

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Sukcese travních společenstev na opuštěné zemědělské půdě a botanický
inventarizační průzkum studijní lokality Brod nad Labem (východní
Čechy)

Gabriela Pravcová

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. Roman Kalous

Olomouc, 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Romana Kalouse a jen s použitím citovaných literárních zdrojů a vlastních dat.

V Olomouci dne 25. 4. 2018

.....

Podpis

Abstrakt

Studium sekundární sukcese na opuštěných polích bývá častým tématem různých výzkumů. Cílem této práce bylo zhodnotit průběh a charakter sukcese a také roli okrajového efektu na opuštěné orné půdě na studijní lokalitě Brod na Labem, která sousedí s významným zachovalým komplexem teplomilných strání ve východních Čechách, a provést zde botanický inventarizační průzkum celé lokality. Cílem bylo zjistit, zda má vliv vzdálenost trvalého travního společenstva na směřování sukcese na sousedním opuštěném poli a zda má vzdálenost rovněž vliv na druhovou bohatost a druhové složení vegetace na poli.

Pro sledování sukcese byla provedena statistická analýza fytoocenologických snímků v transektech napříč přechodem travního společenstva a opuštěné orné půdy. Výsledky ukázaly, že vzdálenost má obecně velký vliv na průběh obnovy společenstva. Ukázalo se, že fytoocenologické snímky blíže k louce byly louce také podobnější a že druhová diverzita byla v těchto snímcích mírně vyšší, leč tento rozdíl nebyl signifikantní. Dále se ukázalo, že ani počet druhů na louce a na poli nebyl signifikantně rozdílný. Co se týče druhového složení ve snímcích, které byly od louky vzdálenější, převládaly zde jednoleté ruderalní druhy, šířící se převážně pomocí anemochorie. Naopak snímky zapsané na poli blíže louce obsahovaly ve velké míře druhy, které byly typické pro sousední luční společenstvo. Byl prokázán vliv okolních společenstev na průběh sukcese a šíření druhů na nově vznikající vegetaci. Je viditelné, že i po pár letech průběhu sukcese se zarůstající orná půda svým druhovým složením i druhovou bohatostí stále více přibližuje vedlejšímu lučnímu společenstvu a že tak dochází k jeho postupnému rozšiřování, což je nadějný výsledek pro aplikovanou ochranu přírody a ekologickou obnovu travních společenstev.

Klíčová slova: ekoton, ekologická obnova, okrajový efekt, opuštěná pole, ruderalní vegetace, sukcese, šíření druhů

Abstract

A study of secondary succession on abandoned fields is often topic of many researches. The main aim of this paper is to evaluate the process and the character of succession and marginal effect on abandoned field in a study location in Brod nad Labem, which is located near a huge complex of thermophilous hillsides in eastern Bohemia, and do a botany research of all vascular species of plants. The objective is to find out if there is an influence of the distance of persistent grassland on the process of succession in neighbor old field and, moreover, to find out if there is an influence of the distance on the plant diversity and plant structure on the field.

We use an analysis of phytosociological relevés from transects which are situated between the persistent grassland and the old field. The results showed, there is a significant influence of the distance of the grassland on the process of succession. It showed that phytosociological relevés which are closer to the grassland are more similar to the grassland. The plant diversity in these relevés is bigger than in others but it not significantly. The number of species on the grassland and on the old field is not significantly different. In phytosociological relevés, which are situated in a greater distance, there are more often found ruderal species of plants and annual plants, which use wind to disperse their seeds. In the relevés located closer to the grassland, there are more often species of plants typical for grasslands. The influence of adjacent ecosystems on the process of succession and on the seeds dispersal to the newly emerging areas. We can observe that after few years succession the old field is by it is plant richness and plant structure closer to the adjacent grassland and it shows an extension of this grassland, which can be considered as a positive result for natural protection and for the ecological recovery grasslands ecosystems.

Key words: abandonment fields, ecological recovery, ecoton, marginal effect, ruderal vegetation, seeds dispersal, succession

Obsah

Použitá nomenklatura.....	viii
Seznam tabulek	ix
Seznam obrázků	x
Poděkování.....	xi
Úvod.....	1
Sukcese	1
Charakteristika sukcese, klimax	1
Disturbance, typy sukcese.....	2
Konkurence.....	3
Šíření semen.....	4
Životní strategie rostlin.....	5
Opuštěná pole, studium sukcese.....	6
Vliv pastvy na vegetaci	8
Suché trávníky.....	9
Cíle práce	10
Materiál a metody	11
Popis studijní lokality.....	11
Geomorfologické poměry	12
Geologické, pedologické poměry a reliéf.....	12
Hydrologické poměry	12
Klimatologické poměry	12
Fytogeografické zařazení a potencionální přirozená vegetace	13
Sběr dat.....	13
Inventarizační průzkum.....	14
Zpracování a analýza dat.....	16

Výsledky	18
Analýza druhového složení vegetace na přechodu louky a pole	18
Vliv vzdálenosti od louky na druhovou bohatost	20
Změna druhového složení v závislosti na vzdálenosti od louky	23
Inventarizační průzkum	27
Diskuse	32
Závěr	37
Souhrn	38
Literatura	39
Přílohy	44
Příloha A – Přehledové tabulky	44
Příloha B – Fotografie lokality Brod nad Labem	45

Použitá nomenklatura

Nomenklatura druhů v této bakalářské práci odpovídá:

Kubát K, Hrouda L, Chrtek J jun., Kaplan Z, Kirschner J, Štěpánek J. 2002. Klíč ke květeně ČR. Praha: Academia. 928 s.

Seznam tabulek

Tabulka 1 Tabulka druhů zařazených do tří kategorií dle svých odpovědních křivek ...	26
Tabulka 2 Výsledky botanického inventarizačního průzkumu	27

Seznam obrázků

Obrázek 1 Hranice lokality	11
Obrázek 2 Schéma transektu	13
Obrázek 3 Umístění transektů v terénu	14
Obrázek 4 Rozdělení biotopů pro botanický inventarizační průzkum.....	15
Obrázek 5 Ordinační diagram DCA fytoecologických snímků a vybraných faktorů prostředí	19
Obrázek 6 Ordinační diagram DCA druhů a vybraných faktorů prostředí.....	19
Obrázek 7 Regrese počet druhů vs. vzdálenost od louky v metrech.....	20
Obrázek 8 Regrese počet druhů vs. vzdálenost od louky v metrech.....	21
Obrázek 9 Srovnání počtu druhů ve snímcích na poli a na louce	21
Obrázek 10 Porovnání počtu druhů ve snímcích v jednotlivých transektech	22
Obrázek 11 Porovnání počtu druhů ve snímcích na poli, louce a v ekotonu	22
Obrázek 12 Ordinační diagram DCCA fytoecologických snímků	23
Obrázek 13-1. část Odpovědní křivky všech druhů (DCCA)	24
Obrázek 13-2. část Odpovědní křivky všech druhů (DCCA)	25

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla v první řadě poděkovat mému školiteli a vedoucímu práce Mgr. Romanu Kalousovi, který mi byl nápomocen po celou dobu zpracovávání této bakalářské práce. Výrazně mi pomohl od sběru dat v terénu, přes jejich následné zpracování, až po významné a praktické rady a konzultace k této práci. Jsem mu vděčná, že mi ochotně věnoval tolik ze svého času.

Dále bych chtěla poděkovat RNDr. Martinu Duchoslavovi, Ph.D., který mi ochotně pomáhal se zpracováním statistických výsledků do mé bakalářské práce a také s určováním herbářových položek, které jsem sama určit nedokázala. Další poděkování za pomoc při určování rostlin patří Mgr. Martinu Dančákovi, Ph.D., RNDr. Michalu Hronešovi, Doc. RNDr. Bohumilu Trávníčkovi, Ph.D. a RNDr. Radimu Janu Vašutovi, Ph.D. a také bych chtěla poděkovat Mgr. Martině Oulehlové, Ph.D., která mi vždy mile poskytla místo v herbáriu Katedry botaniky při určování rostlin.

V neposlední řadě bych také chtěla poděkovat mé rodině, hlavně mým rodičům Věře a Ivanu Pravcovým, ve kterých jsem měla při zpracovávání této bakalářské práce velkou oporu a také jim děkuji za veškerou podporu při mém studiu na vysoké škole. Další poděkování patří rovněž Kateřině Lamaczové, která mi výrazně pomohla s úpravami v této práci.

Úvod

V této bakalářské práci je řešena problematika sekundární sukcese na opuštěné orné půdě. Jako studijní lokalita bylo vybráno staré pole, na kterém již čtvrtým rokem probíhá řízená sukcese, která je řízena managementem pastvy a kosení. Pole sousedí s významným komplexem suchých stráníků a silně exponovaných teplomilných strání. Snahou je zajistit zde co největší druhovou diverzitu a rozšířit tak stávající sousední travní společenstvo.

Tato bakalářská práce tvoří důležitý podklad pro budoucí diplomovou práci, která se bude zabývat stanovením vhodného typu managementu pro danou lokalitu opuštěného pole, právě pro zajištění a zachování co nejvyšší druhové diverzity.

Sukcese

Charakteristika sukcese, klimax

Sukcese rostlinného společenství je jedním z nejdůležitějších aspektů vegetační ekologie. Může být definována jako nesezonální, směrovaný a kontinuální proces kolonizace a extince druhů populace v dané oblasti (Zhang 2005, Begon et al. 1997). Uvedená obecná definice zahrnuje mnoho sukcesních sledů, které se projevují v různých dlouhých časových úsecích a často jsou výsledkem působení značně odlišných základních mechanismů a mají jiný původ (Begon et al. 1997). Jedná se o velmi různorodý proces, který se liší druhovým složením, charakteristikou lokality či klimatem, a proto neexistuje jednotná ucelená teorie o jeho průběhu (Kahmen a Poschod 2004, Glenn-Lewin et al. 1992).

Zpravidla probíhá od extrémních podmínek prostředí až k mezickému prostředí. Samotným projevem sukcese je změna daných fytocenóz, které směřují od primitivních stádií až k vícepatrové složitější fytocenóze (Moravec et al. 1994). Vlastní směr procesu nejčastěji ovlivňuje, podle předešlých studií, hlavně konkrétní mikroklima a také půdní vlhkost, okolní vegetace a obsah živin a dusíku v půdě. Půdní typ je také důležitým faktorem, a to zejména při průběhu sukcese na opuštěných polích (Prach a Řehouňková 2006). Pro charakterizování obecných procesů v sukcesi můžeme použít funkční vlastnosti rostlin, které reagují na dominantní procesy v ekosystému, namísto konkrétních rostlinných druhů. Výhodou je, že na různé typy vegetace mohou být posléze aplikovány obecné modely směřování tohoto vývoje společenstva a my jsme schopni předpovědět dynamiku vegetace pouze na základě znalosti funkčních vlastností rostlin na dané lokalitě

(Kahmen a Poschlod 2004). Rychlost sukcese záleží na velikosti plochy. Čím je plocha menší, tím proces kolonizace probíhá rychleji (Dovčák et al. 2005, Prach a Řehounková 2006). Celý proces sukcese končí ve chvíli, kdy se složení druhů na daném území již výrazně nemění a už nadále nemodifikuje prostředí pro růst jiných druhů. Klimax je závěrečné stádium, kdy dochází k ustálení rostlinného společenstva a nepůsobí v okolním prostředí změny, které by umožnily vznik společenstva jiného (Clements 1916, Moravec et al. 1994).

Disturbance, typy sukcese

Disturbance se skládá z různých mechanismů, které omezují rostlinnou biomasu tím, že způsobují její částečné nebo úplné zničení (Grime 2001). Disturbance tvoří hlavní zdroj heterogenity prostředí a vytváří ploškovitou mozaiku krajiny. Působí velmi lokálně na různé části krajiny, často krátkou dobu a obvykle nedojde k zasažení celého ekosystému. Rozlišujeme disturbanci biologického typu, kdy je typickým příkladem zasažení lesního porostu kalamitním škůdcem, dále disturbanci fyzikální, kdy se jedná o přírodní katastrofy jako například hurikány, větrné bouře, požáry, povodně, sopečné erupce či činnost člověka, nebo se mohou tyto faktory zkombinovat. Vliv na to, jak bude na daném místě rozsáhlá, má často krajinná mozaika, přičemž v případě vysoké homogenity může podporovat její šíření v krajině. Po tomto ničivém procesu nám v krajině vzniknou volná místa, často i bez vegetačního pokryvu a sukcese začíná opět od začátku.

Rozlišujeme dva základní typy sukcese, a to primární a sekundární. Jestliže obnaženou část povrchu dříve neovlivňovalo žádné společenstvo, tedy je zde pouhý minerální substrát a nenachází se zde žádné organické látky ani semenná banka, nazýváme daný sled procesů sukcesí primární (Begon et al. 1997). Primární sukcese je také významná tím, že kromě osídlování půdního povrchu novou fytocenózou dochází k významnému vývoji půd (Moravec et al. 1994). Povahu nově vzniklé plochy, na které primární sukcese probíhá, významně ovlivňuje disturbance, která celému procesu předchází (Walker a del Moral 2003). Obvykle tedy začíná na půdách velmi chudých nebo tam, kde půda neexistuje vůbec. Patří sem například nově vytvořené písečné přesypy, proud lávy nebo obnažené podloží ustupujícího ledovce (Begon et al. 1997).

Sekundární sukcese probíhá na substrátech, které byly dříve okupovány jinými druhy rostlin, a začíná, když je oblast částečně či úplně zbavena vegetačního krytu z důvodu nějaké disturbance, ale zachovala se alespoň částečně vyvinutá půda se semeny a sporami. Typickým příkladem jsou například opuštěné orné půdy, plochy po požárech

či lesních kalamitách (Begon et al. 1997, Zhang 2005, Moravec et al. 1994). Sekundární sukcese na opuštěných polích je jedním z nejčastějších témat studií na toto téma vůbec (Prach et al. 2014). Druhy se v určitém prostoru a čase vyskytují, jestliže je pro ně lokalita dostupná. Samotná vzdálenost přilehlých ekosystémů hraje hlavní roli při rozhodování, co se na dané lokalitě bude vyskytovat za druhy, tudíž celý krajinný komplex a okolní vegetace je velmi rozhodující. Vyskytují se zde také, jestliže jsou na lokalitě vhodné podmínky a zdroje a jestliže lokalitu předem nečiní neobyvatelnou konkurenti či predátoři daných druhů (Begon et al. 1997, Walker a del Moral 2003, Prach a Řehouňková 2006, Trnková et al. 2010).

V souladu s obecnými pravidly sukcese rostlinných společenstev dochází během tohoto procesu ke zvyšování počtu rostlinných druhů a struktura životních forem rostlin se stává složitější. Během procesu dochází k nárůstu dominantních druhů a jejich role v rostlinné komunitě se stává více signifikantnější. Co se týče struktury a složení životních forem rostlinného společenstva, to se stává složitějším tím, jak sukcese prochází změnami od luk k lesům (Zhang 2005). Během chodu vývoje společenstva je očekávána změna povahy původních mechanismů, které určují místní rozmanitost rostlin (Schleicher et al. 2011). Schopnost přežít závisí u raně sukcesních druhů rostlin na jejich schopnosti se rozšiřovat do dalších narušených míst. Protože však nedokáží konkurovat druhům pozdějším, musí rychle růst a rychle konzumovat dostupné zdroje. Vysoká růstová rychlost je životně důležitou vlastností těchto druhů (Begon et al. 1997). Tudíž zatímco v prvotní fázi sukcese probíhají spíše neutrální a charakteristické rozptylové procesy, poté probíhá silnější reakce ve formě konkurence.

Konkurence

V pozdní sukcesi, kdy konkurenční vyloučení již způsobilo absenci konkurenčně méně zdatných druhů v rámci celého rostlinného společenstva, může být komunita charakterizována některými konvergenčními znaky, jako je například velká plocha listové čepele či větší výška rostlin. Předpokládá se, že konvergence bude vycházet z přítomnosti skupiny silně konkurenceschopných rostlin. V pozdějších fázích by konkurenční vyloučení mělo mít za následek konvergenci v rámci celé komunity směrem k rysům, které naznačují silný konkurenční efekt (Schleicher et al. 2011). Pozdně sukcesní druhy mohou být úspěšné proto, poněvadž dobře snášejí stín a jsou schopny růst i při nízké intenzitě světla. Rostou sice pomalu, avšak přece jen rychleji než druhy, které nahradily. Postupně se zvětšuje celková rostlinná biomasa, a proto klesá množství světla, které

pronikne na půdní povrch (Begon et al. 1997). Předpokládá se posun od velkého významu šířitelnosti semen a jednoletého životního cyklu v iniciálních stádiích sukcese k velké důležitosti kompetičních vlastností a delšího životního cyklu v pozdních stádiích (Schleicher et al. 2011, Begon et al. 1997).

Konkurenceschopnost rostlin je charakterizována kombinací jejich různých vlastností. Musíme vzít však v úvahu, že daná vlastnost sama o sobě není diagnostikou vysoké nebo nízké konkurenceschopnosti. Mezi typické znaky, které významně ovlivňují konkurenceschopnost rostlin, patří například velikost zásobních orgánů, výška rostliny, délka listů, plocha listové čepele, délka kořenů či růstová rychlost (Grime 2001, Douma et al. 2012). Velikost listů je výrazně spojována s konkurencí o světlo, avšak při některých studiích bylo prokázáno, že se velikost listu, a s ním i jeho fotosyntetická aktivita, během sukcese neustále zvyšuje a snižuje dle potřeby. Na základě těchto zjištění poté můžeme konstatovat, že vývoj těchto listových vlastností není primárně ovlivněn konkurencí o světlo, ale i například úživností či vlhkostí půdy (Douma et al. 2012). Hlavními zdroji, o které rostliny nejčastěji kompetují, jsou jednoznačně světlo, voda, půdní živiny a životní prostor.

Šíření semen

Primární sukcese začíná vstupem semen, spor a organických materiálů nebo pomocí vegetačního šíření z přilehlých habitatů. Semenná banka je naopak rozhodující při sekundární sukcesí, protože má vliv na počáteční složení vegetace (Walker a del Moral 2003, Milberg 1995). V semenné bance však nejsou uložena jen semena a spory, ale mohou se zde nacházet i vegetativní části rostlin, které se zde dříve vyskytovaly. Po zániku původní vegetace v místech, kde nyní začíná sekundární sukcese, se v půdě mohla zachovat až čtvrtina původních druhů rostlin na dané lokalitě (Blackenhagen a Poschlod 2005). Počet druhů v semenné bance se v čase mění a postupem času se semena rozkládají. Jakou dobu se dokáže semeno v půdě udržet, záleží na tom, jak dlouho se tam již nachází a také na tom, jak dlouho je již půda zbavena původního vegetačního krytu (Blackenhagen a Poschlod 2005, Walker a del Moral 2003). Role uchování semen v semenné bance, která je pro rostliny v prvních fázích sukcese jistou regenerační strategií, však postupem času klesá, protože v pozdních fázích procesu je již méně důležitá (Douma et al. 2012, Prach et al. 1997, Kahmen a Poschlod 2004). Semena v půdní bance můžeme rozdělit do tří základních kategorií. Semena přechodná, která v půdě přežijí kratší dobu než jeden rok, semena krátkodobá, která se v semenné bance

mohou zachovat až pět let a poslední kategorií jsou semena dlouhodobá, jejichž doba přežití v půdní bance může být až přes pět let (Blackenhagen a Poschlod 2005, Poschlod a Jackel 1993).

Nejúspěšnějšími a nejrychlejšími kolonisty nových substrátů jsou druhy rostlin, které mají mimo výborného zachování svých semen v půdní bance i vlastnosti příznivé pro snadné rozšíření jejich semen z okolní vegetace. Způsob rozptylování semen je také velmi důležitou adaptací. Mnoho semen dopadá přímo pod mateřskou rostlinu a mnoho druhů má schopnost rozptýlení pouze na velmi krátkou vzdálenost od mateřské rostliny, protože tam je zaručena vyšší úspěšnost klíčení, než ve větší vzdálenosti od ní (Walker a del Moral 2003). Jelikož se na stanovišti již mateřská rostlina nachází, panují zde vhodné podmínky pro rozšíření daného druhu, tudíž se semena s velkou pravděpodobností nedostanou do nevhodného biotopu. Tyto druhy ale nejsou moc dobrými kolonizátory nových míst. Šíření semen větrem neboli anemochorie, se považuje za hlavní vektor v počátečních fázích primární sukcese, zatímco rozšiřování semen například pomocí ptáků hraje významnou roli v pozdější fázi, například v keřových komunitách (Schleicher et al. 2011, Walker a del Moral 2003, Klauisová 1978). V prvotních fázích vývoje společenstva jsou tedy obvykle spíše přítomny druhy rostlin, které vytvářejí velké množství malých lehkých semen, které se snadno šíří větrem a v pozdější fázi přicházejí na řadu druhy s většími a relativně rychle klíčovými semeny, které přežívají mezi primárními kolonisty jako efemery a snaží se rozptýlit na dané ploše (Grime 2001, Walker a del Moral 2003, Nathan et al. 2002, McIntyre et al. 1995, Osbornová et al. 1990). V některých studiích (Douma et al. 2012, Kahmen a Poschlod 2004) bylo prokázáno zvyšování hmotnosti semen v průběhu sukcese a také korelace mezi hmotností semen a výškou rostliny.

Životní strategie rostlin

Životní strategie rostlin charakterizuje, jak je rostlina schopná zvládat kombinaci stresu a disturbance. Jedná se o CSR teorii, která nám rostliny rozděluje do tří skupin. První skupinou jsou C-stratégové neboli silní konkurenti, dále S-stratégové neboli stresu tolerantní rostliny a poslední R-stratégové jako ruderální druhy. R-stratégové byly popsány jako ruderální druhy, které se objevují mezi prvními na nových substrátech při sekundární sukcesí a jsou typické tím, že produkují velké množství malých semen, často i opakovaně během vegetačního období a často mají trvalou semennou banku. Tyto druhy jsou odolné proti stresu a snesou velkou disturbance. Naopak C-stratégové produkují

méně větších semen, často se mohou šířit vegetativně a snášíjí pouze nízký stres a nízký stupeň disturbance. S-stratégové byly popsány jako druhy, které tvoří finální vegetaci při konečných fázích sukcese a jsou schopni snést i vysoký stres a malou disturbanci (Ecke a Rydin 2000, Glenn-Lewin et al. 1992, Osbornová et al. 1990, Campbell a Grime 1992)

Opuštěná pole, studium sukcese

V České republice i v Evropě dochází čím dál tím častěji k zánikům orné půdy (Kahmen a Poschlod 2004, Prach 2006). Často dochází k jejich následnému zasetí komerční travní směsí či v lepším případě k zasetí regionálních směsí, jejíž složení je blízké dané fytogeografické oblasti. Karel Prach (2006) uvádí, že v takových případech je velmi vhodné ponechat opuštěnou ornou půdu samovolnému vývoji a dát volný průchod spontánní sukcesí, kdy se kolem osmého roku začne vyvíjet polopřirozený travní porost. Po vzniku tohoto polopřirozeného travního porostu se může použít na dané stanoviště management ve formě extenzivní pastvy či kosení. Spontánní sukcese je obecně považována za vhodný způsob obnovy ekosystémů a narušených lokalit (včetně míst silně ovlivněných lidskou činností) a měly by mít přednost před umělou technickou rekultivací daných stanovišť (Prach 2006, Prach et al. 2013). Ve většině případů vede sukcese k mladému lesnímu společenstvu, které se objevuje zhruba po dvaceti letech, s výjimkou vlhčích a mokřích stanovišť, kde může být růst dřevin omezen. Toto lesní společenstvo může být někdy méně cenné než otevřené stanoviště, proto je někdy žádoucí spontánní sukcesí zpomalit pastvou, kácením dřevin či odstraňováním keřů. To znamená, že poté mluvíme o řízené či blokované sukcesí (Prach et al. 2013). Všechna sukcesní stádia neodmyslitelně patří do přirozené krajinné mozaiky, každé z nich je zdrojem různého typu druhové diverzity, a proto je třeba všechny v krajině udržet (Sádlo 2009).

Na opuštěných polích, kde probíhá spontánní sukcese, bylo provedeno již mnoho studií. Jelikož toto studium je složité z časového hlediska, většina vzniklých studií byla prováděna na několika lokalitách s podobnými podmínkami, či na lokalitách, kde byly vytyčené trvalé plochy právě pro výzkum sukcese (Prach et al. 2014). Většina studií je prováděna pouze v menším, lokálním měřítku a jen málo z nich se věnuje výzkumu sukcese v širším krajinném kontextu.

Významná studie (Prach et al. 2014), která byla zaměřena na široké krajinné měřítko a brala v potaz přírodní faktory jako je nadmořská výška, fytogeografická oblast,

typ substrátu, půdní vlhkost a také stáří pole (dále jen „věk“) ukázala, že sukcese, která probíhala na sušších stanovištích opuštěných polí, směřovala postupně k travinným křovinatým porostům, na vlhčích stanovištích směřovala k lesním společenstvům a na vlhkých místech se očekával vývoj bažinných společenstev s dominancí vrby. Ukázalo se, že samotné druhové složení starých polí je nejvíce ovlivněno interakcí mezi věkem a půdní vlhkostí a také interakcí věku a půdní vlhkosti, navíc podmíněné typem substrátu a nadmořskou výškou. Bylo také prokázáno, že počet druhů se během sukcese zvyšuje (Prach et al. 2014, Prach et al. 2013, Trnková et al. 2010). Na druhou stranu však bylo také prokázáno, že celkový počet druhů klesá s rostoucí půdní vlhkostí stanoviště. Celkový počet druhů během sukcese ale může i kolísat. Minima nastávají, když dojde k dominanci druhu, který je silným konkurentem a maxima se objeví, když silný konkurent ustoupí. Tudíž lze říci, že konkurenční vyloučení působí proti vzrůstajícímu trendu počtu druhů (Prach et al. 2013). Půdní vlhkost má podle mnoha studií největší vliv na druhové bohatství (Prach et al. 2013, Trnková et al. 2010). Vlhkost je obvykle výrazně ovlivněna mikroreliéfem a klimatem, které souvisí s nadmořskou výškou (Ellenberg 1988). Tyto výsledky, které byly analyzovány v širokém krajinném měřítku, ukázaly prakticky stejné směřování sukcese jako výsledky analýz prováděných na lokálních měřítcích. Například vliv vlhkosti byl signifikantní již při předešlých studiích, které byly na toto téma pořízeny, a to při nejmenším ve výzkumech ze střední Evropy (Douma et al. 2012, Osbornová et al. 1990, Prach et al. 2014, Walker a del Moral 2003). Také stáří pole má velký vliv na samotný průběh sukcese (Prach a Řehouňková 2006, Prach et al. 2014).

Podle dalších studií, které byly zaměřeny již na přítomnost konkrétních druhů na polích, kde probíhala spontánní sukcese, bylo zjištěno, že jsou na mírně vlhkých stanovištích opuštěných polí obvykle přítomné druhy trav jako například *Arrhenaterum elatius*, který bývá dominantní, dále *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* a *Poa pratensis*. Často nebývají výjimkou ani invazní druhy jako je *Calamagrostis epigejos* či *Solidago canadensis*. Mezi nejčastější zprvu nalétlé druhy dřevin na středně vlhká opuštěná pole patří zpravidla *Crataegus* spp., *Prunus spinosa* a *Rosa* spp. (Cramer 2007, Dostálek 2008). Počet druhů dřevin narůstá s rostoucí teplotou a snižujícími se srážkami (Kahmen a Poschlod 2004, Douma et al. 2012). Co se týče ruderalních druhů na stanovištích, bylo zjištěno, že primární či sekundární typ sukcese nemá vliv na to, jak sukcese probíhá a kam směřuje (Prach et al. 2001).

Kahmen a Poschlod (2004), kteří se při svém výzkumu průběhu sukcese na opuštěných polích zaměřili na funkční vlastnosti rostlin, aby díky nim mohli stanovit

obecné směřování sukcese, prokázali, že například druhy rostlin s lodyhou byly zvýhodněny na úkor druhů s přízemní listovou růžicí. Druhy s přízemní listovou růžicí (hemikryptofyty) si i přes tuto nevýhodu zachovaly relativně vysokou hojnost. Dále zjistili, že během sukcese docházelo k mírnému nárůstu druhů s vysokou specifickou listovou plochou (SLA – specific leaf area), avšak tato reakce nebyla statisticky signifikantní. Během sukcese byl pozorován významný nárůst jednoletých a dvouletých druhů rostlin, kdežto vytrvalé rostliny na postup sukcese výrazně nereagovaly. Výška rostlin s postupující sukcesí rostla (Douma et al. 2012).

Obecně lze říci, že různé ekosystémy se při průběhu sukcese přiblížily ke stejným průměrným hodnotám, co se týče jejich vlhkosti půdy. Tedy mokré ekosystémy se během sukcese vysušovaly a velmi suché ekosystémy se naopak zvlhčovaly. Dále bylo zjištěno, že v mokřích ekosystémech se snížila dostupnost živin a v ekosystémech, kde bylo živin málo, se naopak zvýšila její dostupnost (Douma et al. 2012).

Vliv pastvy na vegetaci

Zhruba kolem osmého roku působení sukcese na opuštěnou ornou půdu se zde začne formovat polopřirozený travní porost, na který je již vhodné aplikovat nějaký management. Jako velmi vhodným managementem je právě pastva. Pastva brání neřízenému zarůstání lokality a náletu dřevin. Samotná studijní lokalita v Brodě nad Labem je extenzivní pastvinou. Díky pastvě můžeme pozastavit sukcesí na chtěném stádiu a dojde k narušení půdního povrchu a tím k omezení rozrůstání konkurenčně silných druhů rostlin (Hanousek a Číp 2016, Prach 2006). Jedná se o jednu z nejpřirozenějších metod managementu. Bez vlivu pastvy by se sukcesní procesy odblokovaly a vývoj ekosystémů by se postupem času blížil sekundárním lesním společenstvům. Díky pastvě mohou převládat rostliny pro zvířata nechutné, jedovaté či trnité. Kvůli tomu, že se však na lokalitě tyto druhy zachovávají, tím vytvoří ochranu pro druhy jiné, pro zvířata chutné, ke kterým se však nedostanou a nedojde k okusu. Z tohoto důvodu poté vzrůstá druhová bohatost. Výhodu mají druhy, které se šíří snadno vegetativním způsobem a které tím pádem dokáží lehce regenerovat po okusu. Jedná se například o rod *Agrostis*, *Lolium*, *Alopecurus* či *Festuca* (Buček 2000, Dostálek a Frantík 2008, Ellison 1960).

Dostálek a Frantík (2008) při svém výzkumu potvrdili, že po působení pastvy na suché trávníky se signifikantně zvýšila jejich druhová diverzita. Zejména se poté projevil nárůst druhů z vegetační jednotky *Festuco-Brometea* a také druhů ruderálních a nitrofilních. Růst počtu nitrofilních a ruderálních druhů se může jevit jako problém či nevýhoda tohoto typu managementu, ale tento růst nepřekročil tolerovanou úroveň a docházelo k němu nejvíce již při prvním roce zavedení pastvy, po čemž se počet těchto druhů ustálil. Tvrdí, že extenzivní pastva může udržet vegetaci suchých stráníků ve výborné kondici. Největší změny při složení druhové diverzity byly zaznamenány v prvních čtyřech letech pozorování, kdežto po delší době docházelo spíše ke stabilizaci a druhové složení se již mnoho neměnilo. Souhrnně lze říci, že k největšímu efektu pastvy dochází v prvním roce. Docházelo také k postupnému úbytku druhu *Arrhenatherum elatius*, který se expanzivně šíří.

Suché trávníky

V České republice se suché trávníky nacházejí zejména v severních, středních a východních Čechách a také na jižní a střední Moravě. Brod nad Labem je právě jedním z míst ve východních Čechách, kde se suché trávníky nacházejí. Jedná se o biotopy stepního charakteru, ve kterých jsou ve velkém množství zastoupeny suchomilné a teplomilné druhy rostlin, nenáročné na živiny a vytrvalé. Patří mezi botanicky nejbohatší a nejcennější biotopy. Můžeme zde často najít velké množství vzácných a chráněných druhů rostlin. Dominantními jsou nejčastěji trsnaté či výběžkaté druhy trav. Jsou to travinná společenstva, která se nejčastěji vyskytují na jižně orientovaných stanovištích. Půdy jsou zde většinou mělké, ale i hluboké, zpravidla chudé na živiny, ale dost často bohaté na vápník. Dnes se však jedná o velmi ohrožené biotopy, a to zejména kvůli jejich vzrůstající fragmentaci v krajině, proto je potřeba jim věnovat zvýšenou pozornost (Chytrý et al. 2010, Kalous 2012, Kalous 2014, Poschlod et al. 2002).

Cíle práce

Cílem této práce je zhodnotit vliv vzdálenosti nejbližšího existujícího travního společenstva na rychlost, průběh a charakter sukcese na přilehlém opuštěném poli a také zjistit, jak se mění druhová diverzita s rostoucí vzdáleností od louky. Jedná se o jedinečnou možnost studování sukcese na opuštěné zemědělské půdě, s možností aplikovat výsledky výzkumu v ochranářské praxi při rozšiřování a obnovování luk nebo při rekultivacích těžebních prostor a podobných biotopů. Pochopení vztahů mezi okolní vegetací a průběhem sukcese může vést k lepší obnově daného narušeného místa. Cílem tedy je zpracování fytoocenologických snímků napříč přechodem existujícího travního společenstva a jejich následné zhodnocení.

Předpoklad je, že čím blíže louce se bude daný fytoocenologický snímek nacházet, tím bude mít větší druhovou bohatost než snímek vzdálenější. Dalším předpokladem je, že významnost druhů, které jsou typické pro sousední travní společenstvo, bude s rostoucí vzdáleností od louky klesat a směrem do pole bude naopak růst počet druhů typických pro ruderalní vegetaci. Dle obecně platných pravidel sukcese se domnívám, že ve větší vzdálenosti od louky budou převládat druhy, které mají schopnost se dobře šířit větrem a jsou velmi dobrými prvotními kolonizátory nových substrátů.

Dalším cílem je zpracování botanického inventarizačního průzkumu dané lokality. Zaznamenat všechny zde se vyskytující druhy cévnatých rostlin a také zaznamenat výskyt ohrožených a chráněných druhů rostlin. Tento inventarizační průzkum poté může sloužit jako podklad pro zpracování ochranářského plánu dané lokality či pro stanovení vyhovujícího ochranného režimu. Díky inventarizačnímu průzkumu můžeme sledovat současný stav vegetace na dané lokalitě a po uplynutí určitého časového období zaznamenat případné změny, které v něm mohly nastat.

Materiál a metody

Popis studijní lokality

Lokalita se nachází v Královéhradeckém kraji, v okrese Náchod, na východním okraji obce Brod nad Labem. Jedná se o významný rozsáhlý komplex zachovalých teplomilných strání svého druhu ve východních Čechách, kde se většinou zachovaly pouze malé fragmenty podobných biotopů, tudíž se jedná o velmi cenné území (obr. 1).



Obrázek 1 Hranice lokality

Lokalita je registrovaným významným krajinným prvkem (VKP), a to z důvodu přítomnosti trvalých travních porostů. VKP zde bylo vyhlášeno roku 1993. Od roku 2003 zde pravidelně probíhají asanační práce, které lokalitu udržují. Jedná se o vyřezávání náletových dřevin, pravidelné kosení travních porostů a v neposlední řadě také pastva, která je zde velmi významným managementem. Pastva smíšeného stáda koz a ovcí zde probíhá rotačním způsobem, kdy se střídá doba pasení dvou a více částí pastviny (Hanousek a Číp 2016).

V severovýchodní části této lokality se nacházelo donedávna pole, které se roku 2014 přestalo obdělávat. Od té doby samovolně zarůstá a probíhá zde proces řízené sukcese, čímž se postupně přeměňuje na travní porost a je udržováno pastvou a kosením. Bývalé pole směřuje od ruderální bylinné vegetace (biotop X7) k hodnotnějším společenstvům mezofilních či suchých trávníků. V prvních letech byla plocha osidlována hlavně jednoletými a dvouletými plevely (*Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Daucus carota*, *Elymus repens*, *Equisetum arvense*, *Calamagrostis epigejos* ale i invazivní

Solidago canadensis a *Erigeron annuus*) a také *Tricicum aestivum*, která přetrvávala z předchozího zemědělského hospodaření (Hanousek a Číp 2016).

Geomorfologické poměry

Z geomorfologického hlediska je lokalita situována v subprovincii Východočeské tabule, v geomorfologickém celku Orlická tabule a podcelku Úpsko-metujská tabule (Geoportál ČÚZK 2018).

Geologické, pedologické poměry a reliéf

Nadmořská výška je zde 270-314 m n. m. Nalezneme tu svahy s jižní expozicí, které se vyznačují se vysokou svažitostí. Část lokality je orientována severozápadním směrem, kde jsou svahy o něco mírnější. Horní část lokality je rovinnatá a málo členitá.

Geologickým podkladem jsou slínovce a území má proto zásaditý charakter. Slínovce místy vystupují i na povrch, konkrétně v západní části lokality a v jejím těsném okolí. Horní rovina je tvořena říčními náplavy řeky Labe, tudíž zde nalezneme převážně štěrkovité půdy s křemennými valouny. Štěrkový náplav má mocnost místy jen 30-50 cm. Leží na nepropustném podloží tvořeném slínovitými půdami s velkým obsahem jílovitých částic, které pak přechází v podloží tvořené slínovci. Půda je zde středně skeletovitá a na většině území hluboká až středně hluboká (Hanousek a Číp 2016).

Hydrologické poměry

Na lokalitě se nenacházejí žádné vodní toky a také nemá žádnou vazbu na podzemní vodu, nachází se ve spádové oblasti řeky Labe. Na náhorní rovině jsou nepropustné vrstvy, které zabraňují vsaku povrchové vody, a díky tomu se místy drží dešťová povrchová voda (Hanousek a Číp 2016).

Klimatologické poměry

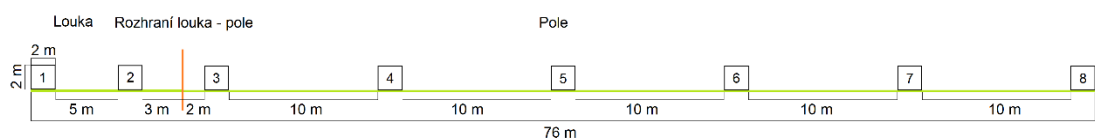
Lokalita se nachází v klimatickém regionu MT4, tudíž se jedná o mírně teplý, vlhký region. Ten je charakterizován průměrnou roční teplotou, která se zde pohybuje v rozmezí 6-7 °C a průměrným ročním úhrnem srážek, který se pohybuje mezi 650-700 mm. Quitt (1971) tento region charakterizuje jako oblast, kde převažuje krátké, suché až mírně suché léto, přechodné období je krátké s mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Fytogeografické zařazení a potenciální přirozená vegetace

Lokalita spadá do fytogeografické oblasti českého termofytika, do okresu 15a-Jaroměřské Polabí. Potencionálním typem vegetace jsou v tomto místě černýšové dubohabřiny, které představují typ vegetace, jenž by se v daném území přirozeně vyskytoval jako výsledek dlouhého sukcesního vývoje ve vazbě na specifické faktory území (Neuhäuslová at al. 1998).

Sběr dat

Pro sledování průběhu sukcese na opuštěné orné půdě (dále jen „pole“) a zejména vlivu okrajového efektu v horní části lokality byla použita metoda fytocenologického snímání, které probíhalo ve formě transektů. Na místě bylo vytyčeno sedm transektů kolmo napříč přechodem mezi trvalým travním společenstvem (dále jen „louka“) a polem. Mezi sebou měly přibližně pravidelné rozestupy a na každém z nich bylo zaznamenáno celkem osm fytocenologických snímků. Snímky byly na transektu situovány tak, že první dva byly vždy zaznamenány na louce a zbývajících šest na poli. První tři snímky (tedy dva na louce a jeden na poli) měly mezi sebou vzdálenost menší, a sice pěti metrů, to z toho důvodu, že je zde předpoklad výrazné změny ve druhovém složení snímků na krátké vzdálenosti, protože se jedná o přímý přechod z jednoho společenstva do druhého. Zbylé snímky byly od sebe vždy vzdáleny deset metrů (obr.2). Snímky měly plochu 4 m² (2×2 m).



Obrázek 2 Schéma transektu

Čtyři transekty byly osnímkovány v červnu v roce 2016 a zbývajících tři byly snímkovány v červnu roku 2017. U fytocenologického snímku byl vždy zaznamenán datum zápisu, sklon, orientaci, nadmořskou výšku, celkovou pokryvnost bylinného patra a dále všechny druhy cévnatých rostlin, které se v dané ploše nacházely, a to včetně jejich pokryvnosti. Pokryvnost byla zaznamenávána pomocí sedmistupňové Braun – Blanquetovy stupnice početnosti a pokryvnosti (Moravec et al. 1994). Faktory, jako je sklon, orientace a nadmořská výška byly následně v analýze dat zanedbány, protože byly u všech snímků podobné. Jako důležitý faktor byla také zaznamenávána vzdálenost od nejbližšího travního společenstva v metrech. Vzdálenost byla změřena dvěma způsoby.

První způsob byl počet metrů (v analýze dat jako „vzd_metr“) jako vzdálenost nejbližšího travního společenstva ve směru daného transektu. Tato vzdálenost byla u všech paralelních snímků na jednotlivých transektech stejná. Druhý způsob zaznamenání vzdálenosti byla reálná nejkratší vzdálenost (v analýze dat jako „vzd_real“) od travního společenstva. Toto řešení bylo nutné proto, že transekty neprobíhaly rovnoběžně, ale navzájem se křížily v místě, kde se hranice mezi loukou a polem stáčela, a jejich reálné vzdálenosti od louky byly menší. Rostlinné druhy, které nebylo možno určit na místě, byly zaherbářovány a určeny zpětně pomocí odborné literatury Klíč ke Květeně ČR (Kubát et al. 2002) a popřípadě za pomoci odborníků. Po zapsání všech fytoecologických snímků v transektech byla vytvořena souhrnná tabulka, kde jsou zaznamenány počty druhů v jednotlivých snímcích.



Obrázek 3 Umístění transektů v terénu

Inventarizační průzkum

Dalším cílem bylo na lokalitě provést kompletní botanický inventarizační průzkum. V inventarizačním průzkumu je zaznamenán současný stav výskytu cévnatých rostlin na lokalitě a díky jeho zpracování je možné po určitém časovém období pozorovat případné změny ve složení vegetace na daném místě (Maršáková et al. 1987). Lokalitu byla předem rozdělena do pěti biotopů, kterými byly „starý les“, „mladý les“, „louka“, „ruderální stanoviště“ a „pole“ (obr.4). Jako „starý les“ byly považované části lokality se staršími vzrostlými stromy, kde nedochází k velkému oslunění a není zde velmi vyvinuté bylinné patro. Jedná se o les hospodářský a zabírá velmi malou část lokality. Do biotopu „mladý les“ byly řazeny takové části lokality, kde bylo výrazně zastoupeno stromové patro náletem, tedy mladšími stromy s menším průměrem kmene. Dochází zde k lepšímu

proslunění, tudíž i bylinné patro je tu bohatší. Jako biotop „louka“ byla označena největší část lokality, která zahrnuje trvalé travní porosty a vlastní teplomilné stráně s občasnými solitérními stromy a řídkými křovinami. Jako ruderální stanoviště byla označena místa, která jsou významně ovlivňována přítomným stádem koz a ovcí a také lidskou činností. Nacházejí se hlavně na okrajích lokality, které sousedí s obhospodařovanou zahradou. Jako poslední biotop „pole“ byla brána horní část lokality, kde se nachází zarůstající bývalá orná půda, na které nyní probíhá řízená sukcese.



Obrázek 4 Rozdělení biotopů pro botanický inventarizační průzkum

Celá lokalita byla postupně procházena a byly zaznamenávány všechny druhy ze stromového, keřového a bylinného patra a poté byli přiřazováni do jednotlivých, předem určených biotopů. Druhy, které nebylo možné určit na místě, byly zaherbářovány a určovány zpětně pomocí odborné literatury Klíč ke Květeně ČR (Kubát et al. 2002), či za pomoci odborníků. Inventarizační průzkum byl prováděn při několika návštěvách lokality v různých částech vegetační sezóny od jara do podzimu roku 2016 a 2017. U nalezených druhů na lokalitě byl také zaznamenán jejich stupeň ohrožení (Danihelka et al. 2012), invazivní stav a zda se jedná o archeofyt či neofyt. Do inventarizačního průzkumu byly zahrnuté mimo jiné také druhy, které se na lokalitě fyzicky nenacházely, ale byl zde zaznamenán jejich výskyt v minulých letech.

Zpracování a analýza dat

K zpracování dat z fytoecologických snímků byl použit program Turboveg for Windows 2.0 (Hennekens a Schaminee 2001). Následné zpracování proběhlo v programu MS Excel, Canoco 5 (ter Braak a Šmilauer 1998) a NCSS 9 (Hintze 20013). Ukázkové mapy byly zpracovány v programu QGIS (QGIS 2018).

U fytoecologických snímků se vegetační patra nezohledňovala a byla sjednocena. Pro analýzu variability dat o druhovém složení byla použita nepřímá gradientová analýza – detrendovaná korespondenční analýza (DCA), která byla zpracována v programu Canoco 5. Faktory vzdálenosti „vzd_metr“ a „vzd_real“ spolu silně korelovaly, proto bylo toto rozdělení vzdáleností posléze zanedbáno. V ordinačním diagramu jsou také promítnuty faktory, jako jsou druhová bohatost a Shannonův index diverzity.

Pro zjištění vztahu mezi počtem druhů ve snímcích a vzdáleností od louky byla použita lineární regrese. Pro porovnání počtu druhů ve snímcích na poli a na louce byla použita jednocestná ANOVA, kterou byla rovněž porovnána druhová bohatost na louce, na poli a v ekotonu mezi těmito dvěma společenstvy. Ekoton představovaly snímky z pole, které byly zapsány v blízkosti louky, a ještě obsahovaly velké množství lučních druhů. Tato hranice byla stanovena vždy za třetím fytoecologickým snímkem na poli. ANOVA byla taktéž použita pro srovnání počtu druhů v transektech, aby bylo zjištěno, zda se jednotlivé transekty mezi sebou liší svou druhovou bohatostí. Obě analýzy byly zpracovány v programu NCSS 9. Regrese byla zpracována dvakrát, a to poprvé za použití všech nasbíraných dat a podruhé byla použita pouze data ze snímků z pole, aby byla jasněji vidět závislost počtu druhů na vzdálenosti jen na poli.

Analýza změny druhového složení v závislosti na vzdálenosti od louky byla provedena přímou gradientovou analýzou – detrendovanou kanonickou korespondenční analýzou (DCCA). Proveden byl Monte Carlo permutační test o 499 permutacích provedených v liniových transektech, kterým bylo testováno, zda vzdálenost od louky má signifikantní vliv na změnu druhového složení. Aby byla odstraněna variabilita mezi jednotlivými transekty, byla čísla transektů použita jako kovariáta.

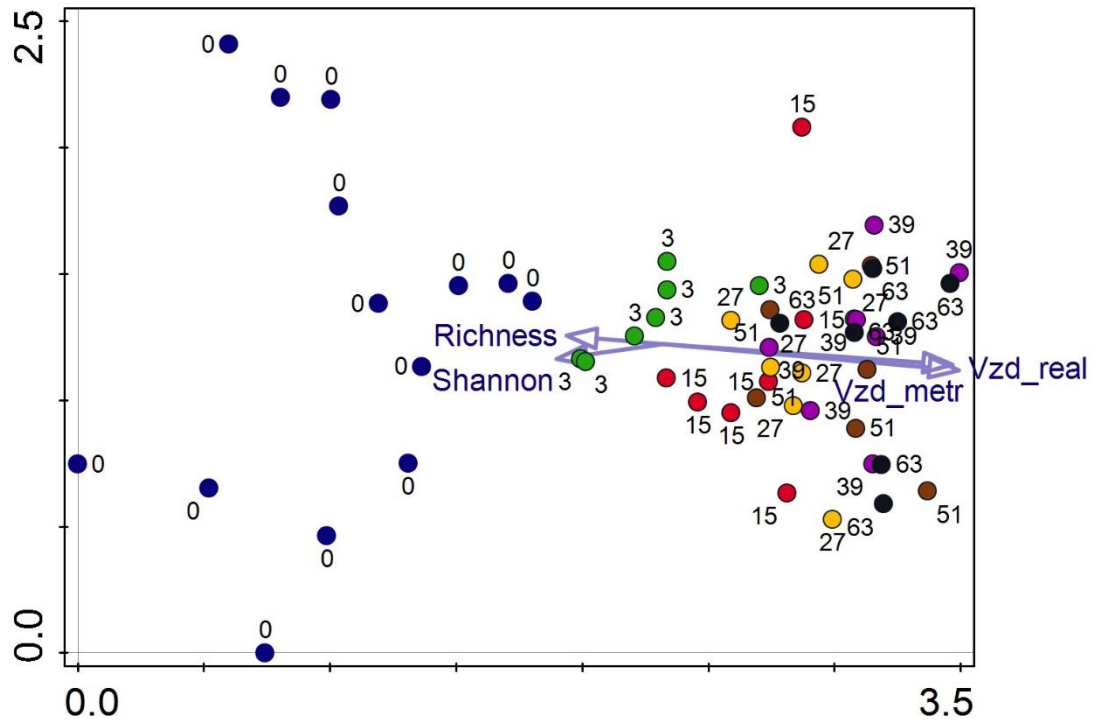
Pro zjištění odpovědi jednotlivých druhů na faktor vzdálenosti od louky, byly zpracovány jejich odpovědní křivky. Odpovědní křivky byly vztaženy na faktor reálné vzdálenosti od louky v metrech a byly zpracovány pro všechny druhy. Použit byl generalizovaný lineární model (GML model) s Poissonovým rozdělením a pro výběr

optimálního odpovědního modelu bylo použito Akaikovo informační kritérium (AIC). Po zpracování odpovědních křivek druhů byla vytvořena souhrnná tabulka, ve které byly, pro zjednodušení, druhy rozděleny dle svých odpovědí do tří kategorií. První kategorií byly druhy, které se jednoznačně šířily do pole z louky. Jejich zastoupení směrem do pole, tudíž s rostoucí vzdáleností, klesalo. Do druhé kategorie byly zařazeny druhy, které měly dle odpovědních křivek své optimum na poli, popřípadě se jejich zastoupení s rostoucí vzdáleností zvyšovalo. Pro druhy ve třetí kategorii program nenalezl žádný model než nulový, nebo měly odpověď nesignifikantní, tedy jsou zde druhy bez odpovědi.

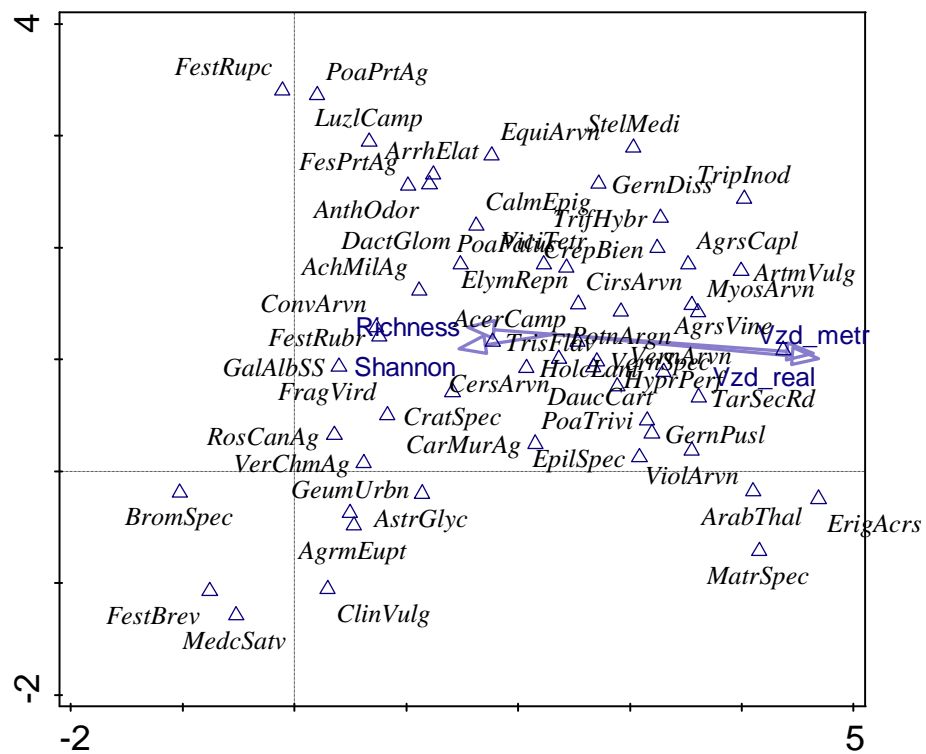
Výsledky

Analýza druhového složení vegetace na přechodu louky a pole

Byla vytvořena DCA analýza pro zjištění uspořádání a podobnosti fytoecologických snímků a uspořádání druhů. První ordinační diagram (obr.5) zobrazuje všechny fytoecologické snímky (n=56) s vybranými faktory prostředí a druhý (obr.6) zobrazuje druhy společně s vybranými faktory prostředí. Na obr. 5 lze vidět, že snímky, umístěné prostorově blíže k louce, jsou svým složením louce podobnější. Lze také pozorovat, že druhová bohatost je mírně vyšší u snímků na levé straně diagramu, tedy u snímků z louky než u těch, které jsou od louky vzdálenější. Mezi druhy, které se často vyskytují ve snímcích z louky či ve snímcích, které jsou blízko louky, patří například *Festuca rupicola*, *Poa pratensis* agg., *Arrhenatherum elatius*, *Anthoxanthum odoratum*, *Achillea millefolium* agg., *Convolvulus arvensis*, *Fragaria viridis*, *Veronica chamaedrys* agg., *Festuca brevipila*, *Medicago sativa*, *Clinopodium vulgare*, *Luzula campestris*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* nebo *Elymus repens*. Druhy z této skupiny jsou charakteristické pro stanoviště pastvin a luk. Naopak mezi druhy, které mají vyšší zastoupení ve snímcích s větší vzdáleností od louky, patří například *Erigeron acris*, *Arabidopsis thaliana*, *Myosotis arvensis*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Veronica arvensis*, *Hypericum perforatum*, *Artemisia vulgaris*, *Tripleurospermum inodorum*, *Agrostis capillaris*, *Geranium pusillum*, *Geranium dissectum* nebo *Agrostis vinealis*. Mezi těmito druhy jsou druhy typické pro ruderální plochy či pole.



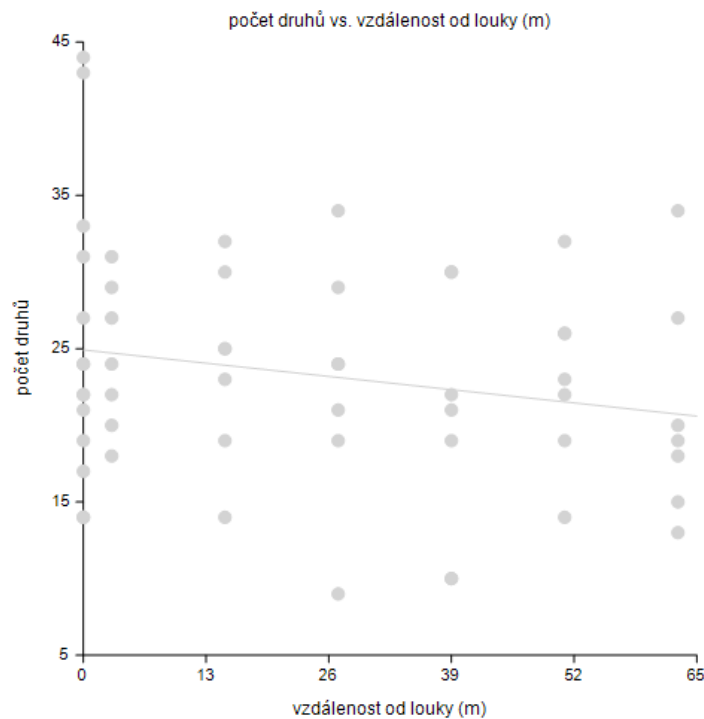
Obrázek 6 Ordinační diagram DCA fytoocenologických snímků a vybraných faktorů prostředí (druhá bohatost, Shanonnův index diverzity), čísla značí vzdálenost v metrech od louky ve směru daného transektu (vzd_metr), procento vysvětlené variability 1. ord. osou 13,80 %, 2. ord. osou 6,65 %, eigenvalues 1. ord. osy 0,47, 2. ord. osy 0,23.



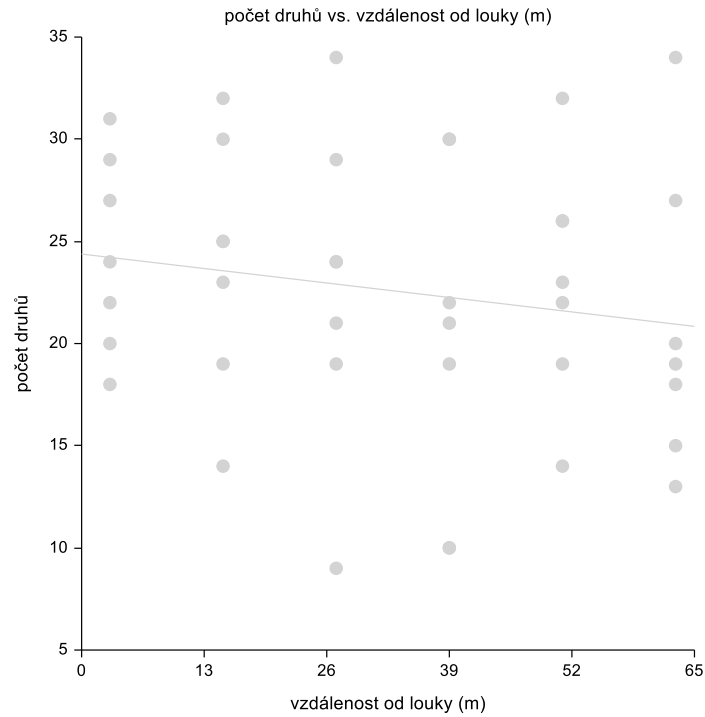
Obrázek 5 Ordinační diagram DCA druhů a vybraných faktorů prostředí. Zobrazeny pouze druhy s vyšší vahou (5-100 %), procento vysvětlené variability 1. ord. osou 13,80 %, 2. ord. osou 6,65 %, eigenvalues 1. ord. osy 0,4681, 2. ord. osy 0,2257. Druhy znázorněny zkratkou osmi písmen, kdy první čtyři písmena jsou z rodového názvu a další čtyři písmena z druhového názvu (přehled zkratk tab. II v příloze).

Vliv vzdálenosti od louky na druhovou bohatost

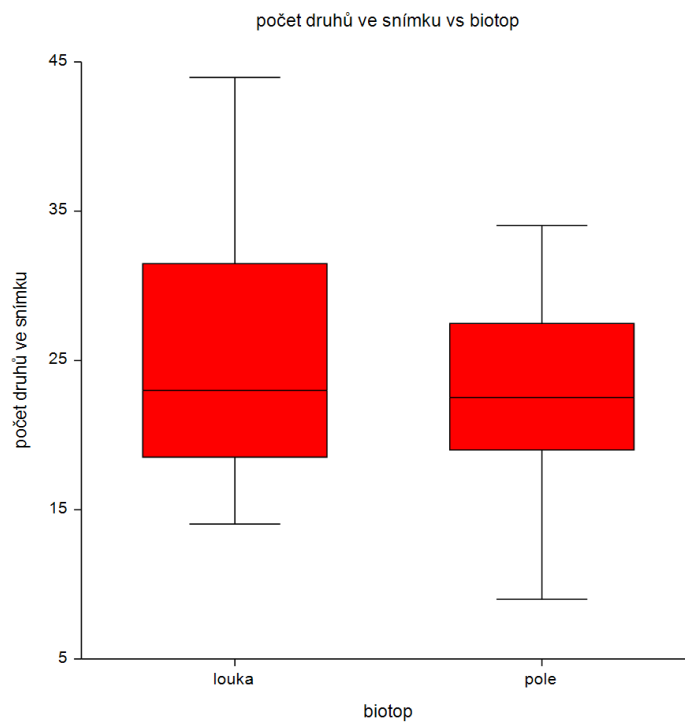
Vztah mezi vzdáleností od louky a počtem druhů ve fytoocenologických snímcích ukazuje regrese na obr. 7 a obr. 8. V první regresi jsou zahrnuty všechny fytoocenologické snímky a druhá regrese je zopakována bez snímků pořízených v louce. Tabulka I. v příloze ukazuje počty druhů v jednotlivých snímcích. Závislost v obou případech nebyla signifikantní. Pro otestování rozdílu druhového bohatství snímků na poli a na louce byla použita jednocestná ANOVA, která taktéž nevyšla signifikantně (obr.9). Stejná metoda byla užita pro detailnější porovnání počtu druhů na poli, na louce a v ekotonu mezi těmito dvěma společenstvy (obr.10). Tento rozdíl taktéž není signifikantní a žádné dvě kategorie se neliší. Na obr. 11 lze vidět porovnání druhové bohatosti v jednotlivých transektech. Je patrné, že transekt T5 a T6 disponuje největším počtem druhů ve svých snímcích.



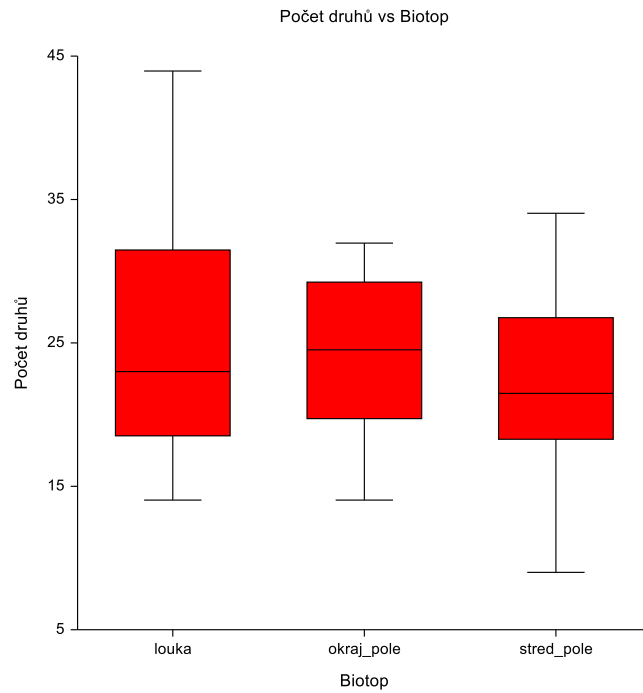
Obrázek 7 Regrese počet druhů vs. vzdálenost od louky v metrech, $n=56$, $p=0,13$, $r=-0,07$, zahrnuty všechny fytoocenologické snímky.



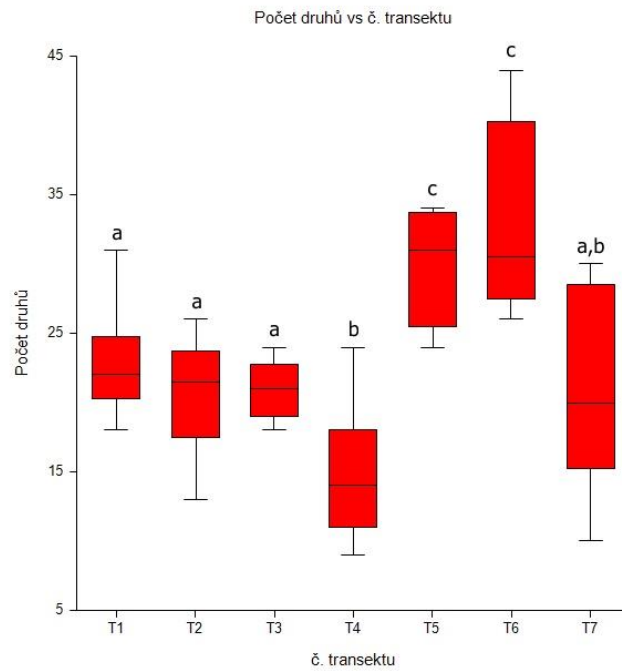
Obrázek 8 Regrese počet druhů vs. vzdálenost od louky v metrech, $n=42$, $p=0,27$, $r=-0,05$, zahrnutý pouze fytoecologické snímky z pole.



Obrázek 9 Srovnání počtu druhů ve snímcích na poli a na louce (ANOVA, $n=56$, $p=0,23$, $F=1,48$).



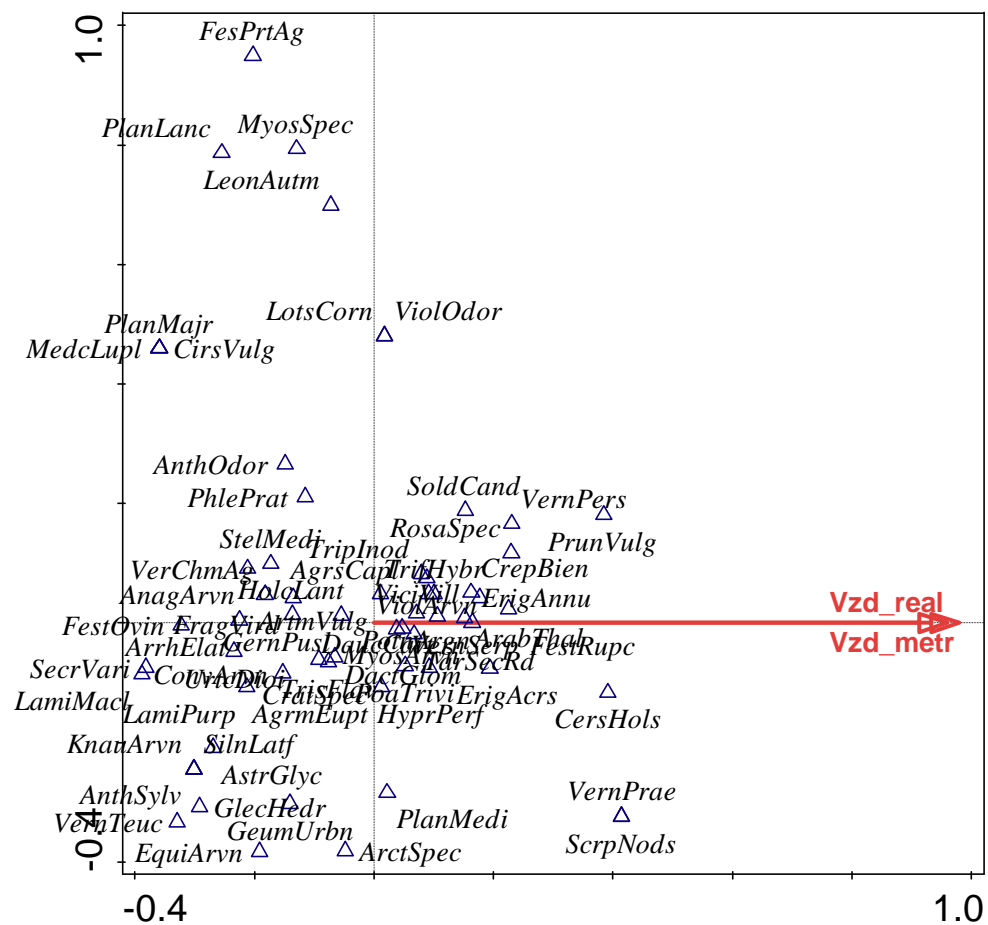
Obrázek 10 Porovnání počtu druhů ve snímcích na poli, louce a v ekotonu-okraj pole (ANOVA, $n=56$, $p=0,29$, $F=1,25$).



Obrázek 11 Porovnání počtu druhů ve snímcích v jednotlivých transektech (ANOVA, $n=56$, $p \ll 0,05$, $F=11,73$).

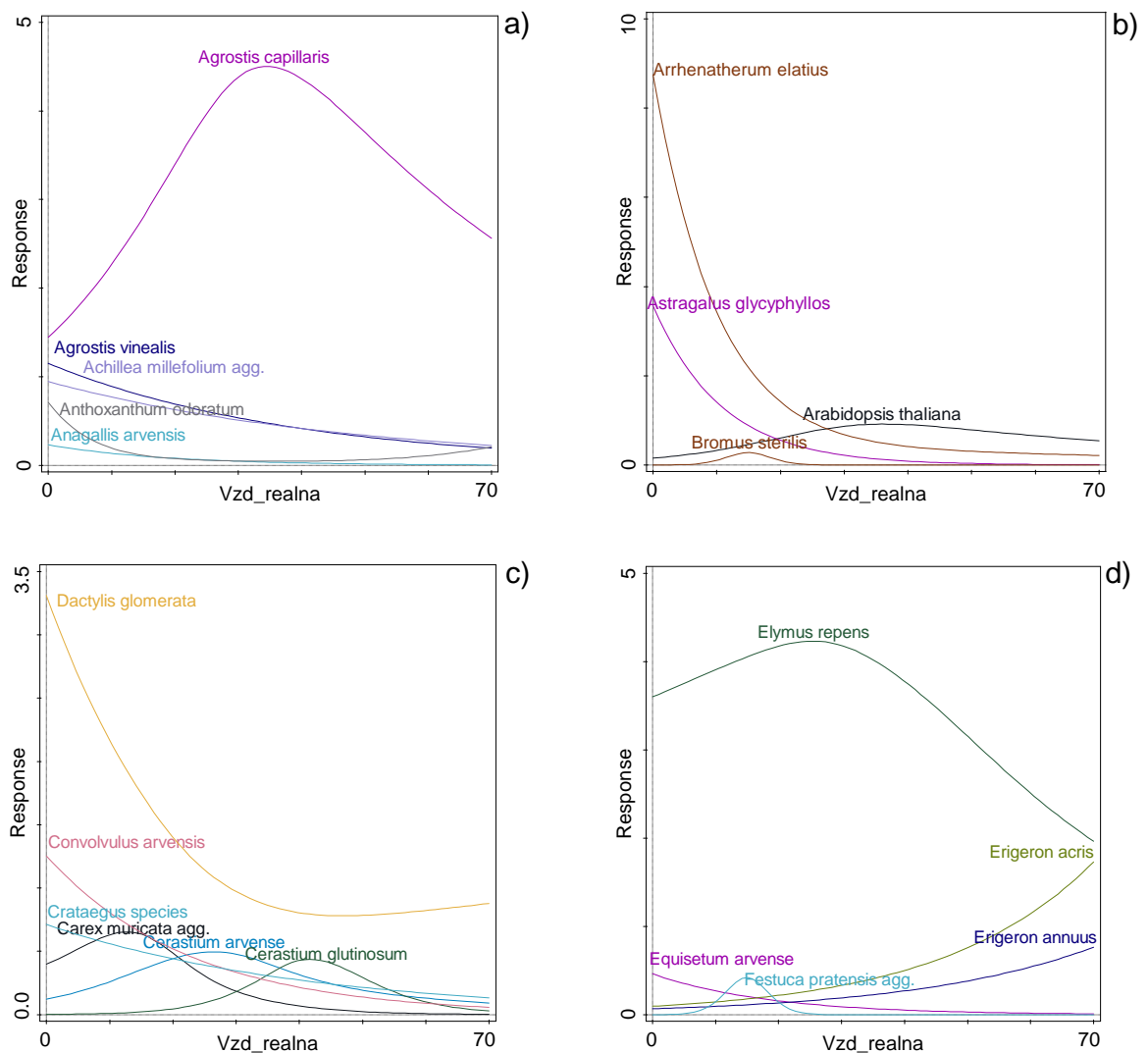
Změna druhového složení v závislosti na vzdálenosti od louky

V diagramu z DCCA (obr. 10) můžeme vidět změny ve výskytu různých druhů se zvětšující se vzdáleností od louky. Do analýzy byly zahrnuty pouze snímky zapsané na poli (n=42). V levé části diagramu se nacházejí druhy, které byly více zastoupeny ve snímcích, které byly louce bližší. Mezi tyto druhy patří například *Festuca pratensis agg.*, *Medicago lupulina*, *Securigera varia*, *Knautia arvensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Phleum pratense*, *Fragaria viridis*, *Anthoxanthum odoratum* nebo *Holcus lanatus*, které jsou převážně typické pro travní společenstva a pastviny. V pravé části diagramu jsou druhy, jejichž zastoupení bylo vyšší ve snímcích, které byly od louky vzdálenější. Mezi ně patří pro příklad *Crepis biennis*, *Scrophularia nodosa*, *Erigeron acris*, *Erigeron annuus*, *Arabidopsis thaliana*, *Cerastium holosteoides*, *Trifolium hybridum*, *Viola arvensis* nebo *Hypericum perforatum*. Tyto druhy jsou typické pro ruderalní stanoviště, úhory a pole.

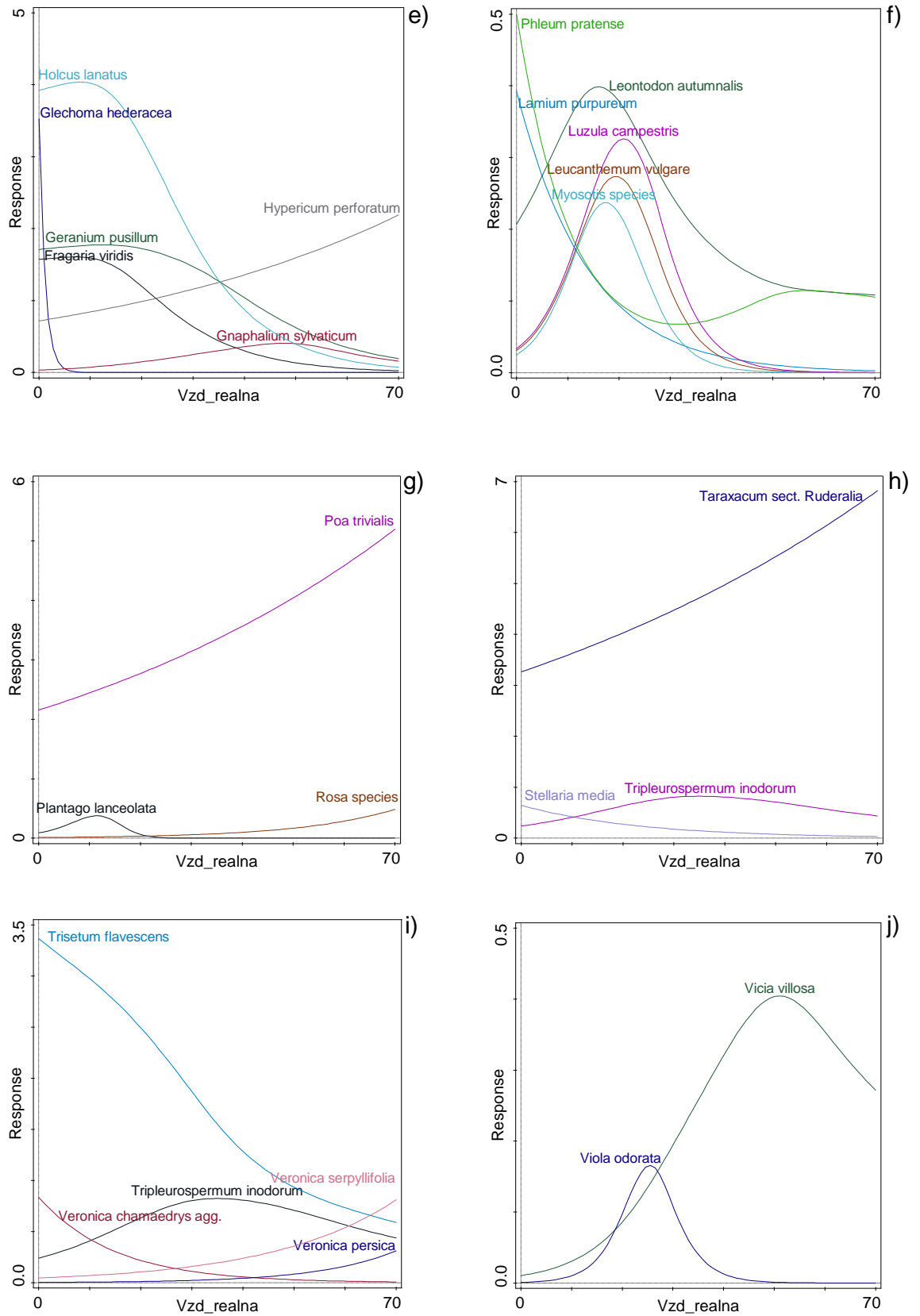


Obrázek 12 Ordinační diagram DCCA fytoecologických snímků (n=42), zobrazeny jsou druhy v závislosti na faktoru vzdálenosti od louky, zobrazeny pouze druhy s fitem 5-100 %, Monte Carlo permutační test 499 permutací, procento vysvětlené variability 1. kan. osou 8,14 %, 2. kan. osou 7,9 %, eigenvalues 1. kan. osa 0,18, 2. kan. osa 0,17.

Odpovědní křivky druhů na obr.11 nám ukazují, že silnou odpověď mají především druhy *Arrhenatherum elatius*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Poa trivialis*, *Holcus lanatus*, *Elymus repens* či například *Agrostis capillaris* a lze vidět odpovědní křivky i dalších druhů. V tabulce 1. je seznam druhů rozdělených do tří kategorií dle charakteru své odpovědi na vzdálenost od louky. Ve třetí kategorii jsou zařazeny druhy, které mají nulovou či nesignifikantní odpověď a v grafech s odpovědními křivkami nejsou tyto druhy zobrazeny. Dle zobrazených odpovědních křivek můžeme vidět, že významnost druhů, které jsou typické pro úhory, pole či ruderalní stanoviště, s rostoucí vzdáleností od louky roste. Sem patří například *Poa trivialis*, *Hypericum perforatum*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Erigeron acris*, *Erigeron annuus* či *Leontodon autumnalis*. Naopak významnosti druhů, typičtějších pro louky či pastviny, s rostoucí vzdáleností od louky klesá. Patří sem například druhy jako *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* nebo *Phleum pratense*.



Obrázek 13-1. část Odpovědní křivky všech druhů (DCCA), použit GLM model, vhodný model odpovědi druhů vybrán dle AIC, použito Poissonovo rozdělení, zobrazeny jsou jen signifikantní modely.



Obrázek 143-2. část Odpovědní křivky všech druhů (DCCA), použit GLM model, vhodný model odpovědi druhů vybrán dle AIC, použito Poissonovo rozdělení, zobrazeny jsou jen signifikantní modely.

Tabulka 1. Tabulka druhů zařazených do tří kategorií dle svých odpovědních křivek, 1. kategorie (I.) – druhy s odpovědní křivkou klesající směrem od louky, 2. kategorie (II.) – druhy, mající své optimum na poli, či mají rostoucí odpovědní křivku směrem do pole, 3. kategorie (III.) – nulový model, druhy bez odpovědi a nesignifikantní.

	I.	II.	III.		I.	II.	III.
<i>Acer campestre</i>			X	<i>Holcus lanatus</i>	X		
<i>Acer pseudoplatanus</i>			X	<i>Hypericum perforatum</i>		X	
<i>Acer species</i>			X	<i>Knautia arvensis</i>			X
<i>Agrimonia eupatoria</i>			X	<i>Lamium maculatum</i>			X
<i>Agrostis canina</i> agg.			X	<i>Lamium purpureum</i>	X		
<i>Agrostis capillaris</i>		X		<i>Leontodon autumnalis</i>		X	
<i>Agrostis vinealis</i>	X			<i>Leucanthemum vulgare</i>		X	
<i>Achillea millefolium</i> agg.	X			<i>Lotus corniculatus</i>			X
<i>Alopecurus pratensis</i>			X	<i>Luzula campestris</i>		X	
<i>Anagallis arvensis</i>	X			<i>Matricaria species</i>			X
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	X			<i>Medicago lupulina</i>			X
<i>Anthriscus sylvestris</i>			X	<i>Myosotis arvensis</i>			X
<i>Arabidopsis thaliana</i>		X		<i>Myosotis species</i>		X	
<i>Arctium species</i>			X	<i>Oxalis stricta</i>			X
<i>Arenaria serpyllifolia</i>			X	<i>Phleum pratense</i>	X		
<i>Arrhenatherum elatius</i>	X			<i>Plantago lanceolata</i>		X	
<i>Artemisia vulgaris</i>			X	<i>Plantago major</i>			X
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	X			<i>Plantago media</i>			X
<i>Betula pendula</i>			X	<i>Poa palustris</i>			X
<i>Bromus hordeaceus</i>			X	<i>Poa trivialis</i>		X	
<i>Bromus sterilis</i>		X		<i>Polygonatum aviculare</i> agg.			X
<i>Calamagrostis epigejos</i>			X	<i>Potentilla argentea</i>			X
<i>Campanula patula</i>			X	<i>Prunella vulgaris</i>			X
<i>Capsela-bursa pastoris</i>			X	<i>Prunus species</i>			X
<i>Carex muricata</i> agg.		X		<i>Ranunculus polyanthemos</i>			X
<i>Cerastium arvense</i>		X		<i>Rosa canina</i> agg.			X
<i>Cerastium glutinosum</i>		X		<i>Rosa species</i>		X	
<i>Cerastium holosteoides</i>			X	<i>Rumex acetosa</i>			X
<i>Cerastium pumilum</i>			X	<i>Rumex species</i>			X
<i>Cirsium arvense</i>			X	<i>Scrophularia nodosa</i>			X
<i>Cirsium vulgare</i>			X	<i>Securigera varia</i>			X
<i>Clinopodium vulgare</i>			X	<i>Senecio species</i>			X
<i>Convolvulus arvensis</i>		X		<i>Silene latifolia</i>			X
<i>Crataegus species</i>		X		<i>Solidago canadensis</i>			X
<i>Crepis biennis</i>			X	<i>Stellaria media</i>	X		
<i>Dactylis glomerata</i>		X		<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>		X	
<i>Daucus carota</i>			X	<i>Trifolium campestre</i>			X
<i>Echinops sphaerocephalus</i>			X	<i>Trifolium hybridum</i>			X
<i>Elymus repens</i>		X		<i>Tripleurospermum</i>		X	
<i>Epilobia species</i>			X	<i>Trisetum flavescens</i>	X		
<i>Equisetum arvense</i>	X			<i>Triticum aestivum</i>			X
<i>Erigeron acris</i>		X		<i>Urtica dioica</i>			X
<i>Erigeron annuus</i>		X		<i>Veronica arvensis</i>			X
<i>Erodium cicutarium</i>			X	<i>Veronica chamaedrys</i> agg.	X		
<i>Festuca ovina</i>			X	<i>Veronica persica</i>		X	
<i>Festuca pratensis</i> agg.		X		<i>Veronica praecox</i>			X
<i>Festuca rubra</i>			X	<i>Veronica serpyllifolia</i>		X	
<i>Festuca rupicola</i>			X	<i>Veronica species</i>			X
<i>Fragaria viridis</i>	X			<i>Veronica teucrium</i>			X
<i>Galium album</i> s.str.			X	<i>Vicia cracca</i>			X
<i>Galium aparine</i>			X	<i>Vicia hirsuta</i>			X
<i>Geranium dissectum</i>			X	<i>Vicia tetrasperma</i>			X
<i>Geranium pusillum</i>	X			<i>Vicia villosa</i>		X	
<i>Geum urbanum</i>			X	<i>Viola arvensis</i>			X
<i>Glechoma hederacea</i>	X			<i>Viola odorata</i>		X	
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>		X					
<i>Hieracium species</i>			X				

Inventarizační průzkum

V tabulce 2. je přehled zaznamenaných druhů cévnatých rostlin a jejich zařazení do jednotlivých biotopů, červeného seznamu a další údaje z červeného seznamu, jako je invazivní stav či zda se jedná o archeofyt, neofyt nebo původní druh v naší krajině. Na lokalitě bylo nalezeno celkem 226 druhů. V biotopu pole bylo nalezeno 158 druhů, na louce 122 druhů, v mladém lese 46 druhů, ve starém lese 4 druhy a na rudérálních stanovištích bylo celkem nalezeno 14 druhů. Inventarizační průzkum byl poté rozšířen o dalších 5 druhů, které byly doloženy z ostatních zdrojů. Těmi jsou *Cirsium acaule*, *Gentianopsis ciliata*, *Jacea phrygia*, *Trifolium alpestre* a *Viola mirabilis*. Tyto druhy se zde mohou nacházet pouze ojediněle, a ne každý rok, nebo mohlo v posledních letech dojít k jejich vymizení z této lokality. Převážnou většinou se zde nacházejí druhy původní. Mezi archeofyty, které zde můžeme najít, patří například *Arrhenatherum elatius*, *Capsela-bursa pastoris*, *Gagea villosa*, *Malus domestica*, *Urtica urens* nebo *Viola odorata*. Z neofytů zde nalezneme například *Agrostis gigantea*, *Medicago sativa* nebo *Solidago canadensis*. Bylo zde objeveno 16 druhů z červeného seznamu.

Tabulka 2. Výsledky botanického inventarizačního průzkumu

Druh	Kategorie biotopů					Další zdroje	Informace z červeného seznamu		
	Pole	Louka	Ml. Les	St. Les	Ruderál		Invazivní stav	Archeofyt/ neofyt/ původní	Červený seznam
<i>Acer campestre</i>	X	X	X					původní	
<i>Acer platanoides</i>		X	X					původní	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	X	X	X					původní	
<i>Acer sp.</i>	X							původní	
<i>Adoxa moschatellina</i>			X					původní	
<i>Aegopodium podagraria</i>		X						původní	
<i>Agrimonia eupatoria</i>	X	X	X		X			původní	
<i>Agrostis canina</i> agg.	X							původní	
<i>Agrostis capillaris</i>	X	X						původní	
<i>Agrostis gigantea</i>			X				zdomácnělý	neofyt	
<i>Agrostis vinealis</i>	X							původní	
<i>Achillea millefolium</i> agg.	X	X	X					původní	
<i>Ajuga reptans</i>		X	X					původní	
<i>Alchemilla sp.</i>		X	X					původní	
<i>Alliaria petiolata</i>		X			X			původní	
<i>Allium angulosum</i>		X						původní	C3
<i>Allium oleraceum</i>	X	X						původní	
<i>Allium scoropoprasum</i>					X			původní	
<i>Allium vineale</i>		X						původní	
<i>Alopecurus pratensis</i>	X	X						původní	
<i>Anagallis arvensis</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Anemone nemorosa</i>		X						původní	
<i>Anthemis arvensis</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	X	X						původní	
<i>Anthriscus sylvestris</i>	X							původní	

Druh	Kategorie biotopů					Další zdroje	Informace z červeného seznamu		
	Pole	Louka	Ml. Les	St. Les	Ruderál		Invazivní stav	Archeofyt/ neofyt/ původní	Červený seznam
<i>Arabidopsis thaliana</i>	X	X						původní	
<i>Arctium</i> sp.	X	X			X			původní	
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	X							původní	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	X	X					invazivní	archeofyt	
<i>Artemisia vulgaris</i>	X							původní	
<i>Asarum europaeum</i>			X					původní	
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	X	X						původní	
<i>Avenula pratensis</i>	X							původní	
<i>Barbarea vulgaris</i>		X						původní	
<i>Betonica officinalis</i>		X						původní	
<i>Betula pendula</i>	X	X	X					původní	
<i>Bromus erectus</i>		X						původní	
<i>Bromus hordeaceus</i>	X							původní	
<i>Bromus inermis</i>	X							původní	
<i>Bromus</i> sp.	X							původní	
<i>Bromus sterilis</i>	X							původní	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	X	X	X					původní	
<i>Campanula patula</i>	X	X						původní	
<i>Campanula rapunculoides</i>	X	X						původní	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	X	X					zdomácnělý	archeofyt	
<i>Carex caryophyllea</i>		X						původní	
<i>Carex muricata</i> agg.	X	X						původní	
<i>Carlina acaulis</i>		X						původní	
<i>Carpinus betulus</i>			X					původní	
<i>Centaurea jacea</i>		X						původní	
<i>Centaureum erythraea</i>	X							původní	C4a
<i>Cerastium arvense</i>	X							původní	
<i>Cerastium glomeratum</i>	X							původní	
<i>Cerastium glutinosum</i>	X							původní	
<i>Cerastium holosteoides</i>	X	X						původní	
<i>Cerastium pumilum</i>	X							původní	
<i>Cichorium intybus</i>					X		zdomácnělý	archeofyt	
<i>Cirsium acaule</i>						X		původní	C4a
<i>Cirsium arvense</i>	X	X					invazivní	archeofyt	
<i>Cirsium vulgare</i>	X							původní	
<i>Clinopodium vulgare</i>	X	X						původní	
<i>Colchicum autumnale</i>	X	X						původní	
<i>Convolvulus arvensis</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Corydalis cava</i>			X					původní	
<i>Crataegus</i> sp.	X	X						původní	
<i>Crepis biennis</i>	X	X			X			původní	
<i>Dactylis glomerata</i>	X	X						původní	
<i>Daucus carota</i>	X	X						původní	
<i>Echinochloa crus-galli</i>	X						invazivní	archeofyt	
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	X		X					původní	
<i>Elymus repens</i>	X							původní	
<i>Epilobium</i> sp.	X	X	X					původní	
<i>Equisetum arvense</i>	X	X						původní	
<i>Erigeron acris</i>	X							původní	
<i>Erigeron annuus</i>	X	X						původní	
<i>Erodium cicutarium</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Erophila verna</i>		X						původní	
<i>Euonymus europaeus</i>		X						původní	
<i>Euphorbia cyparissias</i>		X						původní	
<i>Fagus sylvatica</i>			X					původní	
<i>Festuca brevipila</i>	X	X						původní	

Druh	Kategorie biotopů					Další zdroje	Informace z červeného seznamu		
	Pole	Louka	Ml. Les	St. Les	Ruderál		Invazivní stav	Archeofyt/ neofyt/ původní	Červený seznam
<i>Festuca ovina</i>	X							původní	
<i>Festuca pratensis</i> agg.	X							původní	
<i>Festuca rubra</i>	X	X						původní	
<i>Festuca rupicola</i>	X							původní	
<i>Filipendula vulgaris</i>		X						původní	
<i>Fragaria viridis</i>	X	X	X		X			původní	
<i>Fraxinus excelsior</i>	X	X	X					původní	
<i>Gagea lutea</i>		X	X					původní	
<i>Gagea minima</i>		X						původní	C3
<i>Gagea pratensis</i>		X						původní	
<i>Gagea villosa</i>		X					zdomácnělý	archeofyt	C2b
<i>Galium album</i> s.str.	X							původní	
<i>Galium aparine</i>	X	X	X	X	X			původní	
<i>Galium mollugo</i> agg.	X	X	X					původní	
<i>Galium verum</i>	X	X						původní	
<i>Gentianopsis ciliata</i>						X		původní	C3
<i>Geranium dissectum</i>	X	X					zdomácnělý	archeofyt	
<i>Geranium pusillum</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Geum urbanum</i>	X		X					původní	
<i>Glechoma hederacea</i>	X	X	X					původní	
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	X		X					původní	
<i>Hedera helix</i>			X					původní	
<i>Hepatica nobilis</i>			X					původní	
<i>Heracleum sphondylium</i>		X						původní	
<i>Hieracium bauhini</i>	X							původní	
<i>Hieracium</i> sp.	X							původní	
<i>Holcus lanatus</i>	X	X	X					původní	
<i>Hypericum perforatum</i>	X	X	X					původní	
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>		X						původní	
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>		X						původní	
<i>Chelidonium majus</i>			X				zdomácnělý	archeofyt	
<i>Jacea phrygia</i>						X		původní	C4a
<i>Jacobaea vulgaris</i>			X					původní	
<i>Juncus conglomeratus</i>	X							původní	
<i>Juncus effusus</i>	X							původní	
<i>Knautia arvensis</i>	X	X	X					původní	
<i>Lamium album</i>		X	X				zdomácnělý	archeofyt	
<i>Lamium maculatum</i>	X							původní	
<i>Lamium purpureum</i>	X	X					zdomácnělý	archeofyt	
<i>Lathyrus pratensis</i>	X							původní	
<i>Lathyrus tuberosus</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Leontodon autumnalis</i>	X							původní	
<i>Leontodon hispidus</i>	X							původní	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	X	X						původní	
<i>Lilium martagon</i>			X		X			původní	C4a
<i>Lotus corniculatus</i>	X	X						původní	
<i>Luzula campestris</i>	X	X						původní	
<i>Luzula pilosa</i>			X					původní	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		X						původní	
<i>Lysimachia nummularia</i>	X							původní	
<i>Malus domestica</i>		X					zdomácnělý	archeofyt	
<i>Matricaria</i> sp.	X							původní	
<i>Medicago falcata</i>	X	X						původní	
<i>Medicago lupulina</i>	X	X						původní	
<i>Medicago minima</i>		X						původní	C3
<i>Medicago sativa</i>	X						zdomácnělý	neofyt	

Druh	Kategorie biotopů					Další zdroje	Informace z červeného seznamu		
	Pole	Louka	Ml. Les	St. Les	Ruderál		Invazivní stav	Archeofyt/ neofyt/ původní	Červený seznam
<i>Melampyrum nemorosum</i>		X	X					původní	
<i>Myosotis arvensis</i>	X	X						původní	
<i>Myosotis ramosissima</i>	X							původní	
<i>Myosotis</i> sp.	X	X						původní	
<i>Myosoton aquaticum</i>					X			původní	
<i>Oxalis acetosella</i>	X							původní	
<i>Oxalis stricta</i>	X						zdomácnělý	neofyt	
<i>Phleum pratense</i>	X	X						původní	
<i>Picea abies</i>		X		X				původní	
<i>Pimpinella major</i>		X	X					původní	
<i>Pimpinella saxifraga</i> agg.	X							původní	
<i>Plantago lanceolata</i>	X	X						původní	
<i>Plantago major</i>	X							původní	
<i>Plantago media</i>	X	X						původní	
<i>Poa annua</i>	X							původní	
<i>Poa palustris</i>	X							původní	
<i>Poa pratensis</i> agg.	X							původní	
<i>Poa trivialis</i>	X							původní	
<i>Polygala amarella</i>		X						původní	C2
<i>Polygala comosa</i>		X						původní	
<i>Polygala vulgaris</i>		X						původní	
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	X							původní	
<i>Potentilla argentea</i>	X	X						původní	
<i>Potentilla heptaphylla</i>		X						původní	
<i>Potentilla reptans</i>	X	X						původní	
<i>Primula veris</i>		X						původní	
<i>Prunella vulgaris</i>	X							původní	
<i>Prunus avium</i>		X	X					původní	
<i>Prunus domestica</i>	X	X						původní	
<i>Prunus</i> sp.	X	X						původní	
<i>Prunus spinosa</i>	X							původní	
<i>Pulmonaria officinalis</i>			X					původní	
<i>Pyrus communis</i>	X	X						původní	
<i>Quercus petraea</i>		X		X				původní	
<i>Quercus robur</i>		X						původní	
<i>Ranunculus acris</i>			X					původní	
<i>Ranunculus bulbosus</i>		X						původní	
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	X	X						původní	
<i>Ranunculus repens</i>	X	X						původní	
<i>Rosa canina</i> agg.	X	X						původní	
<i>Rosa gallica</i>		X						původní	C3
<i>Rosa</i> sp.	X							původní	
<i>Rubus caesius</i>	X							původní	
<i>Rubus</i> sp.	X							původní	
<i>Rumex acetosa</i>	X	X	X					původní	
<i>Rumex</i> sp.	X	X						původní	
<i>Salix</i> sp.	X							původní	
<i>Sambucus nigra</i>		X	X					původní	
<i>Sanguisorba officinalis</i>		X						původní	
<i>Scrophularia nodosa</i>	X							původní	
<i>Securigera varia</i>	X	X						původní	
<i>Sedum</i> sp.		X						původní	
<i>Senecio</i> sp.	X							původní	
<i>Silene latifolia</i>	X							původní	
<i>Solidago canadensis</i>	X						invazivní	neofyt	
<i>Sorbus aucuparia</i>			X					původní	

Druh	Kategorie biotopů					Další zdroje	Informace z červeného seznamu		
	Pole	Louka	Ml. Les	St. Les	Ruderál		Invazivní stav	Archeofyt/ neofyt/ původní	Červený seznam
<i>Stellaria graminea</i>	X							původní	
<i>Stellaria holostea</i>		X	X					původní	
<i>Stellaria media</i>	X	X						původní	
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	X	X			X			původní	
<i>Thlaspi arvense</i>	X	X					zdomácnělý	archeofyt	
<i>Thymus pulegioides</i>	X	X						původní	
<i>Tragopogon orientalis</i>	X	X						původní	
<i>Trifolium alpestre</i>						X		původní	
<i>Trifolium campestre</i>	X							původní	
<i>Trifolium hybridum</i>	X							původní	
<i>Trifolium sp.</i>	X		X					původní	
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Trisetum flavescens</i>	X							původní	
<i>Triticum aestivum</i>	X							původní	
<i>Urtica dioica</i>	X			X	X			původní	
<i>Urtica urens</i>	X	X	X		X		zdomácnělý	archeofyt	C3
<i>Veronica arvensis</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Veronica chamaedrys</i> agg.	X	X						původní	
<i>Veronica officinalis</i>	X							původní	
<i>Veronica persica</i>	X						zdomácnělý	neofyt	
<i>Veronica praecox</i>	X							původní	C3
<i>Veronica serpyllifolia</i>	X							původní	
<i>Veronica sp.</i>	X							původní	
<i>Veronica sublobata</i>		X						původní	
<i>Veronica teucrium</i>	X							původní	C4a
<i>Veronica vindobonensis</i>		X						původní	
<i>Vicia angustifolia</i>	X						zdomácnělý	archeofyt	
<i>Vicia cracca</i>	X							původní	
<i>Vicia dumetorum</i>		X						původní	C4a
<i>Vicia hirsuta</i>	X							původní	
<i>Vicia tetrasperma</i>	X							původní	
<i>Vicia villosa</i>	X							původní	
<i>Viola arvensis</i>	X	X						původní	
<i>Viola hirta</i>	X	X			X			původní	
<i>Viola mirabilis</i>						X		původní	C4a
<i>Viola odorata</i>	X	X					zdomácnělý	archeofyt	
<i>Viola reichenbachiana</i>		X						původní	

Diskuse

Cílem práce bylo vyhodnotit průběh a charakter sukcese na studijní lokalitě a dále zjistit, zda se liší druhová bohatost na louce a na poli a zda dochází k rozšiřování travního společenstva na sousední opuštěnou ornou půdu, případně jak k tomuto rozšiřování dochází. Povedlo se zhodnotit vliv vzdálenosti travního společenstva na charakter a průběh sukcese a také na změnu druhové diverzity a druhového složení na přilehlém poli. Bylo zhodnoceno, zda existuje rozdíl mezi druhovou diverzitou na louce a na poli a také zda je významný rozdíl v druhové diverzitě v závislosti na vzdálenosti od louky. Dále byla zhodnocena vlastní změna druhového složení na poli v závislosti na vzdálenosti od lučního společenstva. Díky inventarizačnímu průzkumu byla celá lokalita prozkoumána a mohou se tak stanovit například vyhovující ochranné režimy pro vzácné druhy a zachovat jejich přítomnost, či dokonce zvýšit jejich zastoupení na lokalitě.

Ad. Analýza druhového složení vegetace na přechodu louky a pole

Z výsledků detrendované korespondenční analýzy, která byla zpracována pro fytoocenologické snímky, je patrné, že se výrazně oddělily snímky, které byly pořízeny na louce od snímků zapsaných na poli. Jedná se o dvě odlišná společenstva a tento rozdíl je logický. Na diagramu můžeme pozorovat, že snímky, zapsané na poli blíže k louce, jsou louce také podobnější. Stejně tak, jako se dalo očekávat, je na snímcích z louky mírně větší druhová bohatost, ale tento fakt by se dal zanedbat, jelikož není plně signifikantní, jak ukázaly další testy. Co se týče vlastního druhového složení, promítnutého na druhém ordinačním diagramu DCA, je vidět, že druhy, které jsou více typické pro luční a travní společenstva a pastviny se drží na levé straně diagramu. Naopak druhy, které jsou typické pro pole, úhory a ruderální stanoviště se nacházejí na pravé straně diagramu, ve snímcích, které byly zapsány ve větší vzdálenosti od louky. Tím lze konstatovat, že druhy z louky zatím pronikly jen na okrajové části pole, jelikož sukcese je teprve na počátku a že její průběh a šíření druhů probíhá postupně směrem od louky a druhy se šíří dál do pole. Je pravděpodobné, že při dalším průběhu sukcese, se budou luční druhy posouvat dále do pole a tím se tak bude rozšiřovat stávající luční společenstvo. To lze usoudit také díky předešlým studiím, které potvrzují, že okolní vegetace a vzdálenost přilehlých ekosystémů má velký vliv na to, jaké druhy se na zarůstající lokalitě budou vyskytovat (Begon et al. 1997, Prach a Řehouňková 2006, Trnková et al. 2010 Walker a del Moral 2003).

Ad. Vliv vzdálenosti od louky na druhovou bohatost

Oproti předpokladu, že čím blíže louce se bude daný fytoecologický snímek nacházet, tím bude mít větší druhovou bohatost než snímek vzdálenější, nebyla zjištěna signifikantní závislost mezi vzdáleností od louky a počtem druhů ve fytoecologických snímcích, ačkoliv lze vidět mírné klesání počtu druhů směrem od louky. Zájmem výzkumu bylo také zjistit, zda bude významný rozdíl mezi druhovou bohatostí ve snímcích, pořízených na louce a na poli. Ač ve snímcích na louce byl zaznamenán mírně vyšší počet druhů, ani tento rozdíl nebyl signifikantní. Nesignifikantně také vyšel rozdíl mezi druhovým bohatstvím na louce, na poli a na přechodu mezi těmito společenstvy, tedy v ekotonu. Dalo by se předpokládat, že těsný přechod mezi loukou a polem, tedy ekoton, by mohl být druhově bohatší, poněvadž by se zde mohly setkávat jak druhy luční, tak druhy ruderalní a tím se tak druhová bohatost zvýšit. Výsledky ovšem ukázaly, že tomu tak není. Lze usoudit, že tomu je tak proto, jelikož řízená sukcese zde probíhá pouze krátkou dobu a sice čtyři roky, a tak by se tento rozdíl s největší pravděpodobností mohl ukázat až po delším trvání sukcese. Rozdíl v druhové bohatosti mezi jednotlivými transektu ukázal neveliké rozdíly v počtech druhů s výjimkou transektů T5 a T6, na kterých byla prokázána výrazně vyšší druhová diverzita. Reálná vzdálenost transektu T6 od lučního společenstva se pohybovala po celé jeho délce kolem třiceti metrů, což pravděpodobně tuto odchylku vysvětluje, jelikož je tato reálná vzdálenost výrazně nižší než u transektů ostatních. Transekt T5 byl svou reálnou vzdáleností od louky vzdálenější, tudíž vysoká bohatost u tohoto transektu se stejným způsobem vysvětlit nedá a je možné, že se jedná o náhodu.

Tyto výsledky však jasně ukazují, že i po pár letech, kdy na poli probíhá řízená sukcese, se pole svou druhovou bohatostí stále více přibližuje travnímu společenstvu, se kterým sousedí. Byť šlo o jednorázový výzkum sukcese, tento fakt, že druhová bohatost roste, lze konstatovat proto, že výchozí stav byla holá orná půda téměř bez druhové diverzity, která se na tomto místě nacházela ještě před čtyřmi lety. To, že se počet druhů během průběhu sukcese zvyšuje, ukazují i výsledky některých studií (Prach et al. 2013, Prach et al. 2014, Trnková et al. 2010). Není to však úplným pravidlem a druhová diverzita může kolísat v závislosti na některých faktorech, jako je například vlhkost půdy, která je ovlivněna mikrorelíéfem, či přítomnost druhů, které jsou silnými konkurenty (Douma et al. 2012, Ellenberg 1988, Osbornová et al. 1990, Prach et al. 2013, Prach et al. 2014, Trnková et al. 2010, Walker a del Moral 2003).

Ad. Změna druhového složení v závislosti na vzdálenosti od louky

Byla provedena detrendovaná kanonická korespondenční analýza fytoocenologických snímků, kde můžeme pozorovat druhové složení v závislosti na vzdálenosti od louky. Je zde pracováno pouze se snímky zaznamenanými v poli z toho důvodu, aby analýzu luční snímky nezkreslovaly a aby byla jasně vidět změna druhového složení na orné půdě.

Můžeme pozorovat, že se vzrůstající vzdáleností od louky nám roste počet druhů typických pro ruderalní stanoviště. Příklady těchto druhů jsou *Veronica persica*, *Solidago canadensis*, *Arabidopsis thaliana*, *Erigeron annuus*, *Hypericum perforatum* či *Trifolium hybridum*. Blízko přechodu mezi loukou a polem máme často zastoupeny druhy jako například *Medicago lupulina*, *Securigera varia*, *Knautia arvensis*, *Veronica teucrium*, *Veronica chamaedrys*, *Arrhenatherum eatius*, které jsou typické svým výskytem pro luční biotopy a pro sousední travní společenstvo, takže lze konstatovat, že tyto druhy sem jsou rozšířené z louky (Kubát et al. 2002). V místech, kde je krajina silně pozměněná člověkem, mají ruderalní druhy při sekundární sukcesi velký význam. Naopak v krajině, která antropogenně ovlivněna tolik není a kde je větší zastoupení lesů, a to zejména ve vlhčích oblastech, ruderalní druhy v sukcesi nehrají takovou roli. Je zde tedy vidět vliv okolní vegetace – zdroj diaspor a také kolonizační potenciál druhů (Prach et al. 2001, Prach a Řehouňková 2006).

Druhy, které byly dle DCCA typické pro pole a méně významné v přechodové zóně disponují několika společnými vlastnosti. Jsou silně světlomilné a nesnášejí zastínění, jejich semena mohou mít až několikaletou klíčivost a životaschopnost a často mají semen velké množství. Právě tyto vlastnosti jsou typické pro prvotní kolonizátory nových substrátů. Mezi tyto druhy patří například *Veronica persica*, *Arabidopsis thaliana*, *Solidago canadensis*, *Hypericum perforatum*, *Crepis biennis*, *Erigeron annuus*, *Erigeron acris*, *Trifolium hybridum* či *Viola arvensis*. Zároveň můžeme tyto druhy zařadit mezi R-stratégy, tedy druhy, které se objevují mezi prvními na nově vzniklých substrátech při sekundární sukcesi a vyhovuje jim tak nízký stres a disturbance (Campbell a Grime 1992, Ecke a Rydin 2000, Glenn-Lewin et al. 1992, Osbornová et al. 1990). Tyto druhy ovšem nebývají silnými konkurenty, a tak při případné vzrůstající konkurenci může dojít k jejich vymizení (Begon et al. 1997).

Několik taxonů, jejichž významnost dle odpovědných křivek směrem do pole stoupala, se rozmnožuje pomocí nažek. Tento způsob šíření je vhodný pro první druhy kolonizující nové substráty (Grime 2001, Klauďisová 1978, McIntyre et al. 1995,

Osbornová et al. 1990, Schleicher et al. 2011, Walker a del Moral 2003). Nažky se snadno šíří větrem a rostliny tak mohou osídlit i vzdálenější substráty a narušená místa, na která se mohou díky tomuto způsobu šíření snadno dostat. Nažkami se šíří například *Erigeron annuus*, *Erigeron acris*, *Gnaphalium sylvaticum*, *Leontodon autumnale*, *Leucanthemum vulgare*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia* či *Tripleurospermum inodorum*. Jen minimum druhů zařazených do první kategorie (luční druhy) se šíří nažkami, a to pouze *Achilea millefolium* a *Fragaria viridis*. Právě šířitelnost semen je velmi rozhodující při iniciálních stádiích sukcese (Begon et al. 1997, Schleicher et al. 2011).

Zajímavé také je, že několik zástupců z druhů, které byly zařazeny do 2. kategorie (s optimem na poli), se řadí mezi terofyty, tedy jednoleté rostliny s krátkým životním cyklem. Právě tato životní forma je typická pro prvotní kolonizátory nových substrátů. Období vegetačního klidu přežívají ve formě semen či výtrusů a rychle plodí. Mezi tyto druhy patří *Arabidopsis thaliana*, *Myosotis* spp., *Poa trivialis*, *Tripleurospermum inodorum*, *Veronica persica* či *Vicia villosa*. Naopak druhy rostlin z 1. kategorie, které jsou typičtější svým výskytem na loukách, jsou převládající životní formou hemikryptofyty, tedy jedná se převážně o dvouleté až vytrvalé rostliny, které mají své obnovovací pupeny nízko při zemi a často v přízemní růžici. Hemikryptofyty mají oproti ostatním životním formám rostlin na pasených lokalitách výhodu v tom, že jejich obnovovací pupeny jsou blízko při zemi, a tak mají vyšší pravděpodobnost přežití. Jejich úbytek je poté možný až při vyšší intenzitě pastvy (McIntyre et al. 1995). Jde o druhy jako *Agrostis vinealis*, *Achilea millefolium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum ellipticum*, *Astragalus glycyphyllos*, *Fragaria viridis*, *Glechoma hederacea*, *Holcus lanatus*, *Lamium purpureum*, *Phleum pratense*, *Stelaria media*, *Trisetum flavescens* nebo *Veronica chamaedrys*. Dle některých předešlých studií můžeme předpokládat, že na ruderálních stanovištích budou jednoleté rostliny postupem času nahrazeny druhy vytrvalými (Begon et al. 1997, Ecke a Rydín 2000, Prach et al. 2001, Schleicher et al. 2011).

Ad. Inventarizační průzkum

Celkem bylo na lokalitě nalezeno 216 druhů cévnatých rostlin. Nejbohatším biotopem bylo pole, na kterém bylo nalezeno celkem 158 druhů. Může tomu tak být proto, že na pole nalétávají jak druhy z louky, tak se zde vyskytují i druhy ruderální, které zde mohly být zachovány například v semenné bance či sem nalétly z okolních biotopů. Zároveň je pravděpodobně tento výsledek ovlivněn tím, že na poli byla prováděna většina

fytocenologických snímků, z nichž byla data rovněž využita v inventarizaci, a tak s velkou pravděpodobností tak umožnily lepší prozkoumání daného biotopu. Z tohoto důvodu by bylo vhodné ostatní biotopy ještě důkladněji probádat, co se týče druhového složení. Nejnižší počet druhů byl zaznamenán v biotopu starý les. Jedná se o velmi malou část lokality, což vysvětluje přítomnost tak nízkého počtu druhů. Na lokalitě bylo nalezeno 16 druhů z červeného seznamu. Některé druhy z červeného seznamu nebyly při průběhu inventarizačního průzkumu nalezeny, avšak jejich výskyt na lokalitě byl doložen z jiných zdrojů. Je možné, že se zde tyto druhy již nevyskytují, či se nevyskytovaly pouze danou vegetační sezónu, kdy byl průzkum prováděn. Z tohoto důvodu by bylo vhodné lokalitu nadále sledovat a zaznamenávat přítomnost těchto ohrožených druhů, aby bylo možné zaměřit se na jejich ochranu a zachování. Mezi tyto druhy patří *Cirsium acaule* (C4a), *Gentianopsis ciliata* (C3), *Jacea phrygia* (C4a) a *Viola mirabilis* (C4a). Mezi další zajímavé nálezy na lokalitě rozhodně patří *Gagea villosa* (C2b), *Allium angulosum* (C3), *Polygala amarella* (C2), *Rosa gallica* (C3) či *Medicago minima* (C3).

Závěr

Hlavní výsledky této práce ukázaly, jaké je vlastní směřování sukcese na opuštěném poli na studijní lokalitě. Je patrné, že zde hraje vliv vzdálenost trvalého travního společenstva a druhové složení je tím podobnější, čím se nachází blíže k louce. Ukázalo se, že na opuštěné orné půdě se postupně zvyšuje druhová diverzita a na přechodu mezi loukou a polem se již objevují luční druhy šířící se sem ze sousedního lučního biotopu. Ve větší vzdálenosti od louky se nacházejí převážně druhy typické pro ruderalní vegetaci, které jsou dobrými kolonizátory nových stanovišť. Díky těmto výsledkům můžeme konstatovat, že daná lokalita opuštěné orné půdy se čím dál tím více přibližuje svým druhovým složením a svou druhovou bohatostí sousední louce a dochází tak k úspěšnému rozšiřování lučního společenstva. Je důležité na lokalitě také zvolit vhodný typ managementu, který šíření lučního biotopu a růst druhové diverzity na poli podpoří. Právě vhodnému typu managementu na danou lokalitu se bude věnovat navazující diplomová práce.

Jistě je vhodné dále danou lokalitu sledovat, zda průběh sukcese bude mít i nadále stejné směřování a zda bude stále docházet k rozšiřování lučního společenstva do prostoru bývalého pole. Dle nynějšího směřování sukcese můžeme předpokládat, že za nějakou dobu by se na vzdálenějších místech od louky mohly také začít objevovat druhy, které jsou typické svým výskytem pro sousední luční společenstvo. Dále může začít docházet z důvodu konkurenčního vyloučení k úbytku druhů ruderalních a jednoletých, které mohou být časem nahrazeny vytrvalými druhy rostlin. Velký vliv na samotnou obnovu má okolní vegetace, ke které se s největší pravděpodobností bude zarůstající orná půda svým druhovým složením přibližovat.

Botanický inventarizační průzkum odhalil, že se na celé lokalitě nachází několik druhů s různým stupněm ohrožení, a tak je nadále třeba tyto druhy sledovat. Je vhodné zajistit jejich ochranu ve formě vhodného managementu a vynasnažit se zachovat jejich výskyt. Inventarizační průzkum je možno zopakovat po nějaké době a sledovat tak změny, které za uplynulou dobu nastaly.

Souhrn

Studium sukcese je velmi složité, co se týče časového hlediska, a proto je optimální provádět sledování tohoto procesu v delších časových úsecích a nejlépe na trvalých plochách, kde ho lze pozorovat od samých začátků až po vývoj stabilního společenstva. Cílem této práce však bylo zhodnotit průběh sukcese na opuštěné orné půdě na studijní lokalitě Brod nad Labem, sousedící s významným komplexem teplomilných stání a travních společenstev svého druhu ve východních Čechách. Dle zjištěných výsledků lze pozorovat, že průběh obnovy společenstva směřuje postupně k společenstvu luk a svým druhovým složením a druhovou bohatostí přibližuje k sousední louce a dochází tak k postupnému rozšiřování tohoto biotopu.

Hlavní výsledky této práce jsou následující:

- 1) Vliv vzdálenosti hraje zásadní roli při průběhu sukcese a rozšiřování lučního společenstva. Výsledky ukázaly, že fytoecologické snímky blíže louce byly louce opravdu podobnější než snímky vzdálenější, a proto lze zhodnotit, že dochází k postupnému rozšiřování lučních druhů na opuštěnou ornou půdu a postupně může dojít i k rozšíření vegetace louky.
- 2) Ukázalo se, že vliv vzdálenosti na počet druhů není signifikantní, a také, že není signifikantní rozdíl ve druhové diverzitě na louce a na poli. Tento výsledek je pozitivní a jasně ukazuje, že už po čtyřech letech průběhu řízené sukcese dochází k rozvoji velké druhové diverzity na opuštěné orné půdě a zároveň tak dochází k rozšíření lučního společenstva.
- 3) Druhové složení se výrazně mění vlivem vzdálenosti od stávající lučního společenstva směrem od druhů typických pro louku k druhům typickým pro ruderalní stanoviště. V místech vzdálenějších od louky převažuje výskyt druhů silně světlomilných, stresu a disturbanci odolných a šířících se anemochorií, a také druhů jednoletých s krátkým životním cyklem, které nejsou dobře konkurenceschopné.
- 4) Díky komplexnímu botanickému inventarizačnímu průzkumu dané lokality byl zaznamenán současný stav výskytu cévnatých rostlin. Bylo zde celkem nalezeno 216 druhů a z toho 16 druhů z červeného seznamu s různým stupněm ohrožení.

Literatura

- Begon M, Harper JL, Townsend CR. 1997. *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. Přel. Grygová B, Köberleová B. 1. vydání. Olomouc: Vydavatelství UP. 949 s.
- Blackenhagen B, Poschlod P. 2005. Restoration of calcareous grasslands: the role of the soil seed bank and seed dispersal for recolonisation processes. *BASE*. 9(2): 143-149.
- Buček A. 2000. Krajina České republiky a pastva. *Veronica*. 14: 1-7. zvláštní vydání.
- Campbell BD, Grime JP. 1992. An experimental test of plant strategy theory. *Ecology*. 73: 15-29.
- Clements FE. 1916. *Plant succession. An analysis of the development of vegetation*. 1. vydání. Washington: Carnegie institution of Washington. 658 s.
- Cramer VA, Hobbs R. 2007. *Old fields – Dynamics and restoration of abandoned farmland*. 1. vydání. Washington: Island press. 352 s.
- Česká geologická služba. 2004. *Geologická mapa České republiky [aplikace na Internetu]*. Praha: Česká geologická služba. Dostupné na: <http://www.geology.cz/>.
- Danihelka J, Chrtek J, Kaplan Z. 2012. Checklist of vascular plants of the Czech Republic (Seznam cévnatých rostlin květeny České republiky). *Preslia*. 84: 647-811.
- Dostálek J, Frantík T. 2008. Dry grassland plant diversity conservation using low-intensity sheep and goat grazing management: case study in Prague (Czech Republic). *Biodivers. Conserv.* 17: 1439-1454.
- Douma JC, de Haan MWA, Aerts R, Witte JPM, van Bodegom PM. 2012. Succession-induced trait shifts across a wide range of NW European ecosystems are driven by light and modulated by initial abiotic conditions. *J. Ecol.* 100: 366–380.
- Dovčák M, Frelich LE, Reich PB. 2005. Pathways in old-field succession to white pine: seed rain, shade, and climate effects. *Ecol. Monogr.* 75(3): 363–378.
- Ecke F, Rydin H. 2000. Succession on a land uplift coast in relation to plant strategy theory. *Ann. Bot. Fenn.* 37: 163-171.
- Ellenberg H. 1988. *Vegetation ecology of central Europe*. 4. vydání. Cambridge: Cambridge university press. 756 s.

- Ellison L. 1960. Influence of grazing on plant succession of rangelands. *Bot. rev.* 26: 1-78.
- Geoportál ČÚZK. 2018. Geomorfologické jednotky [aplikace na Internetu]. Praha: Český úřad zeměměřičský a katastrální. Dostupné na: <http://www.geoportal.cuzk.cz/>.
- Glenn-Lewin DC, Peet RK, Veblen TT. 1992. *Plant succession: theory and prediction*. 1. vydání. London: Chapman & Hall. 368 s.
- Grime JP. 2001. *Plant Strategies, vegetation processes and Ecosystem Properties*. 2. vydání. Chichester (UK): Wiley. 417 s.
- Háková A., Klauisová A., Sádlo J. (eds). 2004. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. *PLANETA*. 12(8): 1-75.
- Hanousek M, Číp D. 2016. Ochranný plán pro lokalitu Ještěří ráj – Brod nad Labem na období let 2016-2025. Jaroměř: ZO ČSOP JARO Jaroměř. 16 s.
- Hennekens SM, Schaminee JHJ. 2001. Turboveg, a comprehensive database management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.* 12: 589–591.
- Hintze J. 2013. NCSS 9. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA. www.ncss.com.
- Chytrý M, Kučera T, Kočí M, Grulich V, Lustyk P. 2010. *Katalog biotopů České republiky*. 2. vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajina ČR. 445 s.
- Kahmen S, Poschlod P. 2004. Plant functional trait responses to grassland succession over 25 years. *J. Veg. Sci.* 15(1): 21-32.
- Kalous R. 2012. *Vegetace suchých trávníků (tř. Festuco-Brometea) v Královéhradeckém kraji: minulost (1950–2000) a současný stav [bakalářská práce]*. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci. 88 s.
- Kalous R. 2014. *Ekologie a rozšíření suchých trávníků ve východních Čechách a jejich proměna v posledních 50 letech [diplomová práce]*. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci. 161 s.
- Klauisová A. 1978. *Opuštěná pole a jejich funkce v krajině [rigorózní práce]*. [Praha (CZ)]: Univerzita Karlova.
- Kubát K, Hrouda L, Chrtěk J jun., Kaplan Z, Kirschner J, Štěpánek J. 2002. *Klíč ke květeně ČR*. Praha: Academia. 928 s.

- Maršáková M, Kučera B, Leiská M, Mihálik Š, Rivořová-Knížetová L, Tříska J, Urban F. 1987. Metodika inventarizačního průzkumu chráněných území. 1. vydání. Praha. 46 s.
- McIntyre S, Lavorel S, Tremont RM. 1995. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *J. Ecol.* 83. 31-44.
- Milberg P. 1995. Soil seed bank after eighteen years of succession from grassland to forest. *Oikos.* 72. 3-13.
- Mládek J, Pavlů V, Hejcman M, Gaisler J (eds.). 2006. Pastva ovčí a koz jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV Praha. 104 s.
- Moravec J, Blažková D, Hejný S, Husová M, Jeník J, Kolbek J, Krahulec F, Krečmer V, Kropáč Z, Neuhäusel R, Neuhäuslová-Novotná Z, Rybníček K, Rybníčková E, Samek V, Štěpán J. 1994. *Fytocenologie*. 1. vydání. Praha: Academia. 404 s. Dotisk 2004.
- Nathan R, Katul GG, Horn HS, Thomas SM, Oren R, Avissar R, Pacala SW, Levin SA. 2002. Mechanism of long-distance dispersal of seeds by wind. *Nature.* 418. 409-413.
- Neuhäuslová Z, Blažková D, Grulich V, Husová M, Chytrý M, Jeník J, Jirásek J, Kolbek J, Kropáč Z, Ložek V, Moravec J, Prach K, Rybníček K, Rybníčková E, Sádlo J. 1998. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. 1. vydání. Praha: Academia. 341 s.
- Osbornová J, Kovářová M, Lepš J, Prach K. 1990. Succession in abandoned fields. *Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 169 s.
- Poschlod P, Jackel AK. 1993. Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen (The dynamics of the generative diaspore bank of calcareous grassland plants. 1. Seasonal dynamics of diaspore rain and diaspore bank in two calcareous grassland sites of the Suebian Alb.). *Flora.* 188: 49-71.

- Poschlod P, Wallis De Vries MF. 2002. The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands – lessons from the distant and recent past. *Biol. Conserv.* 104: 361–376.
- Prach K, Jírová A, Doležal J. 2014. Pattern of succession in old-field vegetation at a regional scale. *Preslia* 86: 119-130.
- Prach K, Lencová K, Řehouňková K, Dvořáková H, Jírová A, Konvalinková P, Mudrák O, Novák J, Trnková R. 2013. Spontaneous vegetation succession at different central European mining sites: a comparison across seres. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 20: 7680-7685.
- Prach K, Pyšek P, Bastl M. 2001. Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: A pattern across seres. *Appl. Veg. Sci.* 4: 83-88.
- Prach K, Pyšek P, Šmilauer P. 1997. Changes in Species Traits during Succession: A Search for Pattern. *Oikos* 79: 201-205.
- Prach K, Řehouňková K. 2006. Vegetation succession over broad geographical scales: which factors determine the patterns. *Preslia*. 78: 469-480.
- Prach K. 2006. Příroda pracuje zadarmo. Technické, nebo přírodní rekultivace. *Vesmír* 85(5): 272-277.
- QGIS Development Team. 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.
- Quitt E. 1971. Klimatické oblasti Československa. 1. vydání. Brno: Academia. 73 s.
- Sádlo J. 2009. Bezzásahovost takřikajíc nechtěná: Samovolné sukcesní procesy v krajině současnosti. *Ochrana přírody* 64(5): 22-25.
- Schleicher A, Peppler-Lisbach C, Kleyer M. 2011. Functional traits during succession: is plant community assembly trait-driven. *Preslia*. 83: 347–370.
- Šmilauer P, Lepš J. 2004. Multivariate analysis of ecological data using Canoco 5. 2. vydání. Cambridge. Cambridge university press. 376 s.
- ter Braak CJF, Šmilauer P. 1998. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows. Software for canonical community ordination (version 4). Wageningen (NL): Centre for Biometry, Wageningen.

- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13: 451–453.
- Trnková R, Řehounková K, Prach K. 2010. Spontaneous succession of vegetation on acidic bedrock in quarries in the Czech Republic. *Preslia* 82: 333-343.
- Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i. 2018. Geoportál SOWAC-GIS: Půda v mapách [aplikace na Internetu]. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i. Dostupné na: <http://geoportal.vumop.cz/>.
- Walker LR, del Moral R. 2003. *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. 1. vydání. Cambridge: Cambridge press. 442 s.
- Zhang JT. 2005. Succession analysis of plant communities in abandoned croplands in the eastern Loess Plateau of China. *J. Arid. Environ.* 63: 458-474.

Přílohy

Příloha A – Přehledové tabulky

Tabulka I. Počet druhů v jednotlivých fytoocenologických snímcích v transektech T1 – T7

Číslo snímku	Číslo transektu						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1	31	17	22	14	33	43	27
2	22	24	19	14	24	44	21
3	18	22	20	24	27	31	29
4	25	23	19	14	25	32	30
5	24	21	24	9	34	29	19
6	21	19	22	10	30	30	10
7	22	26	23	19	32	26	14
8	20	13	18	15	34	27	19

Tabulka I. Přehled zkratk druhů použitých v ordinačních diagramech

Název druhu	Zkratka	Název druhu	Zkratka
<i>Acer campestre</i>	AcerCamp	<i>Festuca rupicola</i>	FestRupc
<i>Agrimonia eupatoria</i>	AgrmEupt	<i>Fragaria viridis</i>	FragVird
<i>Agrostis capillaris</i>	AgrsCapi	<i>Galium album</i> s.str.	GalAlbSS
<i>Agrostis vinealis</i>	AgrsVine	<i>Geranium dissectum</i>	GernDiss
<i>Achillea millefolium</i> agg.	AchMilAg	<i>Geranium pusillum</i>	GernPusl
<i>Anagallis arvensis</i>	AnagArvn	<i>Geum urbanum</i>	GeumUrbn
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	AnthOdor	<i>Glechoma hederacea</i>	GlecHedr
<i>Anthriscus sylvestris</i>	AnthSylv	<i>Holcus lanatus</i>	HolcLant
<i>Arabidopsis thaliana</i>	ArabThal	<i>Hypericum perforatum</i>	HyprPerf
<i>Arctium</i> sp.	ArctSpec	<i>Knautia arvensis</i>	KnauArvn
<i>Arrhenatherum elatius</i>	ArrhElat	<i>Lamium maculatum</i>	LamiMacl
<i>Artemisia vulgaris</i>	ArtnVulg	<i>Lamium purpureum</i>	LamiPurp
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	AstrGlyc	<i>Leontodon autumnalis</i>	LeonAutm
<i>Bromus</i> sp.	BromSpec	<i>Lotus corniculatus</i>	LotsCorn
<i>Calamagrostis epigejos</i>	CalmEpig	<i>Luzula campestris</i>	LuzlCamp
<i>Carex muricata</i> agg.	CarMurAg	<i>Matricaria</i> sp.	MatrSpec
<i>Cerastium arvensis</i>	CersArvn	<i>Medicago lupulina</i>	MedcLupl
<i>Cerastium holosteoides</i>	CersHols	<i>Medicago sativa</i>	MedcSatv
<i>Cirsium vulgare</i>	CirsVulg	<i>Myosotis arvensis</i>	MyosArvn
<i>Cirsium arvensis</i>	CirsArvn	<i>Myosotis</i> sp.	MyosSpec
<i>Clinopodium vulgare</i>	ClinVulg	<i>Phleum pratense</i>	PhlePrat
<i>Convolvulus arvensis</i>	ConvArvn	<i>Plantago lanceolata</i>	PlanLanc
<i>Crataegus</i> sp.	CratSpec	<i>Plantago major</i>	PlanMajr
<i>Crepis biennis</i>	CrepBien	<i>Plantago media</i>	PlanMedi
<i>Dactylis glomerata</i>	DactGlom	<i>Poa palustris</i>	PoaPalus
<i>Daucus carota</i>	DaucCart	<i>Poa pratensis</i> agg.	PoaPrtAg
<i>Elymus repens</i>	ElymRepn	<i>Poa trivialis</i>	PoaTrivi
<i>Epilobium</i> sp.	EpilSpec	<i>Potentilla argentea</i>	PotnArgn
<i>Equisetum arvensis</i>	EquiArvn	<i>Prunella vulgaris</i>	PrunVulg
<i>Erigeron acris</i>	ErigAcrs	<i>Rosa canina</i> agg.	RosaCanAg
<i>Erigeron annuus</i>	ErigAnnu	<i>Rosa</i> sp.	RosaSpec
<i>Festuca brevipila</i>	FestBrev	<i>Scrophularia nodosa</i>	ScrpNods
<i>Festuca ovina</i>	FestOvin	<i>Securigera varia</i>	SecrVari
<i>Festuca pratensis</i> agg.	FesPrtAg	<i>Silene latifolia</i>	SilnLatf
<i>Festuca rubra</i>	FestRubr	<i>Solidago canadensis</i>	SoldCand

Název druhu	Zkratka
<i>Stellaria media</i>	StelMedi
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	TarSecRd
<i>Trifolium hybridum</i>	TrifHybr
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	TripInod
<i>Trisetum flavescens</i>	TrisFlav
<i>Urtica dioica</i>	UrtcDioi
<i>Veronica chamaedrys</i> agg.	VerChmAg
<i>Veronica persica</i>	VernPers

Název druhu	Zkratka
<i>Veronica praecox</i>	VernPrae
<i>Veronica serpyllifolia</i>	VernSerp
<i>Veronica</i> sp.	VernSpec
<i>Veronica teucrium</i>	VernTeuc
<i>Vicia tetrasperma</i>	ViciTetr
<i>Vicia villosa</i>	ViciVill
<i>Viola arvensis</i>	ViolArvn
<i>Viola odorata</i>	ViolOdor

Příloha B – Fotografie lokality Brod nad Labem



Obrázek I. Studijní lokalita – bývalá orná půda, červen 2016, © Roman Kalous



Obrázek II. Biotop zarůstajícího pole, kde probíhá řízená sukcese, duben 2017, © Roman Kalous



Obrázek III. Extenzivní pastva na poli, duben 2016, © Roman Kalous



Obrázek IV. Jarní aspekt, duben 2017, © Gabriela Pravcová