění a ztěžuje růst semenáčků kokrhele v období kritické fáze před napojením na hostitele (Ameloot et al. 2006, Mudrák et al. 2014, Těšitel et al. 2015). Aplikovat kosení jako přípravný

management pro úspěšnou introdukci kokrhele ve své práci přímo doporučuje Těšitel (2015).

Klíčem k úspěšné introdukci kokrhele na plochách pravidelně kosených je vhodné nastavení termínu provedení prvního posečení vegetace. Nejlépe tak, aby bylo aplikováno až v době po dozrání jeho semen (konec června). Blažek a Lepš (2015) experimentálně prokázali značnou schopnost regenerace nadzemního prýtu raných fenotypů kokrhelů na stanovištích, které jsou koseny začátkem května. Zkoumané druhy k. menší a k. luštinec jsou schopné částečné regenerace po provedení brzké jarní seče. Semena těchto druhů jsou také schopná úspěšně dozrát v tobolkách i v případě, že došlo k useknutí stonku v době pozdního květu. Semena v tobolkách dozrají při sušení rostlinné biomasy na seno a následně vypadají z tobolek při sklizení sena (Blažek a Lepš 2015). Posunutí prvního kosení po odkvětu má kladný vliv také na distribuci semen kokrhele do okolní vegetace. Šíření semen kokrhele luštince není anemochorní, ale je přímo podpořeno mechanickou energií kosící jednotky. Žací stroje při kosení doslova rozmetají semena do okolí nebo semena transportují jejich chvilkovým přichycením na součásti žacího stroje. Tímto mechanismem dojde k rozšíření semen na mnohem větší vzdálenost, než jaké by bylo možné dosáhnout pouhým působením větru (Bullock et al. 2003). Při ručním sečení křovinořezem lze pozorovat rozptýlení semen způsobené přijetím mechanické energie od rotující hlavy křovinořezu. Semena jsou takto rozptýlena z míst shluků jedinců kokrhele rovnoměrněji na celou plochu zásahu, než by pravděpodobně bylo možné dosáhnout pouze působením větru.

### **Management pastva**

Významný vliv na uchycení kokrhele v pasených plochách má zejména faktor defoliace (tzn. zbavení rostliny listů, části stonku a květů), zde okusem způsobeným pasenými zvířaty. Na pastvinách s nízkým zastoupením bylin s květy, které jsou pro pasená zvířata atraktivní potravou (Hejcmanová a Mládek 2012), pasená zvířata mohou introdukovaný kokrhel cíleně vyhledávat ke zpestření své stravy. Pro zlepšení úspěšnosti introdukce je vhodné v místě výsevu pást vždy až v době po dozrání semen kokrhele. Tím se předejde nechtěné defoliaci rostlin kokrhele, a hlavně spasení květů. Huhta et al. (2000) ve svém bádání došli k závěru, že ztráta svrchní části stonku (cca 10 %) v době před kvetením, nemá prokazatelný vliv na produkci semen. Avšak ztráta >50 % prýtu se na produkci

semen projeví výrazně negativně. Pro snížení míry defoliace kokrhele pastvou se nabízí snížení počtu pasených zvířat. V současné době mi však není znám žádný metodický postup, kterým lze s jistotou určit optimální intenzitu kontinuální pastvy, hlavně v době kvetení kokrhele tak, aby negativně neovlivnila produkci semen nadměrným spásáním květů a zároveň byla efektivní. Dalším možným řešením je rozdělení doby pasení do dvou fází. První fáze by měla probíhat na jaře před začátkem doby kvetení kokrhele a druhá fáze až po dozrání jeho semen.

Defoliace kokrhele okusem nemusí být vždy nutně způsobena hospodářskými zvířaty. Také zvěř, zvláště srnci (*Capreolus capreolus*), často způsobuje velké škody okusem květu a celkovou defoliací jedinců kokrhele (Těšitel 2015). V průběhu experimentu v plochách ponechaných ladem a plochách kosených, které byly oploceny (ovčím pletiem), okus kokrhele srnci nebyl pozorován. Otázkou tedy je, nakolik by se celkové výsledky experimentu lišily v případě, že by plochy kosené a ponechané ladem byly srncům přístupné stejně jako plochy pasené a vypalované s pastvou. Je možné, že zneprístupnění místa srncům oplocením zvýší šance dlouhodobé perspektivy růstu kokrhele ve vegetaci.

## **Management vypalování s pastvou**

V evropských lučních biotopech extenzivní vypalování stařiny podporuje zachování biodiverzity (Valkó et al. 2013). Spálením stařiny se uvolní prostor pro růst konkurenčně slabších druhů bylin. Zároveň se také do půdy rychle uvolní minerální látky ve stařině dlouhodobě vázané. Vypalování je v porovnání s většinou používaných managementů (kosení, pastva, stržení drnu apod.) nejlevnější způsob obhospodařování. Tyto poznatky však platí jen za předpokladu úspěšného provedení, kdy se z řízeného managementu nestane nekontrolované vypalování. Velmi nevhodné je vypalování na lokalitách s přítomností pyrofytů jako je například třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*) a lékořice lysá (*Glycyrrhiza glabra*), které vypalování přímo podpoří (opakovaně pozorováno v terénu).

Hlavní důvod zařazení managementu vypalování s pastvou do experimentu byl ověřit platnost hypotézy: úspěšnost uchycení kokrhele luštince se liší v plochách pasených od úspěšnosti v plochách vypalovaných s pastvou. Tato hypotéza se však na základě výsledků statistického otestování zaznamenaných dat nepotvrdila. Důvodem,

proč se úspěšnost kokrhele v těchto dvou typech managementu nelišila, byla možná intenzita pastvy. Experimentální plochy byly podrobeny intenzivní letní a podzimní pastvě. Na podzim po provedení pastvy byly plochy kontrolovány a během celého experimentu nebyly v plochách patrné nedopasky (segmenty nespasené vegetace, vyjma kmínků dřevin). V místech s nespasenou vegetací většinou dochází ke kumulaci stařiny. Ta by v plochách vypalovaných s pastvou měla být odstraněna (na rozdíl od ploch pouze pasených) a tím by se zvýšila úspěšnost uchycení kokrhele. V příštím experimentu by bylo přínosné srovnat úspěšnost uchycení kokrhele v plochách pasených a plochách pouze extenzivně vypalovaných.

## **Management ponechání ladem**

Dlouhodobé neobhospodařování lučních biotopů vede k postupné degradaci a ztrátě druhové diverzity. Důsledkem ukončení obhospodařování je změna poměru zastoupení jednotlivých druhů ve vegetaci zejména ve prospěch konkurenčně zdatných výběžkatých trav, které vytváří velké množství stařiny. Pravidelné nebo extenzivní zásahy jakými jsou například: kosení, pastva, vypalování nebo obnažení půdy stržením drnu jsou nutnou disturbancí pro zachování vysoké biodiverzity evropských luk. Tyto zásahy brzdící degradaci travino-bylinných společenstev jsou finančně značně nákladné. Introdukce poloparazitického kokrhele má za následek přímé snížení efektivity růstu hostitelských druhů trav. Densita populace kokrhele kolísá v závislosti na densitě populací hostitelských druhů. Potlačení trav se sníží kumulace stařiny, a tím může dojít k nepřímé podpoře růstu méně konkurence schopných druhů bylin (Bullock a Pywell 2005, Cameron et al. 2007, Těšitel et al. 2015).

Na začátku a během experimentu byly mezi lokalitami pozorovány rozdíly v tloušťce vrstvy stařiny v plochách ponechaných ladem (tato data bohužel nebyla zaznamenávána). Nejvíce stařiny bylo v plochách ponechaných ladem na lokalitě Brumov. Zde se kokrhel ujal jen zanedbatelně v porovnání s plochami s aktivním managementem. Toto zjištění se shoduje s výsledky bádání autorů Ameloot et al. (2006), Těšitel et al. (2011) a Mudrák et al. (2014), kteří dospěli k závěrům, že přítomnost velkého množství stařiny (>30 mm) má negativní vliv na úspěšnost introdukce kokrhele. Vrstva stařiny brání styku vysévaných semen s půdou a následně růstu semenáčků.

Nižší úspěšnost introdukce kokrhele byl také pozorována v případě velké pokryvnosti bylin, které mají vyvinuty obranné mechanismy proti parazitování kokrhelem. Neparazitované druhy bylin s výškou nad 40 cm kokrhel přerostou, zastíní a kompetičně vytlačí. Zastíněné semenáčky, které nejsou napojené na vhodného hostitele většinou uhynou na nedostatek vláhy a světla. Tuto strategii kompetice o zdroje a prostor mezi kokrhelem a ostatními bylinami v minulosti již popsali různí badatelé (Ameloot et al. 2006, Mudrák et al 2011). V provedeném experimentu byla absence trav a převaha bylin nejspíše důvodem nejmenší úspěšnosti introdukce kokrhele na lokalitě Lopeník.

Vysokou úspěšnost uchycení semenáčků v plochách ponechaných ladem na lokalitě Losový, která zde byla v porovnání s úspěšností v plochách s aktivním managementem nejvyšší, byla nejspíše zapříčiněna kombinací tří faktorů: zanedbatelná vrstva stařiny (<30 mm), nízká a řídká zapojená vegetace a zneprístupnění ploch srncům oplacením.

### **Reakce trav na typ managementu v přítomnosti kokrhele luštince**

Při bližším prozkoumání ordinačních diagramů je patrné, že některé druhy trav reagovaly na typy managementu zcela odlišně než introdukovaný kokrhel luštinec. Pokud vezmeme v potaz, že kokrhel v porostu selektivně parazituje zejména na travách (de Hulu 1985, Amelot et al. 2006, Cameron a Seel 2007, Mudrák a Lepš 2010), pak reakce těchto druhů trav byla v experimentálních plochách ovlivněna nejen typem managementu, ale také přítomností introdukovaného kokrhele. Nabízí se také hypotéza, zda snížením pokryvnosti těchto druhů trav v plochách s vyšší pokryvností kokrhele došlo k nepřímé podpoře některých druhů bylin, které dle výsledků ordinačních diagramů, měly reakci na typ managementu blízce podobnou kokrheli luštinci. Tyto hypotézy by bylo vhodné v případném pokračování tohoto experimentu blíže zkoumat a podrobit statistickému ověření jiným modelem mnohorozměrné analýzy dat.

## Závěr

Na základě výsledků čtyřletého experimentu bylo zjištěno, že typ dlouhodobého managementu má vliv na úspěšnost introdukce kokrhele luštince v travino-bylinných porostech. Semenáčky kokrhele luštince se obecně nejlépe uchycovaly v plochách pravidelně kosených. Z toho vyplývá, že luční biotopy pravidelně kosené ve vhodném termínu (nejdříve po odkvetení kokrhele) mají velký potenciál pro úspěšnou introdukci kokrhele. Rozdíl úspěšnosti uchycení semenáčků kokrhele mezi plochami obhospodařovanými pastvou a vypalováním s pastvou nebyl prokázán u žádné z pěti lokalit. Tento výsledek může být důsledkem zvolené intenzity pastvy, po které nezůstávaly žádné větší nespasené segmenty vegetace, které by bylo možné vypalováním účinně odstranit. Výsledky úspěšnosti introdukce v plochách ponechaných ladem se při porovnání lokalit značně lišily a nelze tedy jednoznačně říci, zda jsou obecně luční biotopy dlouhodobě ponechané ladem více či méně vhodné k docílení úspěšné introdukce kokrhele. Byl zde vyzorován významný vliv charakteru vegetace a množství stařiny na úspěšné uchycování semenáčků kokrhele. Na lokalitách s řídkou vegetací a pouze nepatrnou vrstvou stařiny se semenáčky kokrhele luštince uchycovaly v plochách ponechaných ladem dobře. V průběhu experimentu bylo vyzorováno možné ovlivnění výsledků okusem květenství kokrhele luštince srnci, kteří navštěvovali pouze plochy pasené a vypalované s pastvou i v období, kdy zde neprobíhala plánovaná pastva hospodářských zvířat. Srnci však neměli přístup do ploch kosených a ponechaných ladem. Na základě těchto pozorování usuzují, že pro zvýšení úspěšnosti introdukce kokrhele je vždy vhodné místo výsevu oplotit proti srncům.

V rámci své diplomové práce se hodlám zabývat vlivem kokrhele luštince na strukturu a druhové složení vegetace na těchto pěti lokalitách, kde pokryvnost kokrhele v rámci daného typu managementu na dané lokalitě bude v analýzách využita jako vysvětlující proměnná.

## Seznam literatury:

- Ameloot E, Verheyen K, Hermy M. 2005. Meta-analysis of standing crop reduction by *Rhinanthus spp.* and its effect on vegetation structure. *Folia Geobot.* 40:289–310
- Ameloot E, Verheyen K, Bakker J, de Vries Y, Hermy M. 2006. Long-term dynamics of the hemiparasite *Rhinanthus angustifolius* and its relationship with vegetation structure. *J Veg Sci.* 17:637–646
- Barkman TJ, McNeal JR, Lim S-H, Coat G, Croom HB, Young ND, dePamphilis CW. 2007. Mitochondrial DNA suggests at least 11 origins of parasitism in angiosperms and reveals genomic chimerism in parasitic plants. *BMC Evol Biol.* 7:248
- Blažek P, Lepš J. 2015. Victims of agricultural intensification: mowing date affects *Rhinanthus spp.* regeneration and fruit ripening. *Agric Ecosyst Environ.* 211:1016
- Ter Borg SJ. 2005. Dormancy and germination of six *Rhinanthus* species in relation to climate. *Folia Geobot.* 40:243–260
- Bullock JM, Moy IL, Coulson SJ, Clarke RT. 2003. Habitat-specific dispersal: environmental effects on the mechanisms and patterns of seed movement in a grassland herb *Rhinanthus minor*. *Ecography.* 26:692–704
- Bullock JM, Pywell RF. 2005. *Rhinanthus*: a tool for restoring diverse grassland? *Folia Geobot.* 40:273–288
- Cameron DD, Hwangbo JK, Keith AM, Geniez JM, Kraushaar D, Rowntree J, Seel WE. 2005. Interactions between the hemiparasitic angiosperm *Rhinanthus minor* and its hosts: from the cell to the ecosystem. *Folia Geobot.* 40:217–229
- Cameron DD, Seel WE. 2007. Functional anatomy of haustoria formed by *Rhinanthus minor*: linking evidence from histology and isotope tracing. *New Phytol.* 174:412–419



- Cameron DD, Geniez J-M, Seel WE, Irving LJ. 2007. Suppression of host photosynthesis by the parasitic plant *Rhinanthus minor*. *Ann Bot.* 101:573–578
- Danihelka J, Chrtek J, Kaplan Z. 2012. Checklist of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia.* 84:647–811
- Hejcman M. 2005. Grassland management in mountain and upland areas of the Czech Republic [PhD. Thesis]. [Praha (CZ)]: Česká Zemědělská Univerzita v Praze
- Hejcmanová P, Mládek J. 2012: Diet selection of herbivores on species rich pastures. In: Hendriks BP. Nova Science Publishers [New York]. *Agricultural Research Updates.* 2:167-206
- Huhta, AP, Tuomi, J, Rautio, P. 2000. Cost of apical dominance in two monocarpic herbs, *Erysimum strictum* and *Rhinanthus minor*. *Can J Bot.* 78:591–599
- De Hullu E. 1985. The influence of sward density on the population dynamics of *Rhinanthus angustifolius* in a grassland succession. *Acta Bot Neerl.* 34:23–32
- Van Hulst R, Shipley B, Thériault A. 1987. Why is *Rhinanthus minor* (Scrophulariaceae) such a good invader? *Can J Bot.* 65:2373–2379
- Chytrý M. (ed.). 2007. Vegetace České republiky 1. Travinná a keříčková vegetace. Vegetation of the Czech Republic 1. Grassland and heathland vegetation. 1st ed. Praha (CZ): Academia. 525 pp.
- Irving LJ, Cameron DD. 2009. You are what you eat: interactions between root parasitic plants and their hosts. *Adv Bot Res.* 50:87–138
- Jiang F, Jeschke WD, Hartung W. 2003. Water flows in the parasitic association *Rhinanthus minor*/*Hordeum vulgare*. *J Exp Bot.* 54:1985–1993
- Jiang F, Jesche WD, Hartung W. 2004. Solute flows from *Hordeum vulgare* to the hemiparasite *Rhinanthus minor* and the influence of infection on host and parasite nutrient relations. *Funct Plant Biol.* 31:633–643
- Klimešová J, Bello F. 2009. CLO-PLA: The database of clonal and bud bank traits of Central European flora. *J Veg Sci.* 20:511–516

- Krahulec F, Skálová H, Herben T, Hadincová V, Wildová R, Pecháčková S. 2001. Vegetation changes following sheep grazing in abandoned mountain meadows. *Appl Veg Sci*. 4:97–102
- Křivánková V. 2010. Charakteristické znaky rostlin jako indikátory různých způsobů obhospodařování trvalých travních porostů [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého Olomouc
- Kuijt J. 1969. The biology of parasitic flowering plants. 1st ed. Canada [CA]. University of California Press, Berkeley. 246 pp
- Kuijt J. 1977. Haustoria of phanerogamic parasites. *Ann Rev Phytopathol* 17:91–118
- Kwak MM, Jenners O. 1986. The significance of pollination time and frequency and of purity of pollen loads for seed set in *Rhinanthus angustifolius* (Scrophulariaceae) and *Viscaria vulgaris* (Caryophyllaceae). *Oecologia*. 70:502–507
- Lindborg R, Cousins SAO, Eriksson O. 2005. Plant species response to land use change: *Campanula rotundifolia*, *Primula veris* and *Rhinanthus minor*. *Ecography*. 28:2936
- Mašková Z, Doležal J, Květ J, Zemek F. 2009. Long-term functioning of a species-rich mountain meadow under different management regimes. *Agric Ecosyst Environ*. 132:192–202
- Mládek J. 2011. Selective livestock grazing and its consequences for functional vegetation properties and agronomic services of species-rich grasslands [PhD. Thesis]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci
- Mudrák O, Lepš J. 2010. Interactions of the hemiparasitic species *Rhinanthus minor* with its host plant community at two nutrient levels. *Folia Geobot*. 45:407–424
- Mudrák O, Mládek J, Blažek P, Lepš J, Doležal J, Nekvapilová E, Těšitel J. 2014. Establishment of hemiparasitic *Rhinanthus spp.* in grassland restoration: lessons learned from sowing experiments. *Appl Veg Sci*. 17:274–287
- Musselman LJ, Dickison WC. 1975. The structure and development of the haustorium in parasitic Scrophulariaceae. *Bot J Linn Soc*. 70:183–212

- Piehl MA. 1963. Mode of attachment, haustorium structure, and hosts of *Pedicularis canadensis*. *Am J Bot.* 50:978–985
- Press MC, Graves JD, Stewart GR. 1990. Physiology of the interaction of angiosperm parasites and their higher plant hosts. *Plant Cell Environ.* 13:91–104
- Pywell RF, Bullock JM, Walker KJ, Coulson SJ, Gregory SJ, Stevenson MJ. 2004. Facilitating grassland diversification using the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*. *J Appl Ecol.* 41:880–887
- Smith RS, Pullan S, Shiel RS. 1996. Seed shed in the making of hay from mesotrophic grassland in a field in Northern England: effects of hay cut date, grazing and fertilizer in a split split-plot experiment. *J Appl Ecol.* 33:833–841
- StatSoft Inc. 2013. STATISTICA (data analysis software system), version 12. [www.statsoft.com]
- Strykstra RJ, Bekker RM, Verweij GL. 1996. Establishment of *Rhinanthus angustifolius* in a successional hayfield after seed dispersal by mowing machinery. *Acta Bot Neerl.* 45:557–562
- Šmilauer P, Lepš J. 2014. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO 5*. Cambridge University Press. GB. ISBN 13: 9781107694408
- Těšitel J, Lepš J, Vráblová M, Cameron DD. 2011. The role of heterotrophic carbon acquisition by the hemiparasitic plant *Rhinanthus alectorolophus* in seedling establishment in natural communities: a physiological perspective. *New Phytol.* 192:188–199
- Těšitel J. 2015. Využití poloparazitických rostlin při obnově a managementu travinných společenstev. *Zprávy Čes Bot Společ.* 27:51–61
- Těšitel J, Těšitelová T, Fisher JP, Lepš J, Cameron DC. 2015. Integrating ecology and physiology of root-hemiparasitic interaction: interactive effects of abiotic resources shape the interplay between parasitism and autotrophy. *New Phytol.* 205:350–360
- Těšitel J. 2016. Functional biology of parasitic plants: a review. *Plant Ecol Evol.* 149:520

- Valkó O, Török P, Deáka B, Tóthmérész B. 2013. Review: Prospects and limitations of prescribed burning as a management tool in European grasslands. *Basic Appl Ecol.* 15:26–33
- Watson DM. 2009. Parasitic plants as facilitators: more dryad than Dracula? *J Ecol.* 97:1151–1159
- Westbury DB. 2004. *Rhinanthus minor* L. *J Ecol.* 92:906–927
- Westwood JH, Yoder JI, Timko MP, dePamphilis CW. 2010. The evolution of parasitism in plants. *Trends Plant Sci.* 15:227–235

# **Přílohy**

**Příloha 1: Seznam všech zaznamenaných druhů v experimentálních plochách a jejich zkratkách**

<b>zkratka</b>	<b>latinský název</b>	<b>český název</b>
Acer	<i>Acer sp.</i>	javor
AegPod	<i>Aegopodium podagraria</i>	bršlice kozí noha
AgrEup	<i>Agrimonia eupatoria</i>	řepík lékařský
AgrCap	<i>Agrostis capillaris</i>	psineček obecný
AchMil	<i>Achillea millefolium</i>	řebříček lékařský
AjuRep	<i>Ajuga reptans</i>	zběhovec plazivý
Alchem	<i>Alchemilla spp.</i>	kontryhel
AllOle	<i>Allium oleraceum</i>	česnek planý
AllSco	<i>Allium scorodoprasum</i>	česnek ořešec
AllVin	<i>Allium vineale</i>	česnek viničný
AloPra	<i>Alopecurus pratensis</i>	psárka luční
AntOdo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	tomka vonná
AntSyl	<i>Anthriscus sylvestris</i>	kerblík lesní
AntVul	<i>Anthyllis vulneraria</i>	úročník bolhoj
AraHir	<i>Arabis hirsuta</i>	huseník chlupatý
AreSer	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	písečnice douškolistá
ArrEla	<i>Arrhenatherum elatius</i>	ovsík vyvýšený
AspCyn	<i>Asperula cynanchica</i>	mařinka psí
AstDan	<i>Astragalus danicus</i>	kozinec dánský
AstGly	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	kozinec sladkolistý
AvePub	<i>Avenula pubescens</i>	ovsír pýřitý
BetOff	<i>Betonica officinalis</i>	bukvice lékařská
BetPen	<i>Betula pendula</i>	bříza bělokorá
BraPin	<i>Brachypodium pinnatum</i>	válečka prapořitá
BraSyl	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	válečka lesní
BriMed	<i>Briza media</i>	třeslice prostřední
BroEre	<i>Bromus erectus</i>	sveřep vzpřímený
CalEpi	<i>Calamagrostis epigejos</i>	třtina křovištní
CamGlo	<i>Campanula glomerata</i>	zvonek klubkatý

CamPat	<i>Campanula patula</i>	zvonek rozkladitý
CamPer	<i>Campanula persicifolia</i>	zvonek broskvolistý
CamTra	<i>Campanula trachelium</i>	zvonek kopřivolistý
CarAca	<i>Carlina acaulis</i>	pupava bezlodyžná
CarBet	<i>Carpinus betulus</i>	habr obecný
CarCar	<i>Carex caryophylla</i>	ostřice jarní
CardAca	<i>Carduus acanthoides</i>	bodlák obecný
CarFla	<i>Carex flacca</i>	ostřice chabá
CarHir	<i>Carex hirta</i>	ostřice srstnatá
CarMon	<i>Carex montana</i>	ostřice horská
CarMur	<i>Carex muricata</i>	ostřice měkkoostenná
CarNig	<i>Carex nigra</i>	ostřice obecná
CarOva	<i>Carex ovalis</i>	ostřice zajetí
CarPal	<i>Carex pallescens</i>	ostřice bledavá
CarPan	<i>Carex panicea</i>	ostřice prosová
CarPilul	<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná
CarSyl	<i>Carex sylvatica</i>	ostřice lesní
CarTom	<i>Carex tomentosa</i>	ostřice plstnatá
CarVul	<i>Carex vulpina</i>	ostřice liščí
Carum	<i>Carum carvi</i>	kmín kořený
CenEry	<i>Centaurium erythraea</i>	zeměžluč okolíkatá
CenJac	<i>Centaurea jacea</i>	chrpa luční
CenSca	<i>Centaurea scabiosa</i>	chrpa čekánek
CerArv	<i>Cerastium arvense</i>	rožec rolní
CerHol	<i>Cerastium holosteoides</i>	rožec obecný
CirAca	<i>Cirsium acaule</i>	pcháč bezlodyžný
CirArv	<i>Cirsium arvense</i>	pcháč oset
CirEri	<i>Cirsium eriphorum</i>	pcháč bělohlavý
CirOle	<i>Cirsium oleraceum</i>	pcháč zelinný
CirPal	<i>Cirsium palustre</i>	pcháč bahenní
CirRiv	<i>Cirsium rivulare</i>	pcháč potoční
CirVul	<i>Cirsium vulgare</i>	pcháč obecný
CliVul	<i>Clinopodium vulgare</i>	klinopád obecný

ColAut	<i>Colchicum autumnale</i>	ocún jesenní
ConArv	<i>Convolvulus arvensis</i>	svlačec rolní
Crataegus	<i>Crataegus</i> sp.	hloh
CreBie	<i>Crepis biennis</i>	škarda dvouletá
CruGla	<i>Cruciata glabra</i>	svízelka lysá
CruLae	<i>Cruciata laevipes</i>	svízelka chlupatá
CusEpi	<i>Cuscuta epithimum</i>	kokotice povázka
CynCri	<i>Cynosurus cristatus</i>	pohánka hřebenitá
DacGlo	<i>Dactylis glomerata</i>	srha laločnatá
DacMaj	<i>Dactylorhiza majalis</i>	prstnatec májový
DanDec	<i>Danthonia decumbens</i>	trojzubec poléhavý
DauCar	<i>Daucus carota</i>	mrkev obecná
DesCes	<i>Deschampsia caespitosa</i>	metlice trsnatá
DorPen	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> agg.	bílojetel pětिलistý
ElyRep	<i>Elytrigia repens</i>	pýr plazivý
EpiHel	<i>Epipactis helleborine</i>	kruštík širolistý
EquArv	<i>Equisetum arvense</i>	přeslička rolní
EupCyp	<i>Euphorbia cyparissias</i>	pryšec chvojka
EupEsu	<i>Euphorbia esula</i>	pryšec obecný
FesFil	<i>Festuca filiformis</i>	kostrava vláskovitá
FesPra	<i>Festuca pratensis</i>	kostrava luční
FesRub	<i>Festuca rubra</i>	kostrava červená
FesRupi	<i>Festuca rupicola</i>	kostrava žlábkatá
FilUlm	<i>Filipendula ulmaria</i>	tužebník jilmový
FilVul	<i>Filipendula vulgaris</i>	tužebník obecný
FraExc	<i>Fraxinus excelsior</i>	jasan ztepilý
FraVir	<i>Fragaria viridis</i>	jahodník trávnický
FraVes	<i>Fragaria vesca</i>	jahodník obecný
GalAlb	<i>Galium album</i>	svízel bílý
GalApa	<i>Galium aparine</i>	svízel přítula
GalPum	<i>Galium pumilum</i>	svízel nízký
GalVer	<i>Galium verum</i>	svízel syřišťový
GenTin	<i>Genista tictoria</i>	kručinka barvířská



GerPha	<i>Geranium phaeum</i>	kakost hnědočervený
GerPra	<i>Geranium pratense</i>	kakost luční
GerPus	<i>Geranium pusillum</i>	kakost maličký
GeuUrb	<i>Geum urbanum</i>	kuklík městský
GleHed	<i>Glechoma hederacea</i>	popenec obecný
GymCon	<i>Gymnadenia conopsea</i>	pětiprstka žežulník devaterník
HelGra	<i>Helianthemum grandiflorum</i>	velkokvětý
HerSph	<i>Heracleum sphondylium</i>	bolševník obecný
Hierac	<i>Hieracium</i> sp.	jestřábník
HolLan	<i>Holcus lanatus</i>	medyněk vlnatý
HypMac	<i>Hypericum maculatum</i>	třezalka skvrnitá
HypoMac	<i>Hypochaeris maculata</i>	prasetník plamatý
HypPer	<i>Hypericum perforatum</i>	třezalka tečkovaná
HypRad	<i>Hypochaeris radicata</i>	prasetník kořenatý
ChaAro	<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	krabilice zápašná
ChaVir	<i>Chamaecytisus virescens</i>	čilimník zelenavý
KnaArv	<i>Knautia arvensis</i>	chrastavec rolní
KoePyr	<i>Koeleria pyramidata</i>	smělek jehlancovitý
LatPra	<i>Lathyrus pratensis</i>	hrachor luční
LatSyl	<i>Lathyrus sylvestris</i>	hrachor lesní
LeoHis	<i>Leontodon hispidus</i>	máchelka srstnatá
LeuVul	<i>Leucanthemum vulgare</i>	kopretina bílá
LigVul	<i>Ligustrum vulgare</i>	ptačí zob obecný
LinCat	<i>Linum catharticum</i>	len počistivý
LisOva	<i>Listera ovata</i>	bradáček vejčitý
LolPer	<i>Lolium perenne</i>	jílek vytrvalý
LotCor	<i>Lotus corniculatus</i>	štírovník růžkatý
LuzCam	<i>Luzula campestris</i>	bika ladní
LuzLuz	<i>Luzula luzuloides</i>	bika hajní
LychFlo	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	kohoutek luční
LysNum	<i>Lysimachia nummularia</i>	vrbina penízková
MalDom	<i>Malus domestica</i>	jabloň domácí

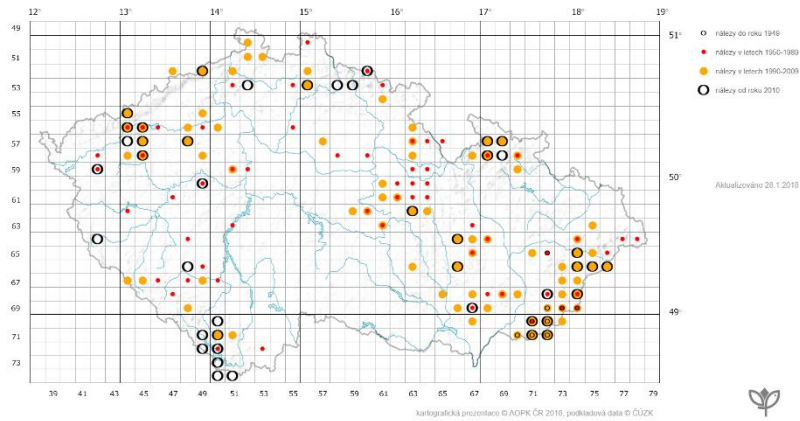
MedFal	<i>Medicago falcata</i>	tolice srpovitá
MedLup	<i>Medicago lupulina</i>	tolice dětelová
MelAlb	<i>Melilotus albus</i>	komonice bílá
MelCri	<i>Melampyrum cristatum</i>	černýš hřebenitý
MyoArv	<i>Myosotis arvensis</i>	pomněnka rolní
Narcis	<i>Narcissus sp.</i>	narcis
NarStr	<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá
OnoSpi	<i>Ononis spinosa</i>	jehlice trnitá
OrchMas	<i>Orchis mascula</i>	vstavač mužský
OriVul	<i>Origanum vulgare</i>	dobromysl obecná
PhlPhl	<i>Phleum phleoides</i>	bojínek tuhý
PhlPra	<i>Phleum pratense</i>	bojínek luční
PhySpi	<i>Phyteuma spicatum</i>	zvonečník klasnatý
PicAbi	<i>Picea abies</i>	smrk ztepilý
PasSat	<i>Pastinaca sativa</i>	pastiňák setý
PimMaj	<i>Pimpinella major</i>	bedrník větší
PimSax	<i>Pimpinella saxifraga</i>	bedrník obecný
PinSyl	<i>Pinus sylvestris</i>	borovice lesní
PlaBif	<i>Platanthera bifolia</i>	vemeník dvoulistý
PlaLan	<i>Plantago lanceolata</i>	jitrocel kopinatý
PlaMaj	<i>Plantago major</i>	jitrocel větší
PlaMed	<i>Plantago media</i>	jitrocel prostřední
PoaAnn	<i>Poa annua</i>	lipnice roční
PoaPra	<i>Poa pratensis</i>	lipnice luční
PoaTri	<i>Poa trivialis</i>	lipnice obecná
PolCom	<i>Polygala comosa</i>	vítod chocholatý
PolVul	<i>Polygala vulgaris</i>	vítod obecný
PopTre	<i>Populus tremula</i>	topol osika
PotEre	<i>Potentilla erecta</i>	mochna nátržník
PotHep	<i>Potentilla heptaphylla</i>	mochna sedmilistá
PotRep	<i>Potentilla reptans</i>	mochna plazivá
PriEla	<i>Primula elatior</i>	prvosenka vyšší
PriVer	<i>Primula veris</i>	prvosenka jarní

PruAvi	<i>Prunus avium</i>	třešeň ptačí
PruLac	<i>Prunella laciniata</i>	černohlávek dřípený
PruSpi	<i>Prunus spinosa</i>	trnka obecná
PruVul	<i>Prunella vulgaris</i>	černohlávek obecný
PulMol	<i>Pulmonaria mollis</i>	plicník měkký
PyrCom	<i>Pyrus communis</i>	hrušeň
QueRob	<i>Quercus robur</i>	dub letní
RanAcr	<i>Ranunculus acris</i>	pryskyřník prudký
RanAur	<i>Ranunculus auricomus</i>	pryskyřník zlatožlutý
RanBul	<i>Ranunculus bulbosus</i>	pryskyřník hlíznatý pryskyřník
RanPol	<i>Ranunculus polyanthemos</i>	mnohokvětý
RanRep	<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý
RhiAle	<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	kokrhel luštinec
RhiMin	<i>Rhinanthus minor</i>	kokrhel menší
RosCan	<i>Rosa canina</i>	růže šípková
Rubus	<i>Rubus sp.</i>	ostružiník
RumAce	<i>Rumex acetosa</i>	šťovík kyselý
RumAcet	<i>Rumex acetosella</i>	šťovík menší
RumObt	<i>Rumex obtusifolius</i>	šťovík tupolistý
SalCap	<i>Salix caprea</i>	vrba jíva
SalPra	<i>Salvia pratensis</i>	šalvěj luční
SalVer	<i>Salvia verticillata</i>	šalvěj přeslenitá
SanMin	<i>Sanguisorba minor</i>	krvavec menší
SecVar	<i>Securigera varia</i>	čičorka pestrá
SenJac	<i>Senecio jacobaea</i>	starček přímětník
SesAnn	<i>Seseli annuum</i>	sesel roční
SilNut	<i>Silene nutans</i>	silenka nící
SteGra	<i>Stellaria graminea</i>	ptačinec trávovitý
SteMed	<i>Stellaria media</i>	ptačinec prostřední
TarRud	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	pampeliška
TeuCha	<i>Teucrium chamaedrys</i>	ožanka kalamandra
ThlPer	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	penízek prorostlý

ThyPul	<i>Thymus pulegioides</i>	mateřídouška vejčitá
TraOri	<i>Tragopogon orientalis</i>	kozí brada východní
TriCam	<i>Trifolium campestre</i>	jetel ladní
TriDub	<i>Trifolium dubium</i>	jetel pochybný
TriFla	<i>Trisetum flavescens</i>	trojštět žlutavý
TriMed	<i>Trifolium medium</i>	jetel prostřední
TriMon	<i>Trifolium montanum</i>	jetel horský
TriOch	<i>Trifolium ochroleucon</i>	jetel bledožlutý
TriPra	<i>Trifolium pratense</i>	jetel luční
TriRep	<i>Trifolium repens</i>	jetel plazivý
UrtDio	<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá
ValOff	<i>Valeriana officinalis</i>	kozlík lékařský
VerCham	<i>Veronica chamaedrys</i>	rozrazil rezekvítek
VerOff	<i>Veronica officinalis</i>	rozrazil lékařský
VerSer	<i>Veronica serpyllifolia</i>	rozrazil douškolistý
VibOpu	<i>Viburnum opulus</i>	kalina obecná
VicAng	<i>Vicia angustifolia</i>	vikev úzkolistá
VicCra	<i>Vicia cracca</i>	vikev ptačí
VicSat	<i>Vicia sativa</i>	vikev setá
VicSep	<i>Vicia sepium</i>	vikev plotní
VioCan	<i>Viola canina</i>	violka psí
VioHir	<i>Viola hirta</i>	violka srstnatá

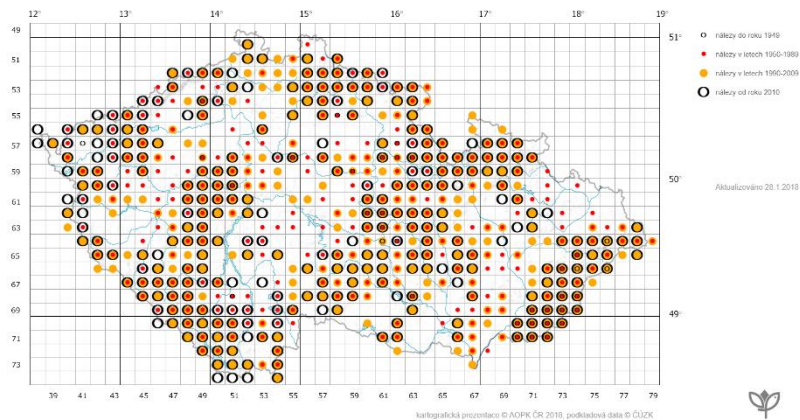
## Příloha 2: Mapové výstupy z Nálezové databáze ochrany přírody, AOPK ČR, se záznamy výskytu vybraných druhu kokrhel

Výskyt druhu *Rhinanthus alectorolophus* podle záznamů v ND OP



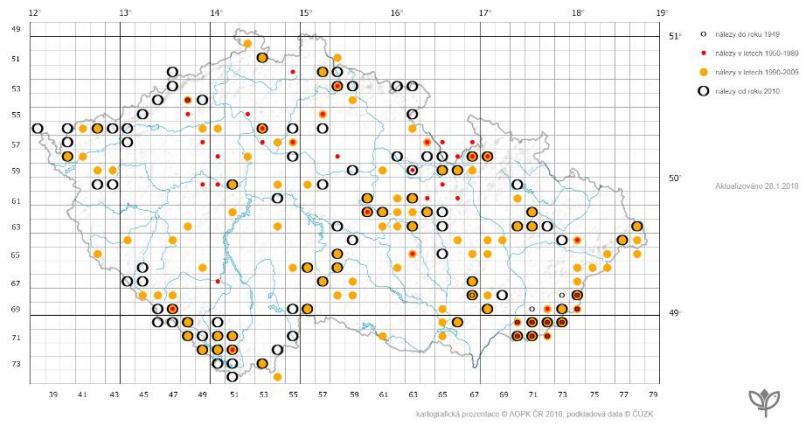
Obrázek 5: výskyt druhu kokrhel luštinec podle záznamů v ND OP aktualizovaný 28.01.2018 (zdroj: Agentury ochrany přírody a krajiny ČR - AOPK ČR)

Výskyt druhu *Rhinanthus minor* podle záznamů v ND OP



Obrázek 6: výskyt druhu kokrhel menší podle záznamů v ND OP aktualizovaný 28.01.2018 (zdroj: Agentury ochrany přírody a krajiny ČR - AOPK ČR)

Výskyt druhu *Rhinanthus major* podle záznamů v ND OP



Obrázek 7: výskyt druhu kokrhel větší podle záznamů v ND OP aktualizovaný 28.01.2018 (zdroj: Agentury ochrany přírody a krajiny ČR - AOPK ČR)