

Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity

Bakalářská práce:

**Kolonizace zatravněných luk cílovými druhy ve vztahu
k jejich výskytu v okolí**



Petra Ebermannová

Školitel: prof. RNDr. Karel Prach, CSc., PřF JU + BÚ Třeboň

České Budějovice 2011

Ebermannová P. (2011): Kolonizace zatravněných luk cílovými druhy ve vztahu k jejich výskytu v okolí. [Colonization of grasslands by target species in relation to their occurrence in the surroundings.] – 44 pp., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation:

A complex of meadows restored on former arable land using a regional seed mixture was studied in the White Carpathians Mts. in the eastern part of the country. The process of spontaneous establishment of selected target species was observed. There was a great increase of the occurrence of the target species between two years of observation. The species differed in the distance to their occurrence in the surroundings, which indicates the different capability to spread. It seems, the spontaneous establishment of target species is important in the grassland restoration.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz, provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Petra Ebrmannová

Poděkování:

Tím to bych chtěla poděkovat svému školiteli Karlu Prachovi za velmi užitečné rady jak stran zpracování mé bakalářské práce, tak při začínající práci v terénu. Opomenout nesmím ani moment, kdy jsem se v rámci nešťastného úrazu nemohla zúčastnit letní sezóny mapování a Karel mi velmi pomohl. Celá práce se uskutečnila v rámci obdrženého grantu GAČR 31 – P504/10/0501.

Dále bych chtěla poděkovat Martinu Haisovi za trpělivost a ochotu při učení a zpracovávání mých dat v programu GIS. Také musím poděkovat Petru Kouteckému a Františku Sládečkovi za pomoc se zpracováním dat v programu Statistica a Aleně Jírové za poskytnutí databáze způsobu šíření rostlin.

Mé poděkování patří i mnoha dalším osobám, které mě materiálně či psychicky podporovaly v mé práci a studiu; hlavně mým kamarádům a rodině.

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Ekologie obnovy	1
1.2. Obnova luk v Evropě	2
1.3. Obnova luk v ČR na orné půdě	2
1.4. Způsoby zatravňování	2
1.4.1. Spontánní sukcese	2
1.4.2. Travní směsi	3
1.4.3. Pomocí přenosu sena	3
1.4.4. Přenos bloků	4
1.5. Obnova bělokarpatských luk	4
1.6. Vliv okolí na průběh kolonizace obnovovaných lokalit	5
2. Cíle práce	6
3. Studované území	7
3.1. Obecné informace	7
3.2. Historie	7
3.3. Studované lokality	8
4. Studované druhy	9
5. Metodika	10
5. 1. Sběr dat v terénu:	10
5. 2. Zpracování dat	11
6. Výsledky	12

6.1. Mapování luk.....	12
6.2. Počty výskytů jednotlivých druhů.....	15
6.3. Vzdálenosti mezi výskytů druhů na zatravněných loukách a v okolí.....	16
6.4. Porovnání důležitosti způsobů šíření.....	18
7. Diskuse	20
7.1. Nedostatky výzkumu	21
7.2. Plány do budoucna.....	22
8. Závěr	23
9. Literatura	24
10. Přílohy	27

1. Úvod

1.1. Ekologie obnovy

V posledních několika desetiletích si lidstvo začalo uvědomovat, že naší přítomností na planetě a naším neomezeným využíváním veškerého prostoru se Země hodně mění, dochází k degradaci, ke zhoršení stavu mnoha ekosystémů. Proto se vyvinula dílčí vědecká disciplína nazývaná se ekologie obnovy (restoration ecology). Tato disciplína se zabývá ekologicky podloženou obnovou narušených, degradovaných či zcela zničených ekosystémů (van Andel & Aronson 2006). To je z pochopitelných důvodů velmi důležité, jelikož tak můžeme obnovit přirozené prostředí pro mnoho chráněných či ohrožených druhů rostlin nebo zvířat. Ale také můžeme zároveň obnovovat celá společenstva, ekosystémové funkce i životní prostředí pro člověka.

Ekologie obnovy se snaží navrátit danou lokalitu do stavu, který byl na daném místě před zásahem člověka, nebo třeba před zásahem nějaké přírodní katastrofy: obnovit tam přirozené funkce ekosystémů, zvýšit biodiverzitu typických společenstev a posílit populace jednotlivých druhů. Důležitá je rovněž rekultivace, zaměřená především na obnovu abiotických podmínek lokality, ta se poté dá dále využívat (van Andel & Aronson 2006).

Všechny výše zmíněné skutečnosti jsou velmi náročné na čas a to může zvyšovat jejich realizační cenu. To může způsobit, že se většina projektů nedokončí nebo zkrátí. Z těchto důvodů se na začátku plánování jakéhokoliv takového projektu musí vypracovat velmi podrobný ekonomický, popřípadě i sociální plán k jeho realizaci (Perrow & Davy 2002).

1.2. Obnova luk v Evropě

Louky jsou velmi důležité, je to velmi bohatý biotop jak množstvím druhů rostlin, tak i živočichů; je to také významná kulturně-historická entita. Proto bychom měli usilovat o zachování a znovuobnovování luk.

s obnovou luk poprvé začali v Anglii; ve větším rozsahu až v 70. letech 20. století (Hutchings & Booth 1996). Zatravňování probíhalo přednostně na místech, kde se pěstování plodin moc nedařilo. To většinou byly nivy řek, kde byly plodiny ohrožovány záplavami (Donath et al. 2003). Začalo se také s obnovováním vzácných či ubývajících biotopů. Vzhledem k tomu, že společenstva na vápenci patří k nejohroženějším – a to kvůli těžbě –, začalo se s obnovováním druhově bohatých vápnomilných trávníků (Stevenson et al. 1995).

1.3. Obnova luk v ČR na orné půdě

Obnova luk v České republice je v současnosti především následkem toho, že hlavně v 70. a 80. letech dvacátého století byla asi třetina našich luk rozorána. Záminkou tehdy byla takzvaná samostatnost v produkci většiny potravin; proto také zorané plochy byly velmi zatíženy i množstvím hnojiv a melioracemi (Futák et al. 2008). Z těchto důvodů je velmi obtížné na těchto místech znovu obnovit předchozí biotopy a společenstva. Množství hnojiv se může po delší době podařit odbourat za předpokladu, že se budou lokality pravidelně kosit. Jelikož rostliny na lokalitě rostoucí budou v prvních letech tvořit velké množství biomasy, po jejím odstranění budou rostliny využívat další živiny v půdě, a tak je můžeme vyčerpat přirozenou cestou. s navrácením vody odstraněné meliorací už je to bohužel mnohem složitější.

1.4. Způsoby zatravňování

1.4.1. Spontánní sukcese

Je to nejstarší a nejlevnější proces zatravňování. Může být poměrně přijatelným řešením v případě, že obnovujeme lokalitu bez dostatečných finančních prostředků a nechvátáme na brzký zisk rostlinné produkce. Bohužel tento způsob obnovy je poněkud zdoluhavý. i po deseti letech se liší druhové složení v okolí a na rekultivovaných plochách (Stadler et al. 2007). Zaleží ale velmi na velikosti obnovované plochy a blízkosti zdrojové

lokality druhů. Už po dvaceti letech může být zatravněvaná plocha přibližně stejně druhově bohatá jako okolí (Lencová & Prach 2011). Vzhledem k tomu, že samovolná sukcese probíhá stále i bez naší pomoci, je přirozené, že může být brána jako zpětná vazba, jež indikuje, zda je lokalita obnovena přirozeným způsobem.

1.4.2. Travní směsi

Mnoho studií dokazuje, že docílit druhově bohatých květnatých travníků je možné vyséváním semen (Pywell et al. 2002, Jongepierová & Fajmon 2008).

Travní směsi se dělí na komerční (což je směs, která se dá zakoupit v podstatě kdekoliv) a směsi regionální, které se míchají ze zdrojů v oblasti, kde se budou vysévat.

Komerční směsi jsou tvořeny převážně jen několika málo druhy trav a jetelovin. Proto takováto směs může být velmi nevhodná k zatravnění určitých ploch, jelikož se tam mohou vysít druhy, které mohou působit velmi expanzivně, a tudíž lokalitu i její okolí negativně ovlivnit (např. *Festuca arundinacea*).

Naproti tomu regionální směsi jsou mnohem šetrnější k lokalitám, kde se používají k výsevu. Nevýhodou naproti tomu je, že jejich výroba je mnohem nákladnější, neboť se míchají pro konkrétní území. v České republice je zatím jediný případ – míchání travní směsi pro CHKO Bílé Karpaty. Výhodou je, že se do těchto směsí mohou přidat i semena bylin, které byly na lokalitě dříve a jejich šíření je velmi složité nebo se v okolí vůbec nevyskytují. Tím můžeme docílit rychlé obnovy a velmi brzy se může dosáhnout požadovaného stavu, u luk většinou druhově bohaté květnaté louky.

1.4.3. Pomocí přenosu sena

Použití zeleného sena je podobně efektivní, avšak levnější metoda, pomocí které se docílí podobných výsledků. Zelené seno je čerstvě posečená biomasa z blízké plochy, která obsahuje cílové druhy s ideálně vyzrálými semeny. Tato biomasa se poté rovnoměrně rozprostře na obnovovanou lokalitu (Walker et al. 2004).

Lze také použít seno suché, což je také jedna z účinnějších metod (Edward et al. 2007). Dále se dá použít také takzvaný výškrabek ze stodol. To znamená, že ze stodoly, kde se skladuje seno, se vymete nebo seškrábne vrstvička prachu s vypadanými semeny. Toto je dobré aplikovat pouze v momentě, kdy je možné doložit, odkud skladované seno pocházelo.

1.4.4. Přenos bloků

Tato metoda se používá v případech, kdy jsou zdroje cílových druhů příliš daleko na šíření jejich diaspor. Je to metoda velmi náročná jak realizačně, tak i nákladově. Musí se pečlivě vybrat místo, odkud bude blok odebrán, neboť hrozí možné poškození zdrojové lokality – buď omezením genofondu, nebo těžkou technikou. Z logických důvodů je nejlepší místo na přenášení bloků z místního regionu, kvůli lepší adaptaci bloku a kvůli zachování místních genotypů. Přenesené bloky jsou zdrojem pro vegetativní šíření druhů, zároveň poskytují i množství diaspor (Pärtel et al. 1998).

1.5. Obnova bělokarpatských luk

Nezanedbatelná část bělokarpatských luk byla v 70. a 80. letech dvacátého století zorána (Kuča et al. 1992). Na konci dvacátého století si lidé začali uvědomovat, že květnaté louky Bílých Karpat jsou naprosto unikátní svým množstvím až 75 druhů na metr čtvereční (Škodová et al. 2008).

Obnova luk byla zpočátku dost konzervativní. Spočívala někdy jen v zákazu jakékoliv hospodářské činnosti a rozmístění cedulí se státním znakem. Některé louky byly přiměřeně obhospodařovány – kosením, pastvou – to vše pod dohledem ochránců. Následně se ochrana zaměřila na zatravňování přebytečných polí. Prvotní plány péče byly zaměřeny spíše na rostlinné druhy, až v posledních letech se zaměřují i na živočichy, převážně hmyz. Převládající současný management na loukách Bílých Karpat je sečení jednou ročně v období na přelomu června a července (Jongepierová & Devánová 2008).

1.6. Vliv okolí na průběh kolonizace obnovovaných lokalit

Vliv na kolonizaci mají především: vzdálenost zdrojů diaspor, směr větru, různé překážky a charakter biotopů v okolí (Lencová & Prach 2011).

Vzdálenost zdrojů cílových druhů je velmi klíčová, jelikož přenos semen na větší vzdálenost je často problematický, hlavně u semen, jež mají větší hmotnost. Tato semena se dostávají na obnovované lokality hlavně zoochorně (Buisson et al. 2006). Další způsob, jakým se roznášejí semena na větší vzdálenosti, je pomocí větru. v tomto případě roznoš semen ovlivňuje i převládající směr větru.

Překážky jsou také velkým problémem; např. pro semena šířená myrmekochorně bude nepřekonatelnou překážkou i malý potok, zatímco pro semena přenášená ptáky bude omezující faktor např. to že si daný přenašeč nemůže na lokalitě usednout na vyvýšené místo. Pro semena roznášena větrem může být překážkou malý lesní remízek. Všechny tyto skutečnosti potvrzují, že spontánní sukcese je sice velmi levná, ale někdy zdlouhavá metoda (Stadler et al. 2007).

2. Cíle práce

- Zjistit, jak rychle a z jakých nejbližších zdrojů se sledované druhy samovolně navrací na zatravněné louky.
- Porovnat vzdálenosti mezi výskytem jednotlivých druhů na zatravněných loukách a jejich výskytem v okolí.
- Porovnat hojnost výskytu daných druhů na zatravněných loukách v čase (porovnání mezi dvěma roky sledování).

3. Studované území

3.1. Obecné informace

Studované území se nachází na jižní Moravě v oblasti CHKO Bílé Karpaty. Bílé Karpaty patří k vnějšímu oblouku Západních Karpat, který je z větší části tvořen flyšovým pásmem patřícím do pásma flyše magurského, tvořeného mořskými sedimenty pocházejícími z křídly a paleogénu. Flyš je mnohonásobné střídání vrstev různých usazenin. v Bílých Karpatech jsou vrstvy flyše tvořeny hlavně pískovcem, jílovcem a slínovcem. i v těchto vrstvách je často obsaženo velké množství uhličitanu vápenatého. Můžeme tu nalézt i bradlové pásmo, to se táhne po jihovýchodní hranici území (Pechanec & Jongepierová 2008).

Většina území na moravské straně Bílých Karpat spadá do povodí Moravy. v této oblasti je také typický nedostatek podzemní vody a velmi prudké deště. Mimoto se zde můžeme setkat s velkým množstvím geomorfologických procesů, např. s půdní erozí a větrnou erozí, posunem splavovaného materiálu a půdními sesuvy. Do určité míry může všechny tyto faktory ovlivňovat činnost člověka (Pechanec & Jongepierová 2008).

3.2. Historie

Oblast Bílých Karpat byla osídlena už v době staršího pravěku, v době 1 000 000–9 000 př. n. l. Větší osidlování této oblasti probíhalo až v době neolitické (ca 6 000–3 500 př. n. l.). v této době se odehrála takzvaná neolitická revoluce, to znamená, že lidé začali se zemědělským způsobem života. Tento způsob života je většinou vázán na stálé místo osídlení a jeho okolí. Díky tomuto způsobu života a přínosu broušených kamenných nástrojů se začaly populace a osady rozrůstat, to přispělo k osidlování nových míst a tvorbě mnoha nových polí. Pole se získávala buď ručním zoráním travního drnu, nebo vypalováním lesa. Postupem vývoje došlo k zorávání sofistikovanějšími způsoby a pomocí strojů (Futák 2008).

Část Vojšických luk, do jejichž komplexu patří i mé lokality, byla načerno zorána v letech 1973–1975. Rozloha zorání zde činila zhruba 130 z 546 ha (Futák et al. 2008). Nadále byly tyto lokality komerčně využívány až do doby, kdy byly odkoupeny CHKO Bílé

Karpaty a uměle zatravněny regionální travní směsí. Zatravnění na mnou studovaných plochách probíhalo od roku 2000 až do roku 2008.

3.3. Studované lokality

Lokality se nacházejí v blízkosti vesničky Malá Vrbka, přímo na jihovýchodních svazích směřujících od vrcholu jménem Výzkum (439 m n. m.) směrem k velmi druhově bohatým loukám nazývaným Čertoryje, od kterých je dělí říčka Radějovka. Sledovaných ploch bylo deset a každá z nich je částí místního většího komplexu luk.

4. Studované druhy

Bylo vybráno třináct druhů, které nebyly obsaženy v regionální travní směsi, jež byla použita k zatravnění sledovaných ploch. Zároveň jsou to druhy klíčové pro druhově bohaté květnaté louky. v Tab. 1 je soupis a okrajová charakteristika jednotlivých druhů.

Tab. 1: Údaje o jménech a čeledích mapovaných druhů jsou převzaty z Kubát et al. (2002). Způsoby šíření jsou převzaty z databáze (Kleyer et al. 2008).

Druh	Čeď	Převládající způsob šíření
<i>Astragalus danicus</i> (kozinec dánský)	<i>Fabaceae</i>	autochorie
<i>Chamaecytisus virescens</i> (čilimník zelenavý)	<i>Asteraceae</i>	zoochorie
<i>Cirsium canum</i> (pcháč šedý)	<i>Asteraceae</i>	zoochorie
<i>Euphorbia virgata</i> (pryšec prutnatý)	<i>Euphorbiaceae</i>	autochorie
<i>Hieracium bauhini</i> (jestřábník Bauhinův)	<i>Asteraceae</i>	zoochorie
<i>Inula salicina</i> (oman vrbolistý)	<i>Asteraceae</i>	zoochorie
<i>Potentilla alba</i> (mochna bílá)	<i>Rosaceae</i>	autochorie
<i>Primula veris</i> (prvosenska jarní)	<i>Primulaceae</i>	autochorie
<i>Rhinanthus minor</i> (kokrhel menší)	<i>Scrophulariaceae</i>	anemochorie
<i>Sanguisorba officinalis</i> (krvavec toten)	<i>Rosaceae</i>	zoochorie
<i>Serratula tinctoria</i> (srpice barvířská)	<i>Asteraceae</i>	zoochorie
<i>Valeriana officinalis</i> (kozlík lékařský)	<i>Valerianaceae</i>	anemochorie
<i>Vicia tenuifolia</i> (vikev tenkolistá)	<i>Fabaceae</i>	autochorie

5. Metodika

5. 1. Sběr dat v terénu:

Sběr dat probíhal během tří let na deseti mapovaných loukách. Původně bylo v plánu mapovat druhy během celých tří červnových sezón. To se bohužel nemohlo uskutečnit, jelikož jsem utrpěla vážný úraz nohy. Proto mapování probíhalo následovně: poprvé byly plochy mapovány roku 2009, poté roku 2010 bylo mapováno okolí a podruhé byly mapovány plochy v roce 2011, vždy první týden v červnu. v tuto dobu byla mapována většina druhů. *Primula veris* byla mapována vždy na jaře, v době kolem 23. 4. kvůli lepší viditelnosti v době květu, a to v letech 2010 a 2011. Nadále budu sběry sjednocovat na rok 1, což je červen 2009 a jaro 2010 a rok 2, což je jaro 2011 a červen 2011.

Data byla získávána metodou procházení luk a zakreslování výskytů druhů do ortofotomap. Pro každý druh jsem měla pevně danou barvu a značku k zakreslování. Jeden bod značil jednoho jedince až několik málo sblížených jedinců do plochy čtvrt metru čtverečního.

Mapování luk bylo prováděno vždy stejným způsobem, v přímých liniích od kraje ke kraji louky a vzdálených od sebe cca 10 m. k označení výchozího bodu byla použita dlouhá tyč pro lepší orientaci.

5. 2. Zpracování dat

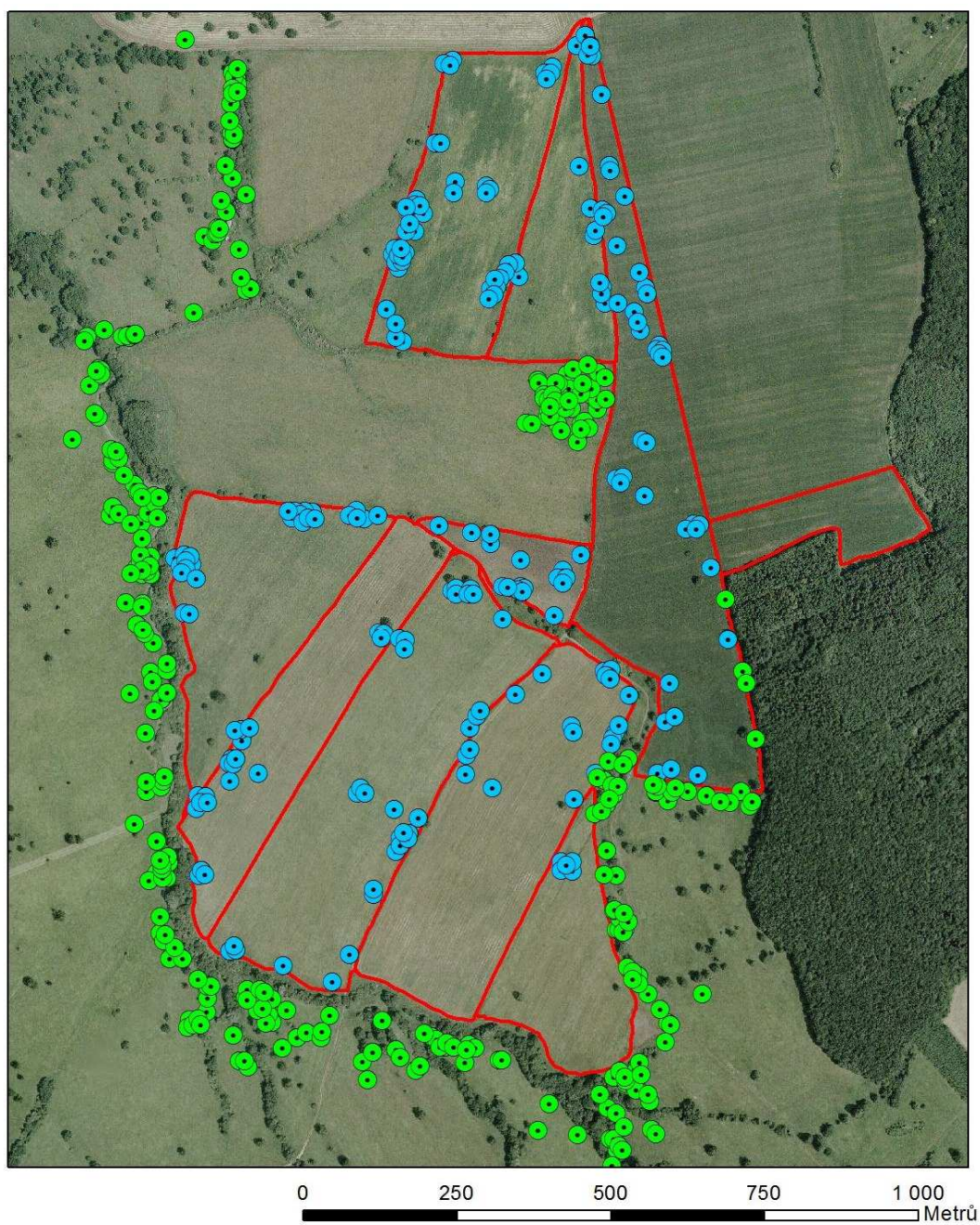
Data byla zpracována v programu ArcGIS 10, kde byly vytvořeny mapy ploch za pomoci programu ArcMAP 10 (ArcGIS 10.0 Desktop, ESRI, 2011) a byla pečlivě zanesena všechna data o výskytu druhů. Program byl také využit ke spočítání vzdáleností mezi jednotlivými body vyznačených výskytů na zatravněných loukách a v okolí.

Z těchto informací poté byly vypočítány průměrné nejkratší vzdálenosti výskytů v loukách a okolí za pomoci tabulek v Excelu. Nadále byly všechny tyto hodnoty zpracovány v programu Statistica a pomocí T-testu bylo spočítáno, zda se statisticky průkazně liší skupiny rostlin podle způsobu šíření (zoochorní vs jiné způsoby šíření). Poté byl použit ještě parametrický test ANOVA ke statistickému prokázání, zda se druhy liší v nejmenší průměrné vzdálenosti od zdroje v okolí. Nakonec byly hodnoty nejmenší průměrné vzdálenosti použity ještě v Tukeyho testu, abychom zjistili, které konkrétní druhy se od sebe vzájemně v těchto hodnotách statisticky prokazatelně liší (Lepš 1996).

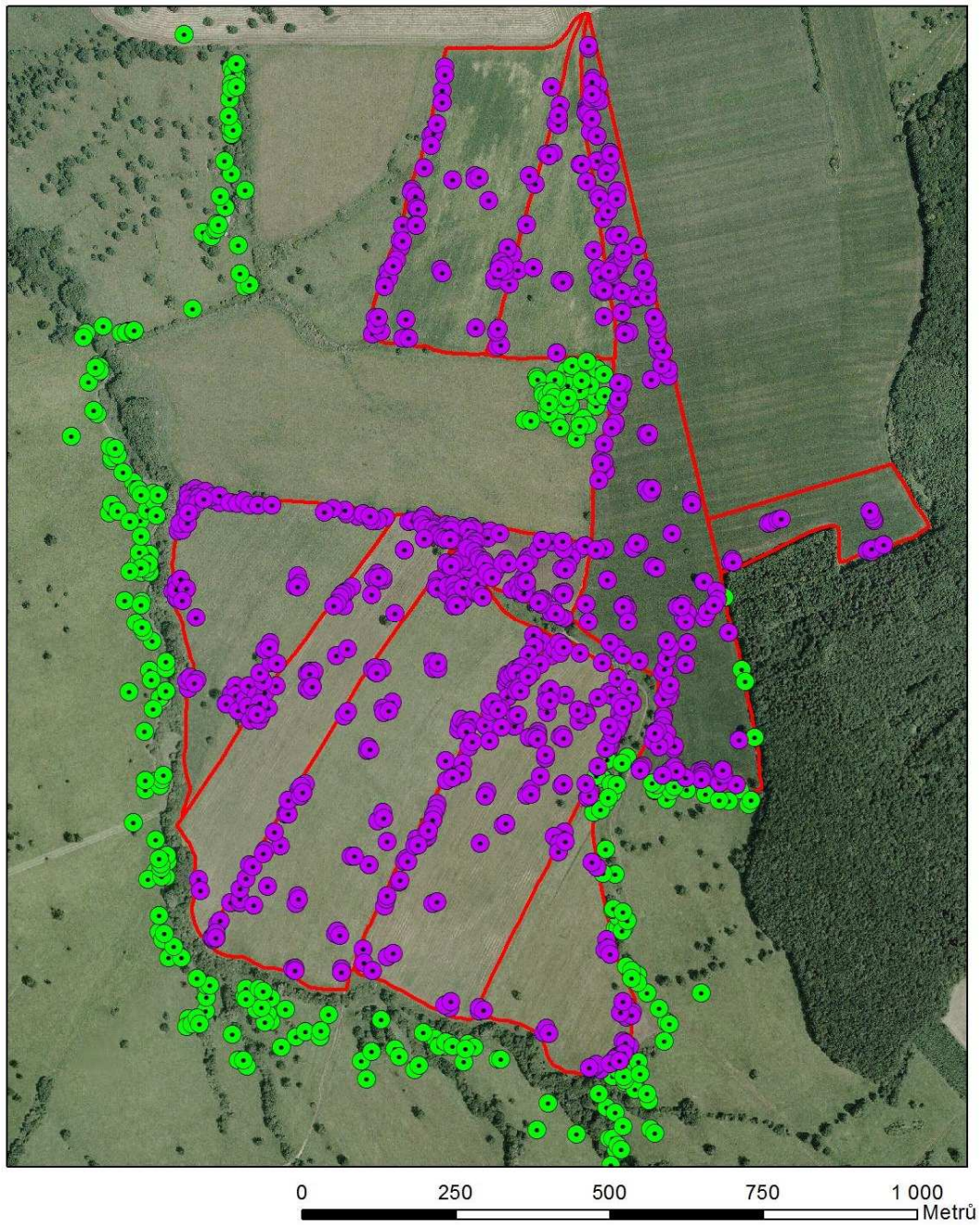
6. Výsledky

6.1. Mapování luk

Mapy pro rok 1 a rok 2 jsou vyobrazené na Obr. 1 a 2. Mapy jsou prezentovány také pro každý jednotlivý druh zvlášť – viz přílohy 1–13. Na mapě každého druhu je vyznačen výskyt pro první a druhý rok a okolí; zde jsou tedy vidět nová místa výskytů a jejich vztah k předchozím výskytům. Na mapách z jednotlivých roků je vidět, jak se změnil plošný nárůst mapovaných druhů. Na Obr. 1 je plošná mapa výskytů pro rok 1. Bez druhu *Vicia tenuifolia*, aby nedocházelo ke skreslení dat. Na Obr. 2 jsou vynesena data pro druhý rok mapování.



Obr. 1: Mapa výskytů druhů v mapovaných loukách v roce 1. Zeleně jsou výskyty dvanácti mapovaných druhů v okolí a modře jsou výskyty druhů v mapovaných loukách. Třináctý druh *Vicia tenuifolia* v mapě chybí, jelikož v dalším roce mapován nebyl a zkresloval by tedy údaje.



Obr. 2: Mapa pro rok 2, na níž jsou vyneseny body pro výskyty dvanácti druhů. Chybí výskyty druhu *Vicia tenuifolia*, jelikož druh v druhém roce nebyl mapován kvůli plošnému výskytu. Zelená barva značí výskyty v okolí a fialová barva značí výskyty v mapovaných loukách.

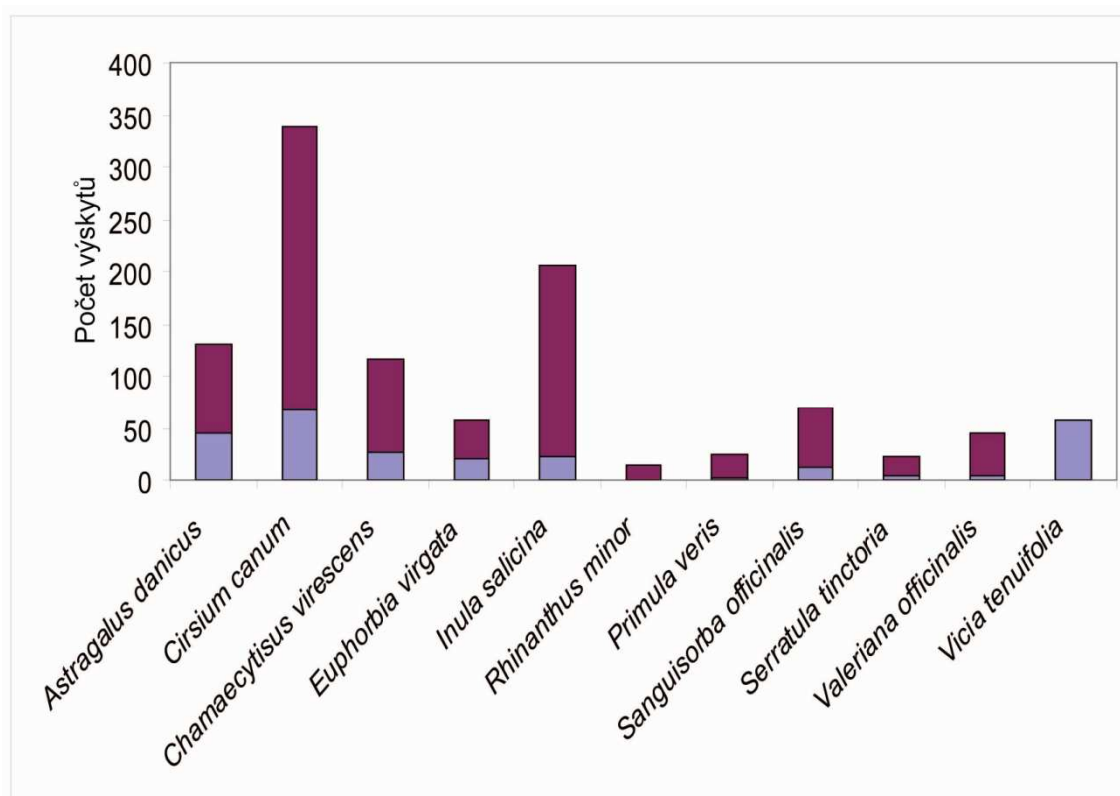
6.2. Počty výskytů jednotlivých druhů

U dvanácti mapovaných druhů rostlin bylo zaznamenáno 242 výskytů v roce jedna a 867 výskytů v roce dva. *Vicia tenuifolia* měla v roce jedna 57 zaznamenaných výskytů a v druhém roce již mapovaná nebyla, jelikož se rozšířila plošně po celých sledovaných loukách, tudíž nemělo smysl ji nadále zaznamenávat (Tab. 2). Na Obr. 3 je patrné, u kterých druhů a jak moc se zvýšily počty výskytů.

Tab. 2: Počty výskytů jednotlivých druhů v prvním a druhém roce. Je z nich patrný velký nárůst zaznamenaných výskytů u některých druhů.

Druh	Rok 1	Rok 2
<i>Astragalus danicus</i>	45	86
<i>Chamaecytisus virescens</i>	27	98
<i>Cirsium canum</i>	67	271
<i>Euphorbia virgata</i>	20	38
<i>Hieracium bauhini</i>	36	35
<i>Inula salicina</i>	22	185
<i>Potentilla alba</i>	0	3
<i>Primula veris</i>	3	22
<i>Rhinanthus minor</i>	0	14*
<i>Sanguisorba officinalis</i>	13	56
<i>Serratula tinctoria</i>	5	18
<i>Valeriana officinalis</i>	4	41
<i>Vicia tenuifolia</i>	57	Plošně

* Pravděpodobně z experimentálních výsevů J. Těšitele.



Obr. 3: Nárůst výskytů u sledovaných druhů. Modrá barva značí první rok a fialová barva druhý rok mapování. v obrázku je všech třináct druhů, ale *Vicia tenuifolia* měla v druhém roce plošné rozšíření, a proto data pro druhý rok chybí.

6.3. Vzdálenosti mezi výskyty druhů na zatravněných loukách a v okolí

Spočítané nejkratší průměrné vzdálenosti výskytů druhů na zatravněných loukách od jejich výskytů v okolí pro rok 1 jsou přehledně uvedeny v Tab. 3. Jen pro druhy *Potentilla alba* a *Rhinanthus minor* byly použity hodnoty z roku dva, protože v roce jedna neměly žádný zaznamenaný výskyt na zatravněných loukách. Na Obr. 4 je znázorněno vzestupně, jaké druhy se šíří nejdále. u druhů je připsaný ve zkratce i způsob šíření.

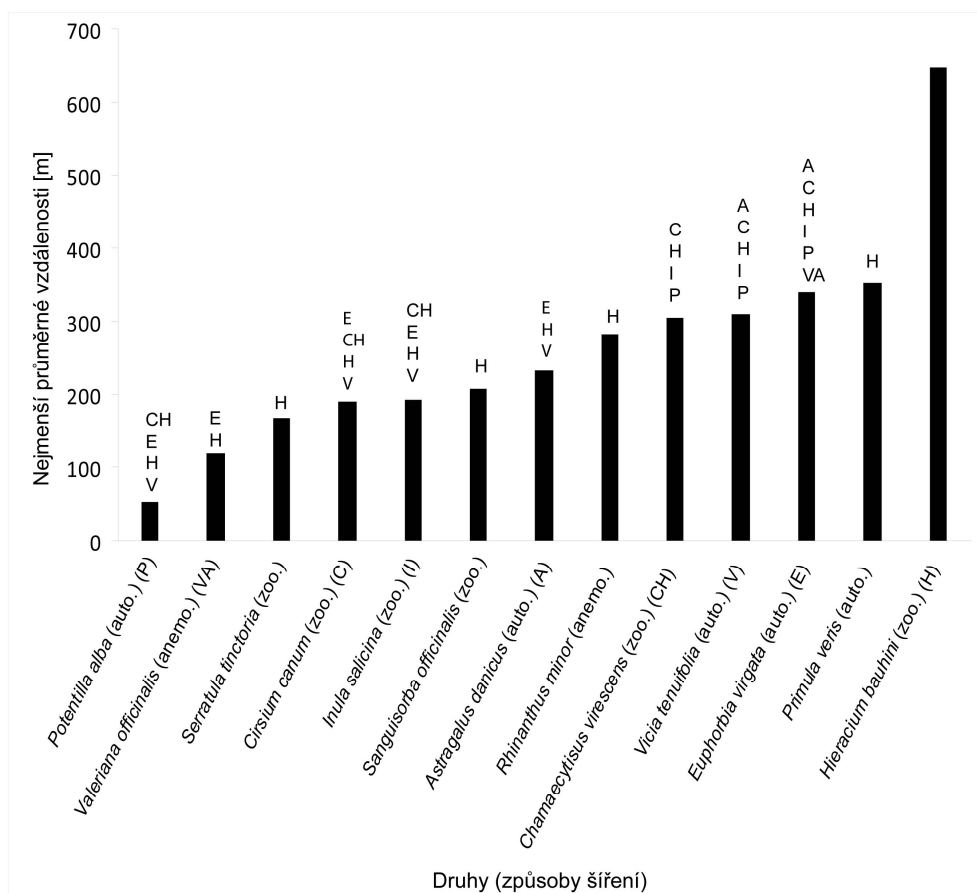
Výsledky ze statistického testu ANOVA dokazují, že druhy se statisticky liší v nejkratších průměrných vzdálenostech roku jedna. Pro druhy *Rhinanthus minor* a *Potentilla alba* byly použity hodnoty z roku dva, neboť v roce jedna u nich nebyly zaznamenány žádné výskyty. Hodnoty testu ANOVA jsou $F_{1,12} = 40,427$, $p < 10^{-6}$.

Poté byl použit Tukeyho test: ten rozlišil druhy, které se statisticky průkazně liší v nejmenší průměrné vzdálenosti, od druhů ostatních. Tato data jsou vynesena v grafu

nejkratších hodnot všech výskytů mapovaných druhů na loukách a jejich nejbližších zdrojů v okolí (Obr. 4).

Tabulka 3: Seznam třinácti mapovaných druhů a jejich nejkratší průměrné vzdálenosti mezi výskytem na zatrávněných loukách a v okolí plus jejich směrodatné odchylky.

Druh	Nejkratší průměrné vzdálenosti [m] a směrodatné odchylky
<i>Potentilla alba</i> (auto.)	53 ± 27
<i>Valeriana officinalis</i> (anemo.)	120 ± 91
<i>Serratula tinctoria</i> (zoo.)	168 ± 97
<i>Cirsium canum</i> (zoo.)	191 ± 101
<i>Inula salicina</i> (zoo.)	192 ± 83
<i>Sanguisorba officinalis</i> (zoo.)	207 ± 131
<i>Astragalus danicus</i> (auto.)	232 ± 81
<i>Rhinanthus minor</i> (anemo.)	283 ± 157
<i>Chamaecytisus virescens</i> (zoo.)	306 ± 116
<i>Vicia tenuifolia</i> (auto.)	309 ± 103
<i>Euphorbia virgata</i> (auto.)	341 ± 87
<i>Primula veris</i> (auto.)	353 ± 173
<i>Hieracium bauhini</i> (zoo.)	648 ± 163

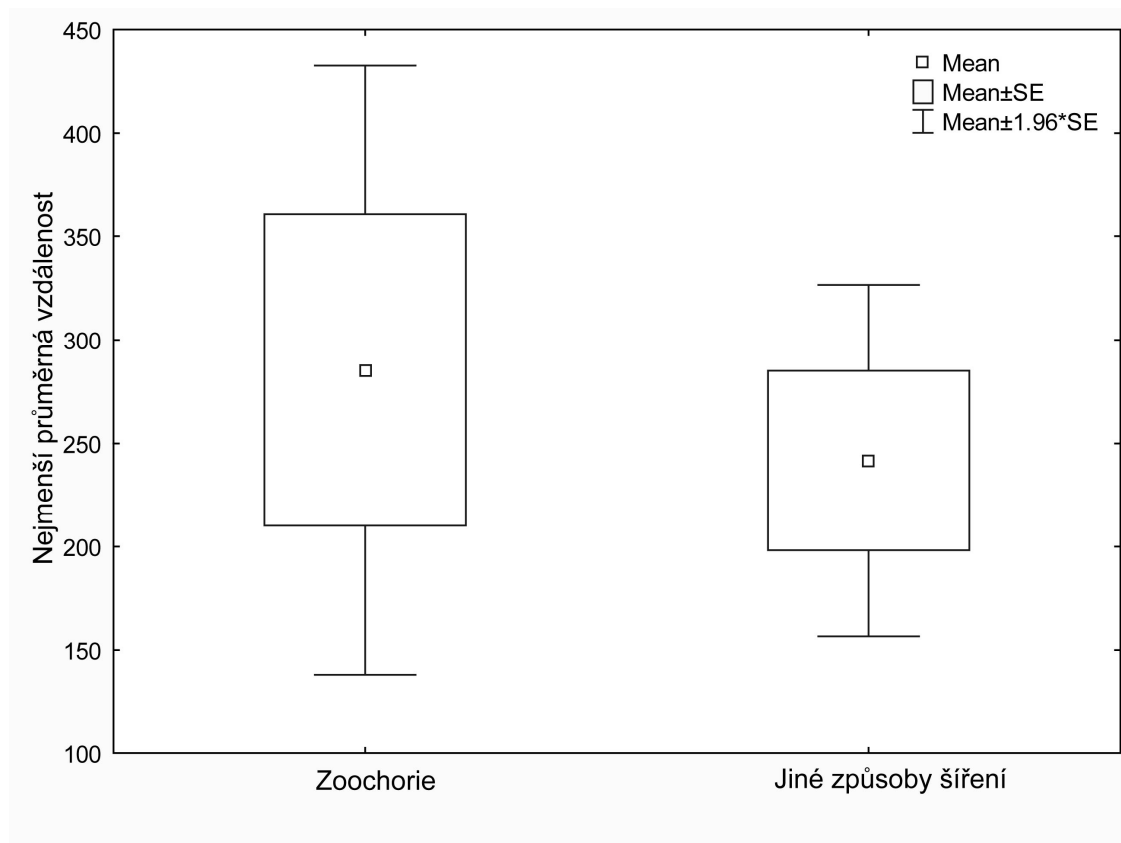


Obr. 4: Grafické znázornění rozdílů mezi průměrnými nejkratšími vzdálenostmi v závislosti na druhu a jeho způsobu šíření. Písmena v grafu vždy značí druhy, které se prokazatelně statisticky liší, s druhem, jež má písmeno uvedeno u popisek osy. *Hieracium baubini* se lišilo od všech ostatních druhů.

6.4. Porovnání důležitosti způsobů šíření

Výsledky T-testu ukazují, že ovlivnění nejkratší vzdálenosti způsobem šíření není statisticky průkazné, přinejmenším nikoli ve skupinách zoochorie vs. jiné způsoby šíření (Obr. 5).

Výsledky T-testu: $t = 0,523377$, $df = 11$, $p = 0,611093$.



Obr. 5: Nejkratší průměrné vzdálenosti šíření [m] se statisticky průkazně neliší mezi zoochoriím a jinými způsoby šíření.

7. Diskuse

Podnětem pro mou práci bylo zjistit, jak rychle se uměle zatravněné louky stávají zase druhově bohaté. Jak rychle se tam navracejí druhy z okolí a popřípadě z kterých zdrojů. Tyto informace by poté mohly být využity pro vylepšení travních směsí o druhy, které se šíří hůře. Nadále by se výsledky mohly použít k předpovědi, za jak dlouho bude mít obnovovaná lokalita opět charakter druhově bohaté květnaté louky.

Několik studií se zabývalo nejvhodnějšími způsoby zatravnění (Klimeš et al. 2010, Edward et al. 2007), nebo jestli má vliv okolí na zatravněné plochy. Je logické, že okolí na zatravněné plochy vliv má; to dokazuje fakt, že čím delší doba uplynula od zatravnění, tím více druhů se na ploše vyskytuje (Ruprecht 2006).

Při zakreslování rostlin do map přímo v terénu nebo poté převodem do GIS mohlo dojít k drobnému zkreslení, to by ale nemělo hrát velkou roli v rámci studovaného měřítka.

Obecně lze říci, že během mapovaných let se rostliny poměrně výrazně rozšířily. To můžeme přisoudit několika faktorům. První faktor, který bychom měli vzít v potaz, by mohla být snaha o změnu managementu. v Bílých Karpatech se teď přiklánějí k snaze o dřívější dobu kosení. Dřívější seč má kladný vliv na počty druhů, hlavně širokolistých bylin (Prach et al. 2011). Kosení v dřívější dobu by se mělo provádět převážně na začátku června, což se ne vždy povede. Například v roce 2010 se kosení na začátku června nemohlo uskutečnit kvůli velkému množství srážek.

Faktor, který bohužel nemůžeme úplně vyloučit a ani jej nějak eliminovat, je to, že mapující osoba se mnohem lépe naučila determinovat mapované druhy; mohla tedy v dalších letech mapovat menší sterilní jedince, které v prvním roce nemusela ani zaznamenat. Ani to by však výsledky nemělo zásadně ovlivnit.

Dále musí být vysvětleno, proč počet výskytů stoupá hlavně podél cest. Za prvé to může být proto, že kolem cest je největší disturbance cca do šířky dvou metrů na každé straně. Což vytváří místa bez porostu trav, na kterých se mohou semena lépe uchytit. Za druhé, možné vysvětlení výskytu mapovaných druhů podél cest je, že se tudy pravděpodobně sváží seno z druhově bohatých čertoryjských luk. Na cestě se může ze sena vysypat velké množství semen a ta se poté můžou podél cest bez problémů uchytit. Do těchto úvah bychom mohli

zahrnout i jiné faktory – roznos semen na nohou turistů, pomocí zvěře (např. srnčí) nebo na kolech automobilů apod. Roznos semen na pneumatikách automobilu je daleko pravděpodobnější, neboť až na vrchol kopce Výzkum se dá dojet autem a je to velmi oblíbená zastávka mnoha lidí. To by mohlo osvětlit třeba zdánlivě nevysvětlitelný výskyt druhu *Primula veris* přímo na rozcestí na vrcholu kopce, kde zdrojová lokalita nebo další výskyty v plochách jsou velmi daleko.

Může se zdát, že hodnoty pro nejkratší průměrné vzdálenosti mezi výskyty na loukách a v okolí jsou velmi velké. Pro to jsou možná různá vysvětlení. Za prvé třeba to, že sukcese na loukách probíhá už přibližně deset let (mnou sledované louky byly až na jednu výjimku přibližně stejně staré). Bohužel se s mapováním začalo až poměrně pozdě. Musíme brát v úvahu i možnost zaniklých kolonií mezi dnešním výskytem a výskyty v okolí. Je také možné šíření i přes více mezikroků. Pochopitelně se může stát, že se jedno či více semen mohou rozšířit na velkou vzdálenost, kde založí novou kolonii. Z tohoto místa pak může docházet k dalšímu šíření.

Další možnou příčinou je, že většina zdrojových lokalit není v těsné blízkosti mapovaných zatravněných ploch, a proto se druhy musí šířit na velké vzdálenosti. Například kolem potoku Radějovka jsou velké plochy podmáčených trávníků porostlé rákosem. Tyto biotopy ještě více prodlužují vzdálenost mezi druhově bohatými čertoryjskými loukami a uměle zatravněnými plochami.

7.1. Nedostatky výzkumu

Prvním z nedostatků by mohlo být drobné zkreslení při zakreslování. Dalším důležitým nedostatkem je, že výsledky z druhého roku pro *Rhinanthus minor* jsou v podstatě bez jakékoli hodnoty, protože do nich byly zahrnuty pokusné plochy Jakuba Těšitele.

Dalším nedostatkem je již výše zmíněná hodnota průměrné nejkratší vzdálenosti mezi výskyty na mapovaných loukách a zdroji. Rozporuplnost těchto hodnot spočívá v tom, že bohužel nevím, co se na sledovaných plochách dělo několik let před začátkem mapování.

Posledním diskutabilním bodem experimentu je volba statistických testů. Bohužel konečná data nebyla pro test ANOVA ideální. Data byla velmi různorodá a s různým počtem pozorování.

Podobným způsobem můžeme vysvětlit, proč T-test ukazující, zda hraje roli způsob šíření, vyšel neprůkazně. Příčinou může být to, že máme příliš malé skupiny a málo pozorování.

7.2. Plány do budoucna

Možné další směry výzkumu jsou nejen nadále plochy sledovat a zaznamenávat další výskyty mapovaných druhů, ale vzít navíc v úvahu více faktorů o šíření a výskytech těchto druhů.

Je třeba vzít v úvahu překážky mezi mapovanými loukami a zdrojovým okolím (např. potok Radějovku, menší či větší křovinaté porosty či remízky). Bohužel si zatím nejsem vědoma metody, jak by bylo možno tato data statisticky zpracovat, aby jejich výsledky měly nějakou cenu.

Vhodné by bylo také zaznamenávat, které výskyty u jednotlivých druhů zmizely, resp. jak rychlá je obměna druhu – kolik výskytů zaniklo a kolik přibylo. Velmi zajímavé by zajisté také bylo sledovat první výskyty jednotlivých druhů a pozorovat jejich rozrůstání a šíření v rámci mapovaných luk.

Velmi praktické by bylo zpracovat u jednotlivých druhů jakýkoliv nejbližší výskyt, jak v okolí tak i v mapovaných loukách (výskyty v loukách mezi sebou). Na základě těchto dat bychom pak mohli studovat skutečné zdroje a směry šíření.

Ve větším souboru luk by se mohlo vzít v úvahu různé stáří; při zahrnutí některých čerstvě zatravněných luk bychom pak mohli hodnotit vliv času.

8. Závěr

Bylo prokázáno, že kolonizace uměle zatravněných ploch cílovými druhy probíhá poměrně rychle. Na základě výše uvedených informací, by bylo možné vylepšit regionální travní směsi v CHKO Bílé Karpaty. Do směsí by bylo vhodné přidat druhy, které se podle našich dat šíří velmi obtížně nebo skoro vůbec. Naopak druhy, které se podle této práce šíří rychleji, není nutné do travních směsí přidávat, a to z důvodu vysoké pravděpodobnosti spontánního šíření na zatravněné plochy v krátkém časovém úseku. Výsledky této práce mohou být použity k podrobnějším odhadům rychlosti přeměny uměle zatravněných ploch v druhově bohaté louky, bude-li práce pokračovat.

9. Literatura

Andel van J. & Anderson J. (eds.) (2006): Restoration Ecology: The new Frontier. – Blackwell Science, Oxford, UK.

Buisson E., Dutoit T., Torre F., Römermann Ch. & Poschlod P. (2006): The implications of seed rain and seed bank patterns for plant succession at the edges of abandoned fields in Mediterranean landscapes. – Agriculture, Ecosystems and Environment 115: 6–14.

Donath T.W., Hölzel N. & Otte A. (2003): The impact of site conditions and seed dispersal on restoration Access in alluvial meadows. – Applied Vegetation Science 6: 13–22.

Edwards A. R., Mortimer S.R., Lawson C.S., Westbury D.B., Harris S.J., Woodcock B.A. & Brown V.K. (2007): Hay strewing, brush harvesting of seed and soil disturbance as tools for the enhancement of botanical diversity in grasslands. – Biological Conservation 134: 372–382.

Futák P. (2008): Vývoj osídlení. In: Jongepierová I. (eds): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains), pp. 29–37. – ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.

Futák P., Šimša M., Piro Z. & Jongepierová I. (2008): Historie obhospodařování. In: Jongepierová I. (eds): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains), pp. 38–45. – ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.

Hutchings M. J. & Booth K. D. (1996): Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. II. Germination and early survivorship of seedlings under different management regimes. – Journal of Applied Ecology 33: 1182–1190.

Jongepierová I. & Devánová K. (2008): Výzkum a ochrana. In: Jongepierová I. (eds): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains), pp. 46–56. – ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.

Jongepierová I. & Fajmon K. (2008): Výzkum obnovy travních porostů. In: Jongepierová I. (eds): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains), pp. 383–423. – ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.

Kleyer M., Bekker R.M., Knevel I.C., Bakker J.P, Thompson K., Sonnenschein M., Poschlod P., Van Groenendael J.M., Klimeš L., Klimešová J., Klotz S., Rusch G.M., Hermy M., Adriaens D., Boedeltje G., Bossuyt B., Dannemann A., Endels P., Götzenberger L., Hodgson J.G., JACKEL, A–K, Kühn I., Kunzmann D., Ozinga W.A., Römermann C., Stadler M., Schlegelmilch J., Steendam H.J., Tackenberg O., Wilmann B., Cornelissen J.H.C., Eriksson O., Garnier E. & Peco B. (2008): The LEDA Traitbase: a database of life–history traits of Northwest European flora. – *Journal of Ecology* 96: 1266–1274.

Klimeš L., Jongepierová I., Doležal J. & Klimešová J. (2010). Restoration of a species-rich meadow on arable land by transferring meadow blocks. – *Applied Vegetation Science*: 1–9.

Kubát K. et al. (2002): *Klíč ke Květeně ČR*, Academia Praha, 928 str.

Kuča P., Májský J., Kopeček F., & Jongepierová I. (1992): *Chraněna krajinná oblasť Biele/Bíle Karpaty*. – *Ekológia*, Bratislava, pp 380.

Lencová K. & Prach K. (2011): Restoration of hay meadows on ex-arable land: commercial seed mixtures vs. Spontaneous succession. – *Grass and Forage Science* 66: 265–271

Lepš J. (1996) *Biostatistika*. Skripta BF JU. České Budějovice.

Pärtel M., Kalamees R., Zobel M. & Rosén E. (1998): Restoration of species-rich limestone grassland communities from overgrown land: the importance of propagule availability. – *Ecological Engineering* 10: 275–286.

Pechanec V. & Jongepierová I. (2008): Popis území. In: Jongepierová I. (eds): *Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains)*, pp. 15–23. – ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.

Perrow M. R. & Davy A. J. (eds.) (2002): *Handbook of Ecological Restoration*, Volume 2: *Restoration in Practice*. – Cambridge University Press.

Prach K., Jongepierová I. & Řehouňková K. (2011): Large-scale restoration of dry grasslands on ex-arable land using a regional seed mixture: establishment of target species. – *Restoration Ecology* (in press).

Pywell R.F., Bullock J.M., Hopkins A., Walker K.J., Spark, T.H., Burke M.J.W. & Peel S. (2002): Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. – *Journal of Applied Ecology* 39: 294–309

Ruprecht E. (2006): Successfully recovered grassland: a promising example from

romanian old-fields. – *Restoration Ecology* 14: 473–480.

Stadler J., Trefflich A., Brandl R. & Klotz S. (2007): Spontaneous regeneration of dry grasslands on set-aside fields. – *Biodiversity and Conservation* 16: 621–630.

Stevenson M. J., Bullock J. M. & Ward L. K. (1995): Re-creating semi-natural communities: Effect of sowing rate on establishment of calcareous grassland. – *Restoration Ecology* 3: 279–289.

Škodová I., Hájek M., Chytrý M., Jongepierová I., & Knollová I. (2008): Vegetace. In: Jongepierová I. (eds): *Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains)*, pp. 128–177. – ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.

Walker K.J., Stevens P.A., 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. – *Biological Conservation* 119: 1–18.

Internetové zdroje

ARCGIS 9.3 DESKTOP HELP [online]. 2009 [2009-09-14]. Dostupné z WWW: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=welcome>

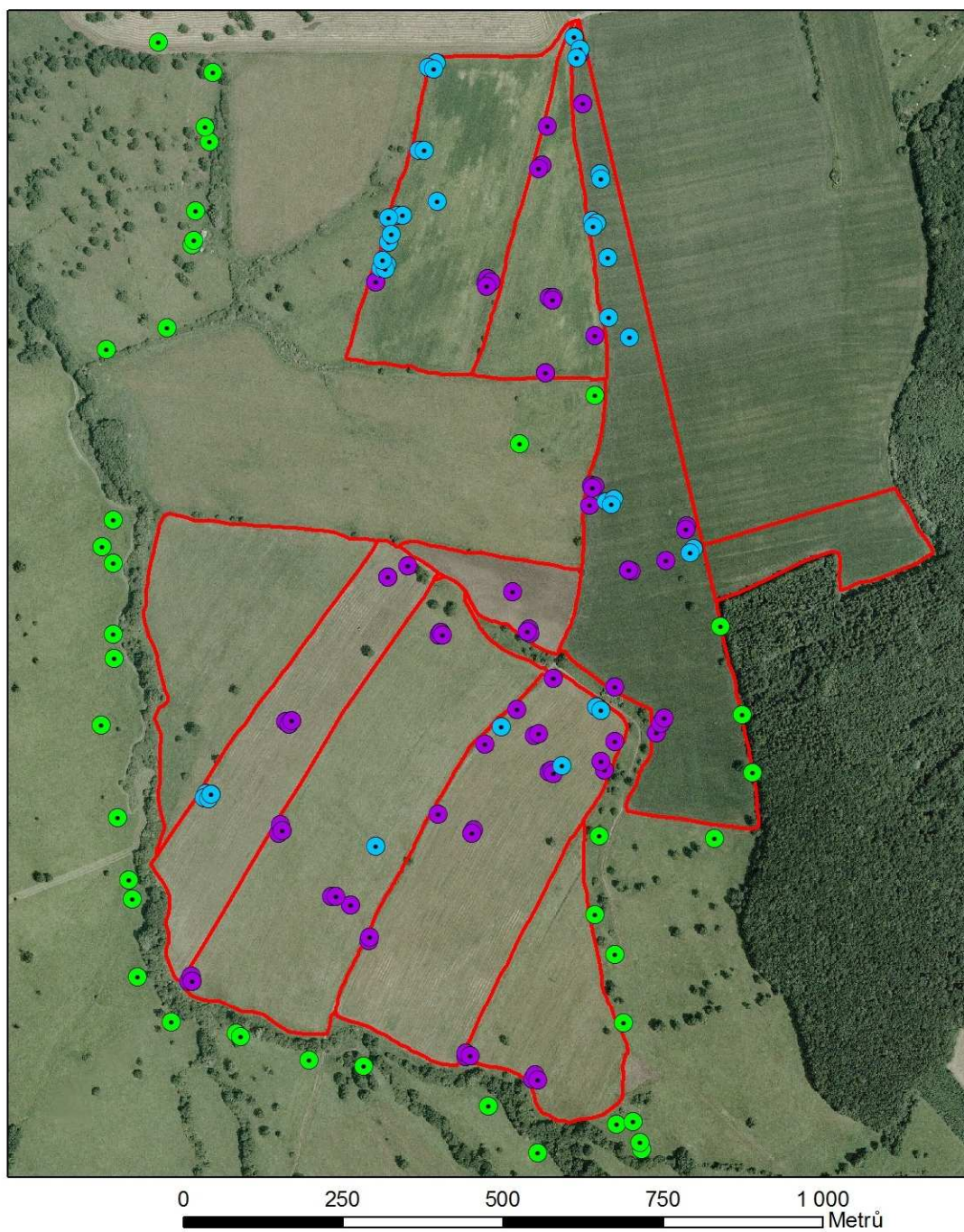
Použitý software

ArcGIS 10.,0 Desktop, ESRI, 2011.

10. Přílohy

V přílohách na Obr. 6 – 18 nalezneme mapy zpracované v programu GIS. Každá mapa zobrazuje rozšíření jednotlivých druhů v roce 1, v roce 2 a výskyty v okolí.

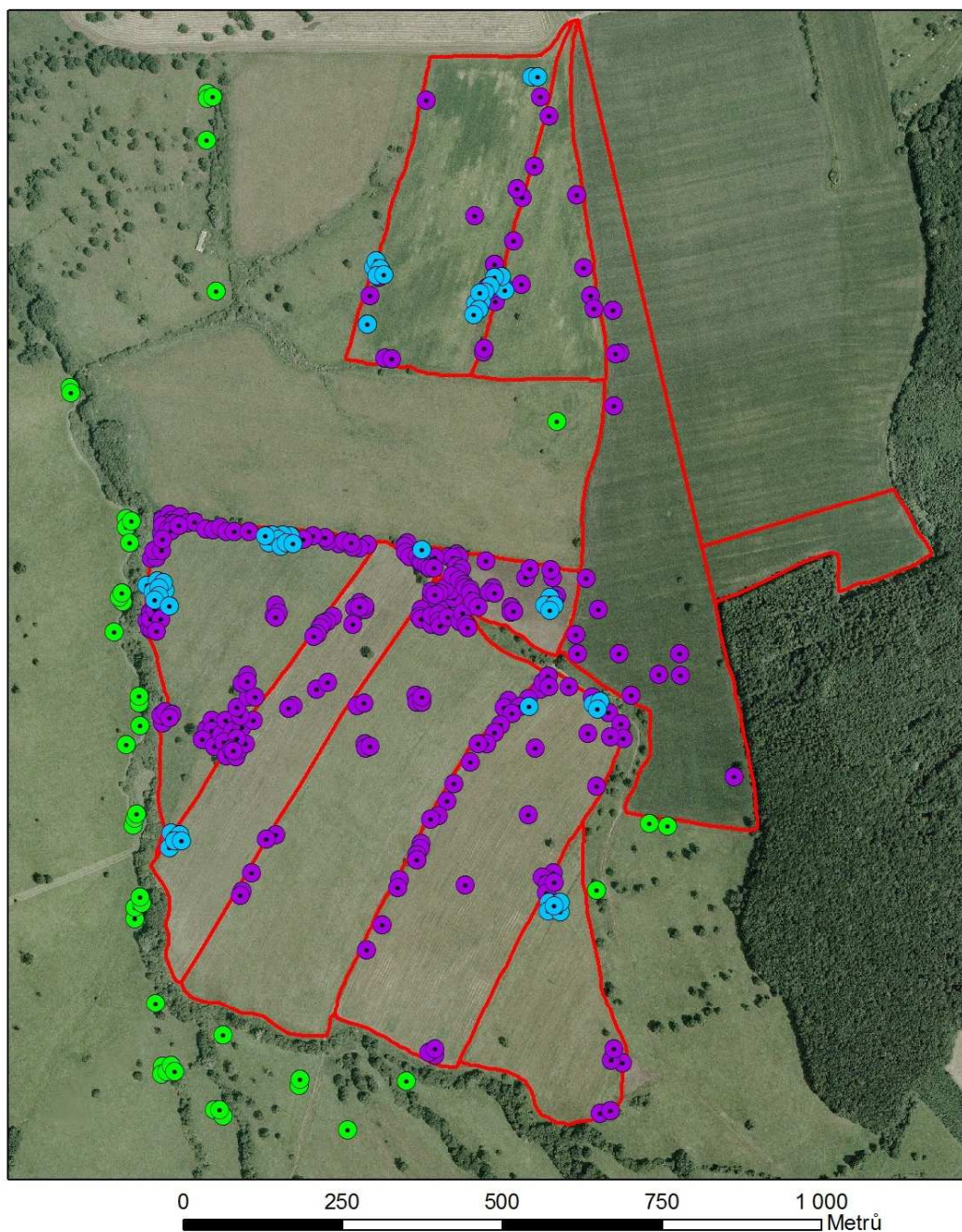
V dalších přílohách na Obr. 19 – 23 naleznete záběry z mapovaných luk a okolí.



Legenda

- Zdroj *Astragalus danicus* 2010
- *Astragalus danicus* 2009
- *Astragalus danicus* 2011
- hranice_ZU

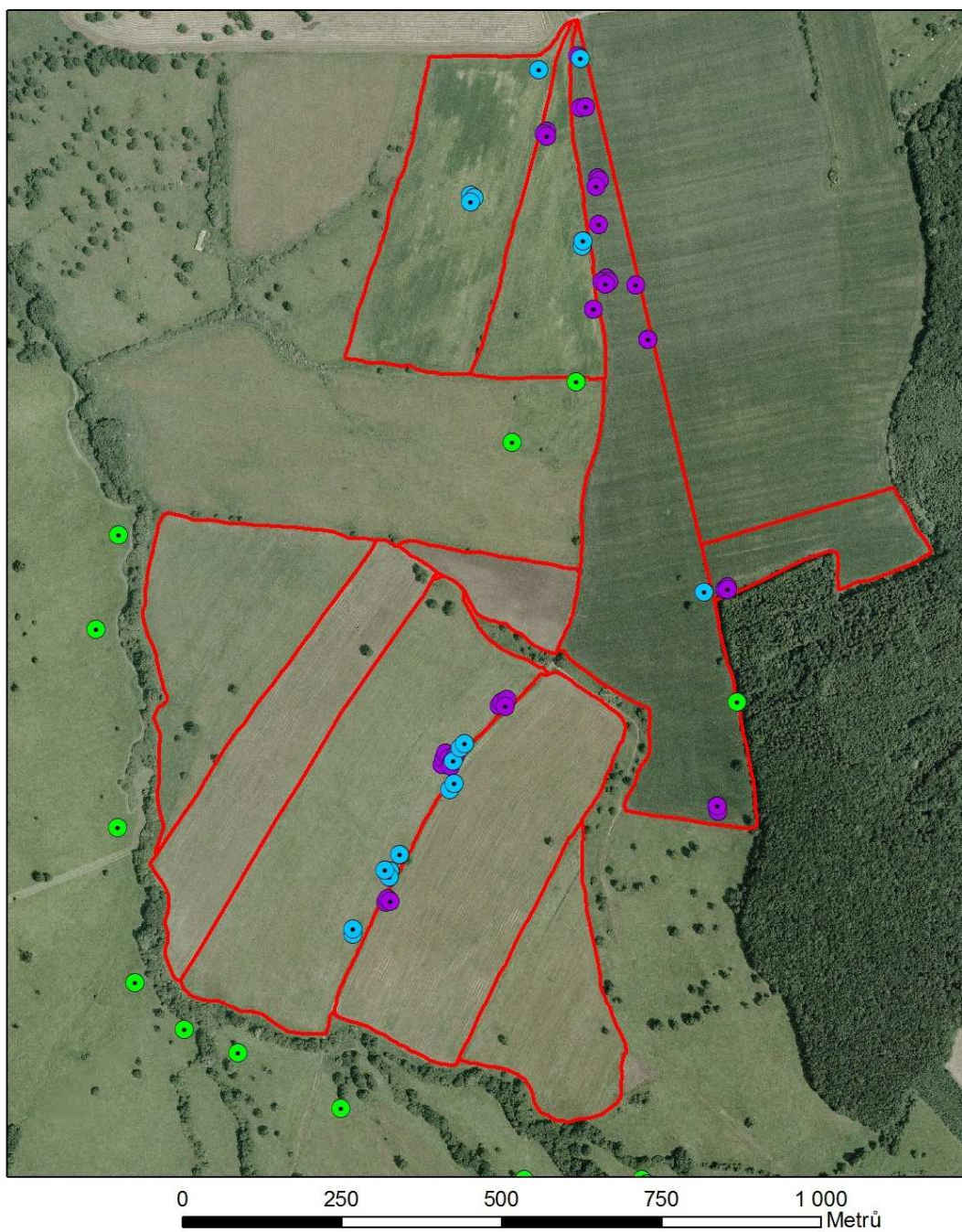
Obr. 6: *Astragalus danicus* a jeho rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Cirsium canum* 2010
- *Cirsium canum* 2009
- *Cirsium canum* 2011
- hranice_ZU

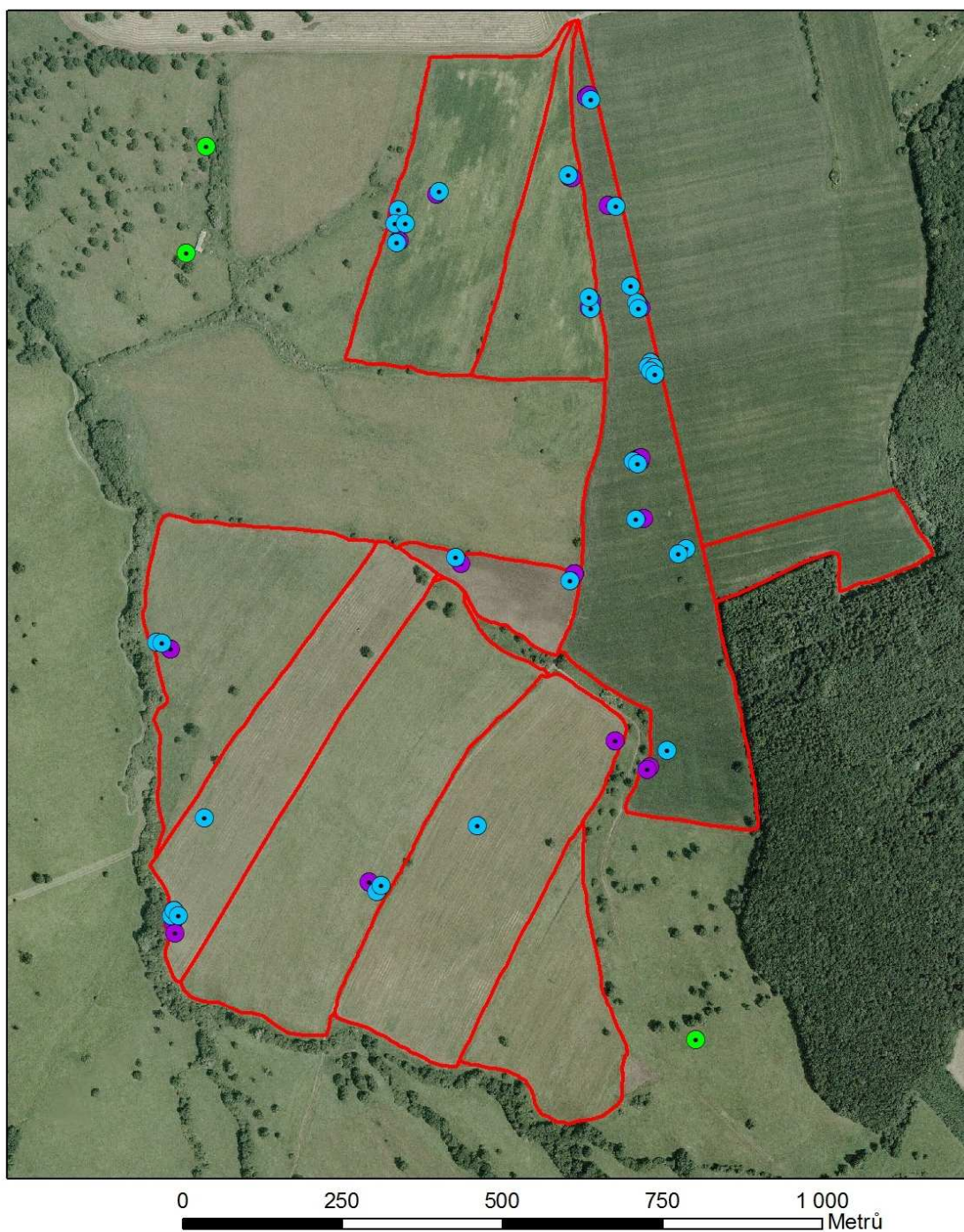
Obr. 7: *Cirsium canum* a jeho rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Euphorbia virgata* 2010
- *Euphorbia virgata* 2009
- *Euphorbia virgata* 2011
- hranice_ZU

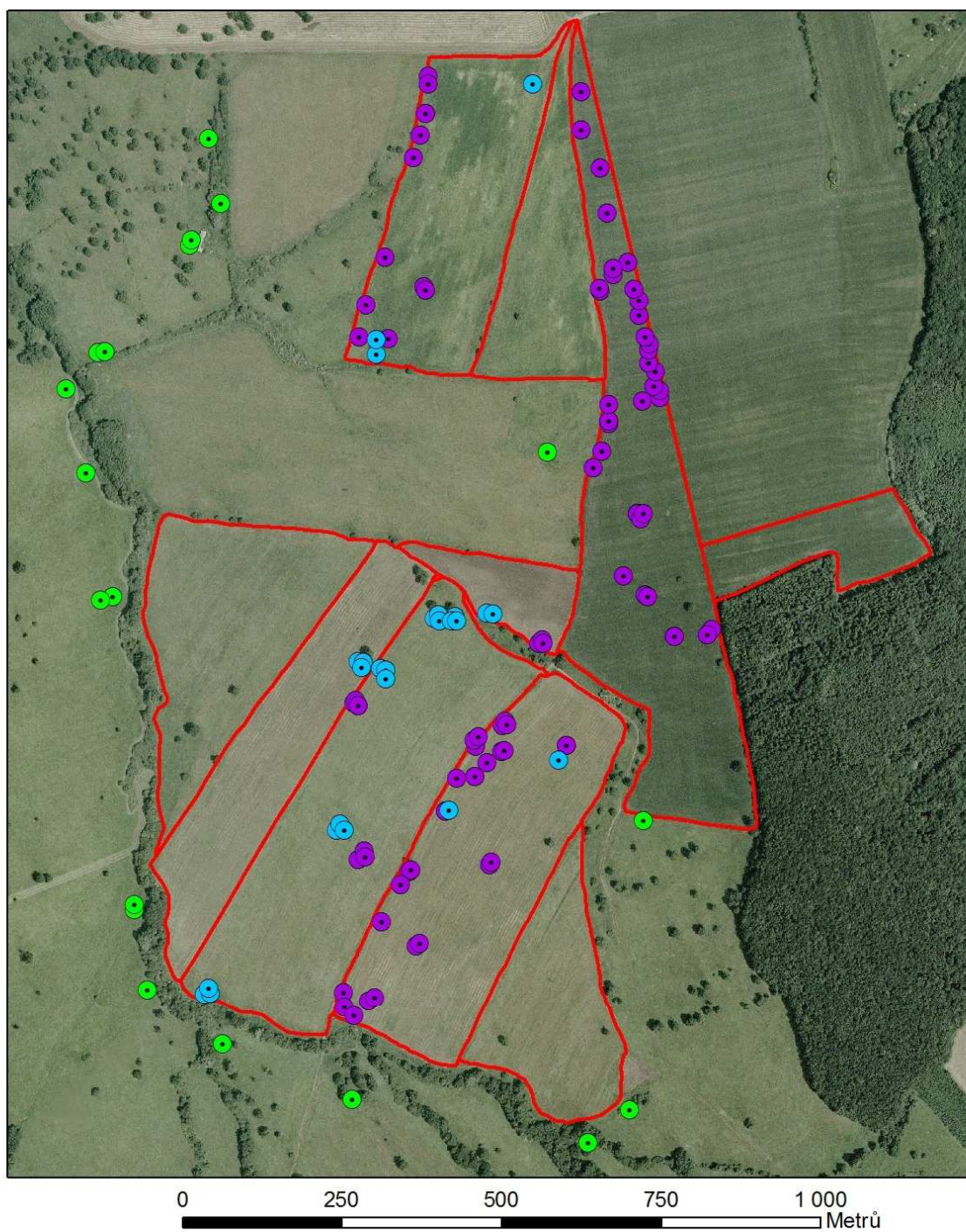
Obr. 8: *Euphorbia virgata* a její rozšíření.



Legenda

- Zdroj Hieracium bauhini 2010
- Hieracium bauhini 2009
- Hieracium bauhini 2011
- hranice_ZU

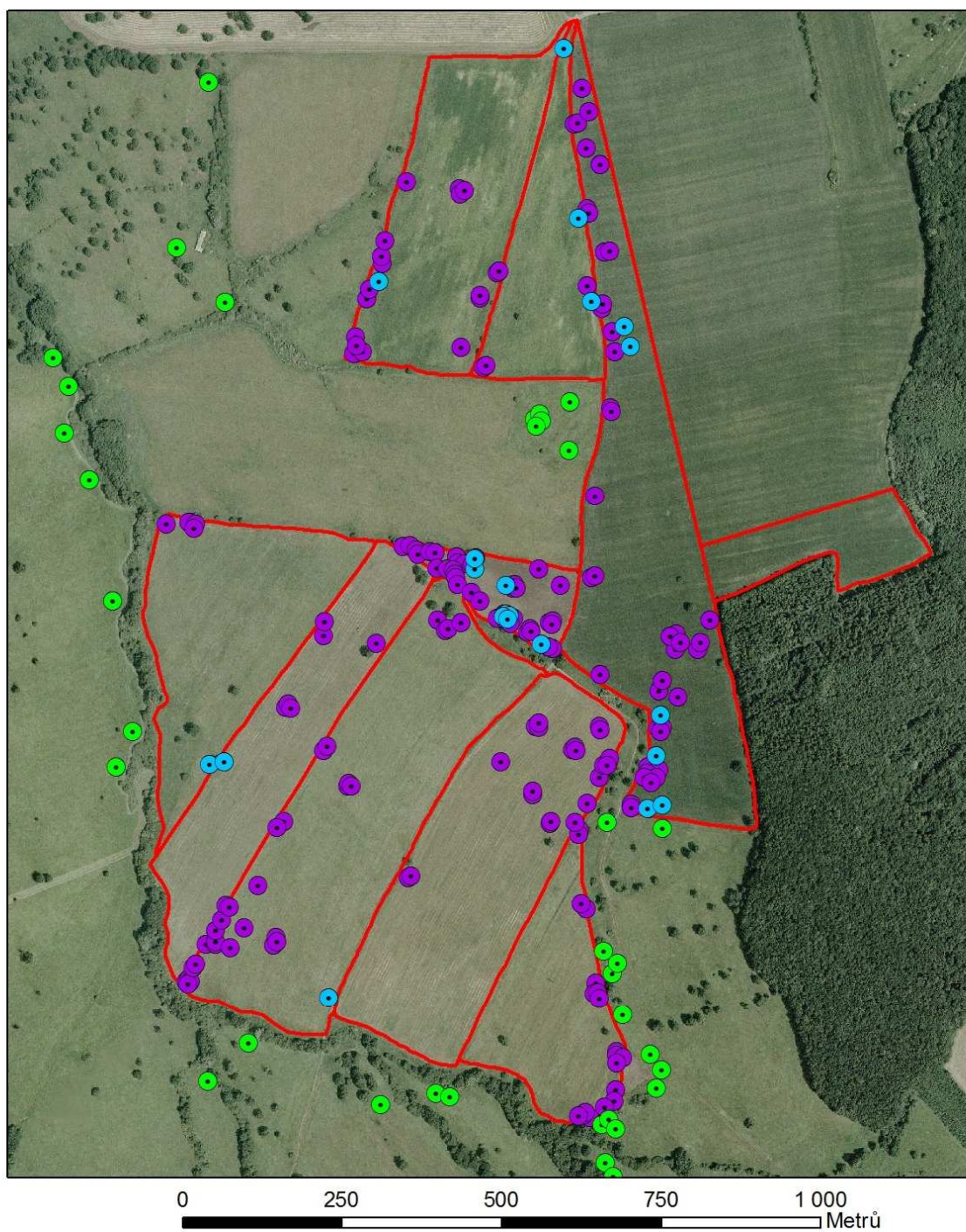
Obr. 9: *Hieracium bauhini* a jeho rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Chamaecytisus virescens* 2010
- *Chamaecytisus virescens* 2009
- *Chamaecytisus virescens* 2011
- hranice_ZU

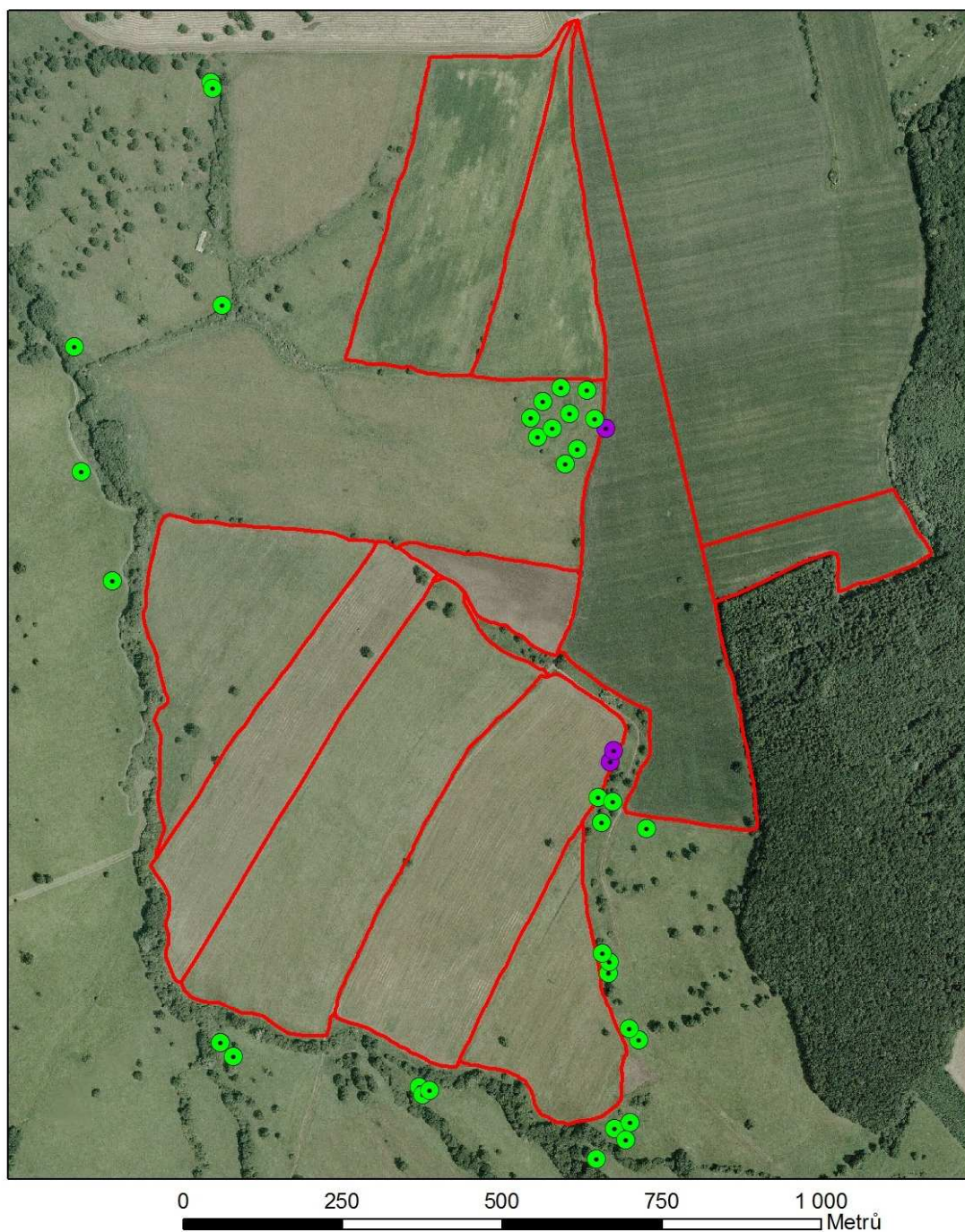
Obr. 10: *Chamaecytisus virescens* a jeho rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Inula salicina* 2010
- *Inula salicina* 2009
- *Inula salicina* 2011
- hranice_ZU

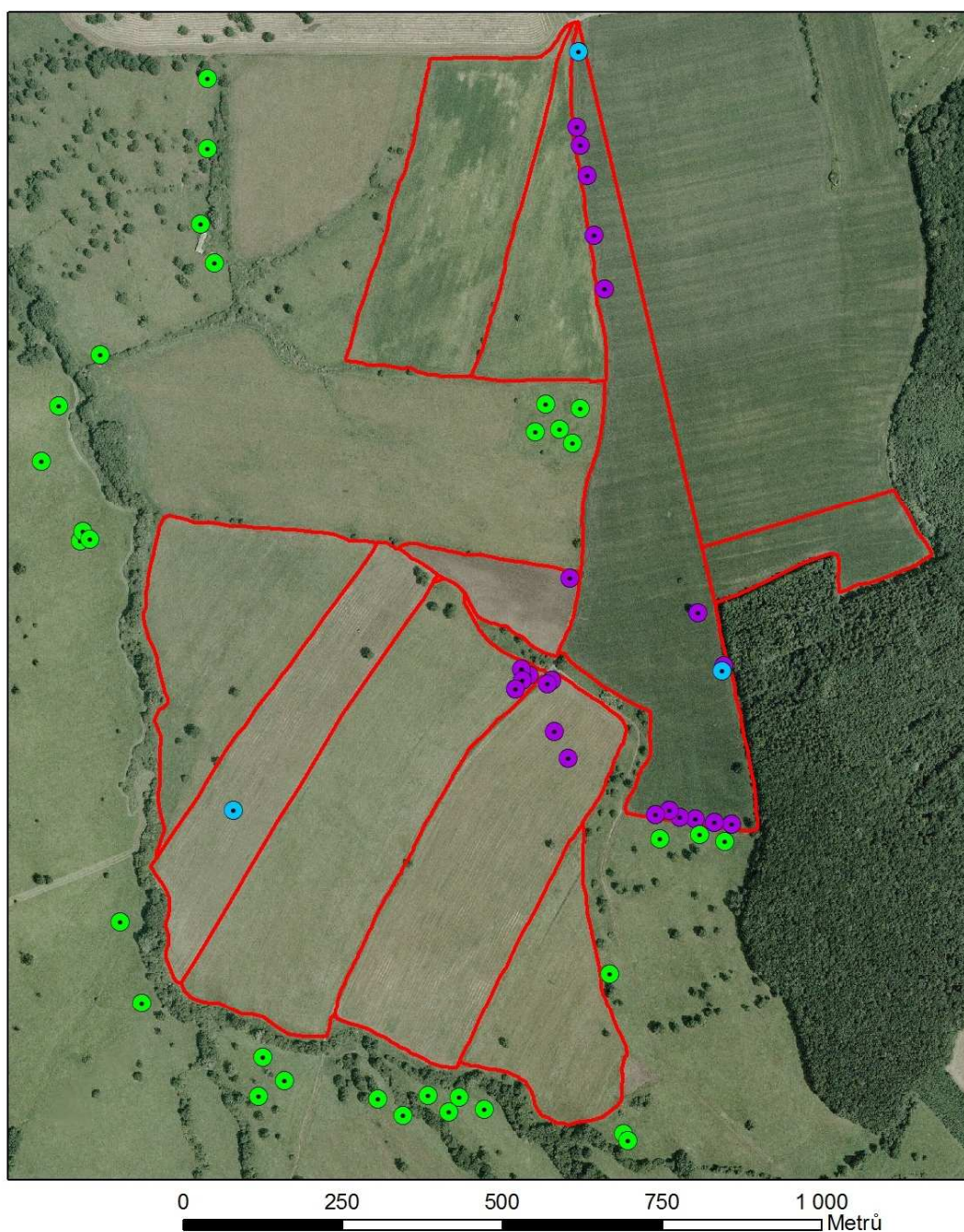
Obr. 11: *Inula salicina* a její rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Potentilla alba* 2010
- *Potentilla alba* 2009
- *Potentilla alba* 2011
- hranice_ZU

Obr. 12: *Potentilla alba* a její rozšíření. v prvním roce nebyli, nalezeny žádné výskyty.



Legenda

- Zdroj *Primula veris* 2010
- *Primula veris* 2010
- *Primula veris* 2011
- hranice_ZU

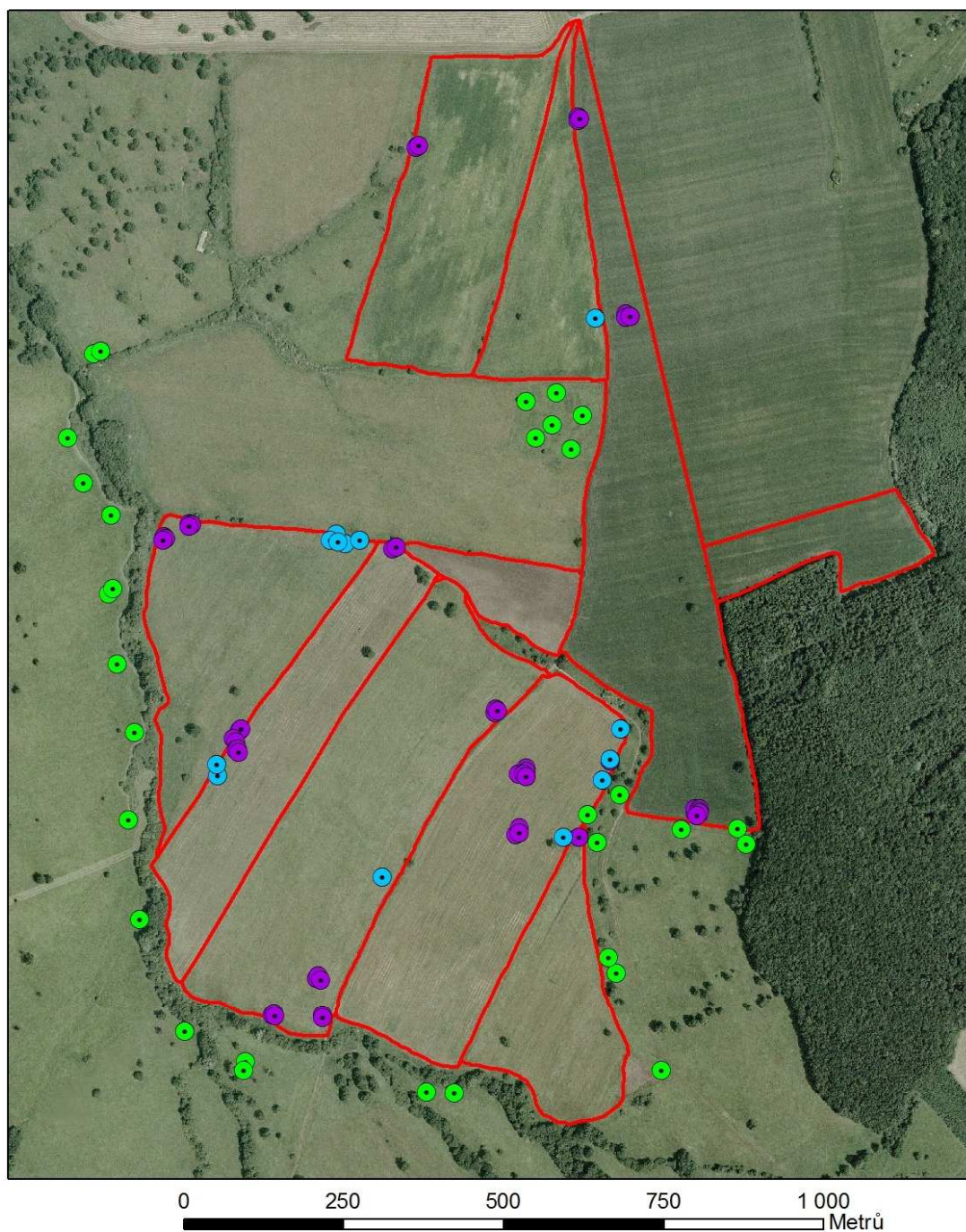
Obr. 13: *Primula veris* a její rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Rhinanthus minor* 2010
- *Rhinanthus minor* 2009
- *Rhinanthus minor* 2011
- hranice_ZU

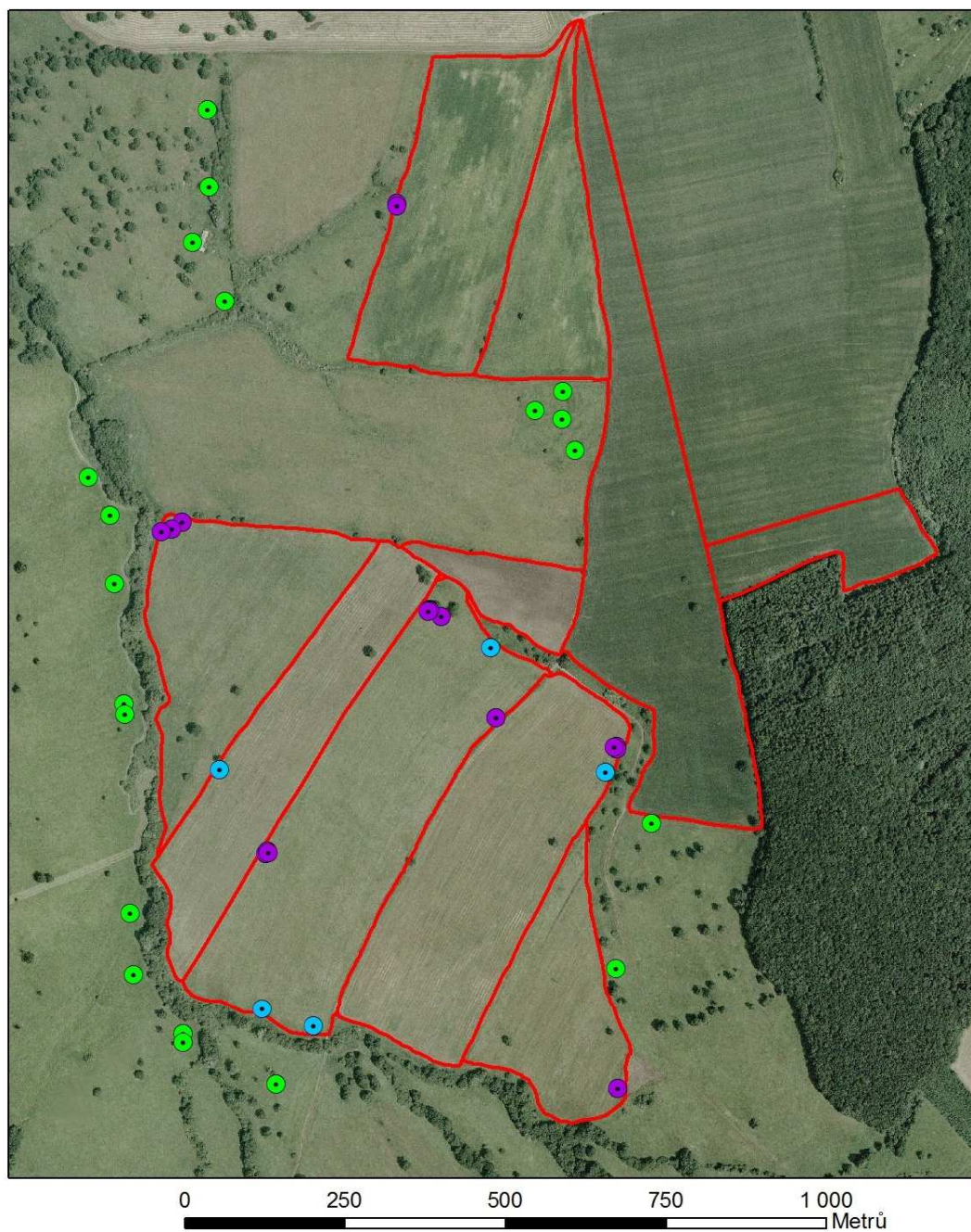
Obr. 14: *Rhinanthus minor* a jeho rozšíření. Zhroucené výskyty na malé loučce po pravé straně jsou plochy Jakuba Těšitele.



Legenda

- Zdroj Sangisorba officinalis 2010
- Sangisorba officinalis 2009
- Sangisorba officinalis 2011
- hranice_ZU

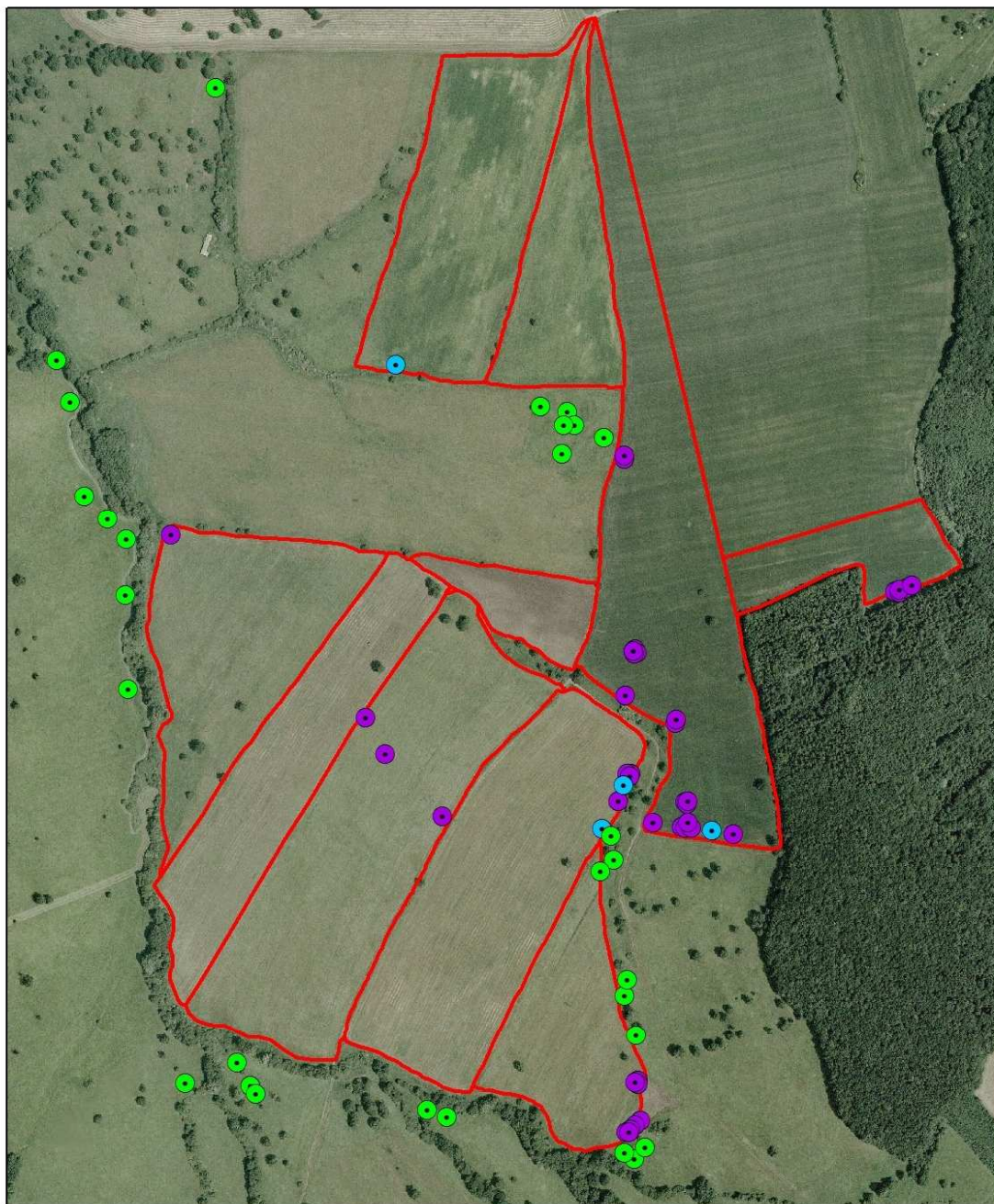
Obr. 15: *Sangisorba officinalis* a její rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Serratula tinctoria* 2010
- *Serratula tinctoria* 2009
- *Serratula tinctoria* 2011
- hranice_ZU

Obr. 16: *Serratula tinctoria* a její rozšíření.

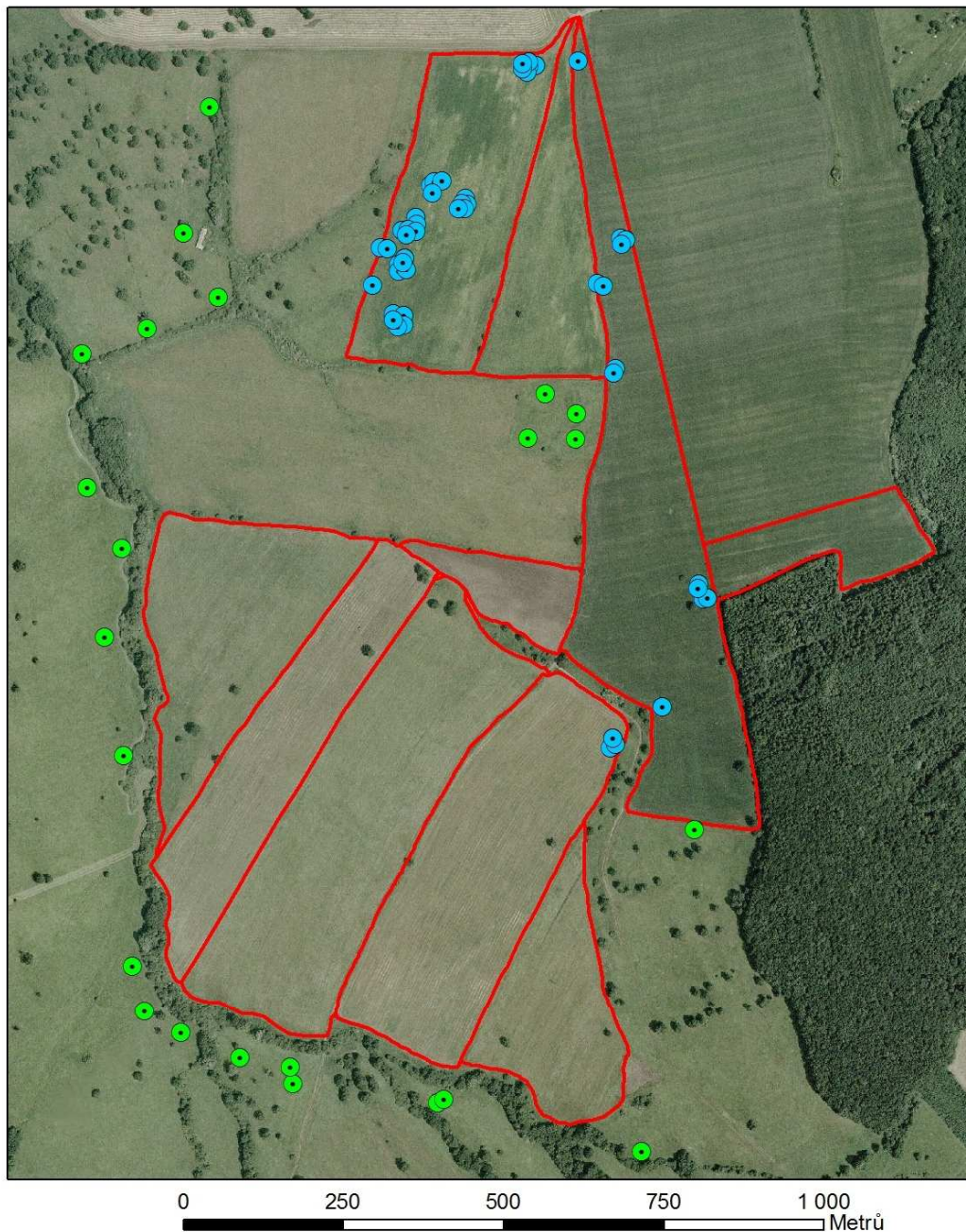


0 250 500 750 1 000
Metru

Legenda

- Zdroj Valeriana colina 2010
- Valeriana colina 2009
- Valeriana colina 2011
- hranice_ZU

Obr. 17: *Valeriana officinalis (colina)* a její rozšíření.



Legenda

- Zdroj *Vicia tenuifolia* 2010
- *Vicia tenuifolia* 2009
- *Vicia tenuifolia* 2011
- hranice_ZU

Obr. 18: *Vicia tenuifolia* a její rozšíření. *Vicia* byla mapována pouze v prvním roce, v roce dva už měla plošné rozšíření, které není zaneseno.



Obr. 19: Pohled na první dvě mapované louky z vrcholu kopce Výzkum.



Obr. 20: Pohled na většinu mapovaných luk a na čertorýjské louky na protějším kopci. k tomu můžeme vidět poměrně výraznou disturbanci cesty. Pohled z vrcholu kopce výzkum.



Obr. 21: Pohled z vrcholu Výzkum na jarní mapované louky. Můžeme vidět i cestu s výraznou disturbancí zřejmě po zimě.



Obr. 22: Mapovaný druh *Primula veris* a jeho poměrně náročné hledání.



Obr. 23: Nejpozději zatravněná plocha (2008). Travní porost ještě není zapojení a množství bylin je minimální. Vyskytují se zde pouze vyseté druhy.