

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Katedra botaniky



Dynamika vegetace na úhorech

Vegetation dynamics on fallows

Bakalářská práce

Martina Entová

Školitelka: Mgr. Martina Fabšičová

Praha 2010



Poděkování

Ráda bych poděkovala především své školitelce Martině Fabšičové a Tomáši Vymyslickému za trpělivé odpovědi na mé dotazy, za dobré rady a za velice příjemnou spolupráci.

Dále můj dík patří mým rodičům za všestrannou podporu a technické zázemí a všem mým přátelům, kteří si tuto práci četli a opravovali nebo mě při jejím psaní jakkoliv jinak podpořili.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou opuštěných polí. Pole jsou pro lidstvo velice důležitým ekosystémem. V posledních desetiletích dochází k opouštění zemědělské půdy a vzniku úhorů. Příčinami mohou být sociální a politické změny, změny ekonomických podmínek či změny podmínek ekologických. Vzniklé úhory jsou dobrým modelem pro studium sekundární sukcese, mohou však také mít v krajině mnoho dalších funkcí. Sukcese neprobíhá vždy stejně, ovlivňuje ji například historické využití místa, dostupnost semen a podmínky prostředí. Pro výzkum sukcese lze využít buď trvalé plochy nebo chronosekvenci. Na úhoru bývá bohatá zásoba semen v semenné bance. Tu je možné popsat několika metodami: promývání na sítích, promývání v látkovém sáčku, flotace, kultivační pokusy. Výzkumy na úhorech se zabývá množství vědců a studentů z České republiky, ale i z celého světa. V závěru bakalářské práce je představena budoucí magisterská práce. Jejím cílem bude porovnat aktuální vegetaci a semennou banku na úhorech v Národním parku Podyjí a posoudit orbu jako možný management pro vytvoření a udržení druhově bohatých úhorových společenstev.

Klíčová slova: opuštěná pole, úhory, vývoj využití krajiny, sekundární sukcese, semenná banka, Národní park Podyjí

Abstract

The bachelor thesis is concerned with problems of abandoned fields. Fields are very important ecosystem for mankind. Abandonment of agricultural land and formation of fallows happen in last decades. Social and political changes can be the reason of fields abandonment as well as economical changes or changes in ecological conditions. The fallows are good model for secondary succession studies, but they can have many other functions in a land. Succession doesn't always proceed in the same way, it can be affected for example by historical land use, species pool or environmental factors. Permanent plots or space-for-time substitution can be used for succession research. The rich reserve of seeds in the seed bank is typical for fallows. That can be described by several methods: elutriation, cloth bag, flotation or seedling emergence. Many scientists from the Czech Republic and also from all over the world are interested in fallow research. My MSc. thesis is presented at the end of this bachelor thesis. The comparison of actual vegetation and the soil seed bank of fallows in Podyjí National Park will be the aim of this work. Usage of ploughing as a possible management for creation and preservation of a rich fallow associations will be studied.

Key words: old fields (abandoned fields), fallows, historical land use, secondary succession, soil seed bank, Podyjí National Park

1 Úvod	5 -
2 Historie vývoje a využití krajiny	5 -
3 Úhorové hospodářství	7 -
3.1 Kdy a proč úhory vznikají	8 -
3.2 Funkce úhorů v krajině	8 -
3.3 Úhory a ekologie obnovy	9 -
4 Dynamika sukcese na úhorech	10 -
4.1 Průběh sukcese na úhorech	10 -
4.2 Mechanismy průběhu sukcese	11 -
4.3 Změny diverzity	12 -
4.4 Faktory ovlivňující průběh sukcese	13 -
5 Aktuální polopřirozená vegetace na úhorech	14 -
5.1 Metody výzkumu aktuální vegetace	14 -
5.2 Kvalitativní a kvantitativní hodnocení vegetace	15 -
6 Půdní semenná banka	17 -
6.1 Dormance	17 -
6.1.1 Primární dormance	18 -
6.1.2 Sekundární dormance	18 -
6.2 Typy semenné banky	19 -
6.3 Okolní vegetace	20 -
6.4 Metody zkoumání semenné banky	20 -
6.4.1 Přímé metody	21 -
6.4.2 Nepřímé metody	22 -
6.4.3 Jaká metoda je ta nejlepší?	23 -
7 Výčet prací zabývajících se výzkumem úhorů	23 -
8 Představení navazující diplomové práce	25 -
8.1 Situace v NP Podyjí	25 -
8.1.1 Obecná charakteristika	25 -
8.1.2 Historie vlivu člověka	26 -
8.1.3 NP a ochrana přírody	26 -
8.2 Vlastní diplomová práce	26 -
8.2.1 Používaná metodika	27 -
8.2.2 Současný stav bádání	28 -
9 Závěr	30 -
10 Literatura	31 -

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá problematikou opuštěných polí. Soustřeďuje se zejména na raná sukcesní stadia, na nichž se ještě nevyvinula lesní vegetace. Pole jsou už několik tisíc let jedním z člověkem nejvyužívanějších ekosystémů rozšířeným po celé zemi. V posledních letech se celosvětově zvyšuje procento orné půdy, která je ponechána ladem, zatravněna či zastavěna komplexy budov. V roce 1990 činila její rozloha přibližně dva miliony km² (Ramankutty & Foley, 1999). Už kvůli této obrovské ploše je žádoucí poznat procesy, které na opuštěných polích probíhají. Jejich pochopení by mohlo být užitečné pro ekologii obnovy a pro další využití těchto míst.

Cílem práce je shrnout poznatky týkající se opuštěných polí a úhorů z nich vzešlých. Jedná se o rozsáhlou problematiku, která byla a je zkoumána mnohými vědci. V této práci je představena rešerše vybraných publikací zaměřujících se zejména na následující témata: příčiny vzniku úhorů, jejich současný význam, dynamika sukcese probíhající na úhorech, metody výzkumu nadzemní vegetace a půdní semenné banky úhorů a také stručný výčet autorů, kteří se danou problematikou zabývají.

Moje bakalářská práce tvoří základ pro budoucí diplomovou práci, která je krátce představena v poslední kapitole. Ta se bude zabývat vztahem půdní semenné banky a aktuální vegetace na loukách a úhorech v Národním parku Podyjí a možností využití orby coby vhodného managementu pro udržení druhově bohatých úhorových společenstev hostících často vzácné druhy plevelů.

2 Historie vývoje a využití krajiny

Pojem krajina má většina lidí spojený s představou kulturní krajiny s mozaikou polí, luk, remízků, měst a cest. Tento typ krajiny vznikal několik tisíc let díky vlivu člověka. Člověk našeho druhu (*Homo sapiens sapiens*) se na území dnešní České republiky objevil již v první polovině posledního glaciálu. Jeho stopy nacházíme například u Pavlova a Dolních Věstonic (Ložek, 2007), kde byly objeveny tisíce opracovaných pazourkových nástrojů a první keramika na světě (Pokorný in verbis, 2010). Jednalo se ale spíše o sběrače a lovce, kteří krajinu sice přetvářeli (například zakládáním požárů), ale změny byly malé a vratné.

Situace se změnila s vynálezem zemědělství v neolitu a příchodem prvních rolníků do Evropy. Na naše území pronikli přibližně před sedmi až osmi tisíci lety od jihovýchodu a kolonizovali suché teplé oblasti především na spraši. Tím začala postupná přeměna přírodní krajiny a šíření druhotných otevřených ploch na úkor lesa (Ložek, 2007). Od neolitu do konce mladšího středověku vznikala trvale obhospodařovaná otevřená kulturní krajina, les pomalu

ustupoval a formovaly se polopřirozené louky, pastviny, pole, úhory, ale i sídliště a cesty (Sádlo et al., 2005). Člověk tak měnil tvář krajiny a tvořil mozaiku nových ekosystémů, která poskytla vhodný prostor pro mnoho nových druhů rostlin a živočichů, a došlo tak k obohacení diverzity naší flory a fauny (Ložek, 2007). Například na polích bylo možno potkat kromě prvních kulturních plodin (pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka, hrách, čočka, proso) (Ložek, 2007) také první polní plevele (koukol, vlčí mák, drchnička, ostrožka), původně stepní rostliny z východu. Praktikovalo se hlavně přílohové hospodářství, kdy se střídalo několik let orby s dlouhým odpočinkem půdy v podobě úhoru (Sádlo et al., 2005).

Již před polovinou 13. století byly osídleny všechny zemědělsky příhodné oblasti a začalo se s kolonizací méně vhodných území za současného odlesňování. Nejednalo se však o programové ničení lesů. Lidé si byli vědomi hodnoty lesa coby zdroje stavebního materiálu, dřevěného uhlí a krmiva pro dobytek. Využíval se trojpolní systém spočívající ve střídání ozimu, jaře a úhoru. Ozim a jař nebyly zavedeny kvůli zvýšení výnosů, ale kvůli snížení dopadu případné jednorázové neúrody. Na úhoru půda odpočívala a byla využívána k pastvě dobytka. Pěstovalo se například žito, pšenice, oves, ječmen a pohanka (Klápště, 2006). Zvyšující se rozloha pastvin a polí vedla k erozi půd a sedimentaci nánosů v nivách (Ložek, 2007).

Za třicetileté války se země vylidnila, některá pole byla opouštěna a docházelo k jejich sukcesí. Tento stav ale netrval dlouho. Baroko (první čtvrtina 17. až konec 18. století) bylo charakteristické nejvyšším stupněm odlesnění od začátku holocénu a úplným využitím krajiny. Malé mozaikovitě državy byly spojovány ve větší krajinné celky, vznikaly velké plochy jednotvárné polní krajiny, zefektivnilo se hospodaření (částečně díky hnojení mrvou). Tyto úspěchy vedly k opouštění polí, která se stala nadbytečnými, a vzniku úhorů (Sádlo et al., 2005).

Začátek dvacátého století s sebou přinesl technický pokrok v podobě traktorů, kombajnů a umělých hnojiv. První světová válka neměla na zemědělství téměř žádný negativní dopad. Na začátku druhé světové války došlo k odtržení pohraničí a jeho začlenění do německého hospodářského systému. Vliv okupace byl však patrný i ve vnitrozemí, kde byla vyklížena a zabavována rozsáhlá území využívaná na vojenská cvičení jednotek SS (Jech, 2008). Po válce došlo k odsunu Němců a opuštění pohraničí. Jejich majetek byl konfiskován, spravován Národním pozemkovým fondem a rozdělován soukromníkům (www 1). Některé pozemky blízko hranic však zůstaly opuštěny.

Mezi lety 1945 a 1989 se zemědělství v naší zemi řídilo pokyny přicházejícími z tehdejšího Sovětského svazu. Při kolektivizaci přestala téměř úplně existovat soukromá zemědělská malovýroba. Pozemky přešly více či méně dobrovolně pod správu nově vzniklých jednotných zemědělských družstev (Jech, 2008). Uplatňovalo se na nich centrálně řízené

hospodářství, které nebralo ohledy na místní podmínky a diktovalo kolik, čeho a kdy se musí vyprodukovat. Socialistické zemědělství výrazně změnilo krajinu. Docházelo k rušení mezí a polních cest, vznikala monotónní a málo členitá krajina s monokulturami. Výroba se zintenzivňovala používáním nadměrného množství pesticidů a hnojiv, což vedlo ke znečištění podzemní vody a erozi půdy. Kromě mezí a remízků zmizelo vlivem meliorací mnoho vlhkomilných společenstev. Změnil se také vztah lidí k půdě a došlo k zániku často typických a udržitelných způsobů hospodaření (Lokoč, 2008).

Po revoluci v roce 1989 se JZD rozpadla, nebo alespoň přeorganizovala na reformovaná zemědělská družstva a privatizované akciové společnosti, často specializované a hospodařící na menší rozloze půdy. Většina v minulosti zabavené půdy byla restituována, ovšem ne všichni majitelé se k zemědělství znovu vrátili (Jech, 2008).

Dnes tvoří zemědělská půda přibližně polovinu rozlohy státu (4200 tis. ha), z čehož orná půda tvoří přibližně tři čtvrtiny. Trendem je postupný úbytek zemědělské půdy a zvyšování rozlohy lesů. V rámci zemědělské půdy se jedná o úbytek půdy orné a nárůst trvalých travních porostů (www 2). Zvyšuje se počet ploch, které se dostávají mimo jakýkoliv ekonomický zájem a postupně pustnou (Ložek, 2007). Zvyšuje se také poptávka po takzvaných biopotravinách a roste podpora ekologického zemědělství a agroturistiky jak ze strany státu (www 2), tak ze strany Evropské unie (www 3). Od vstupu do Evropské unie se náš stát řídí společnou zemědělskou politikou, která zahrnuje, kromě jiného, různé limity a omezení produkce, což vede k menšímu využívání zemědělské půdy. Zemědělci jsou místo toho využíváni například k údržbě chráněných území, která jsou závislá na tradičním způsobu obhospodařování.

Dostáváme se do doby, kdy zemědělství přestává sloužit pouze k lidské obživě. Louka je kosena ne kvůli senu pro dobytek, ale kvůli tomu, aby byly zachráněny ohrožené druhy, a zemědělec je placen ne za produkci potravin, ale za zvyšování biodiverzity.

3 Úhorové hospodářství

Předcházející kapitola ukázala, že úhory byly po dlouhou dobu lidské historie běžně využívané při hospodaření. V této práci se však nebudu zabývat pouze „pravými úhorými“, tj. pozemky přechodně vyřazenými ze zemědělského provozu za účelem přirozené úpravy půdních vlastností a snížení zaplevelení (Soukupová, 1984), ale i všemi opuštěnými poli, která pravděpodobně v nejbližší době už znovu (zemědělsky) využita nebudou. Pro tato území navrhuje Soukupová (1984) vhodnější termín *lado* ve významu: „formace suchých pastvin v oblastech mírného pásma, které vznikly na půdě po kratší nebo delší dobu mechanicky

nezpracovávané, zpravidla po opuštění v méně příznivých socio-ekonomických poměrech, a které jsou většinou porostlé nekulturními travními porosty a využívají se k pastvě nebo vůbec“. Já se však budu držet pojmu *úhor* ve smyslu opuštěného pole, které dříve bylo zemědělsky využívané a dnes už není, jak ho používá například Klaudisová (1978).

3.1 Kdy a proč úhory vznikají

Přestože se úhory objevovaly v celé zemědělské historii, celková plocha obdělávané půdy spíše narůstala. Tento trend se začal obracet v Severní Americe přibližně v polovině 19. století. V Evropě začalo opouštění polí ve větší míře přibližně o století později, mezi lety 1960 a 1990. Opuštění půdy se však týká i zemí, kde zemědělství stále slouží jako hlavní zdroj obživy lidí, například Afriky a Indie (Ramankutty & Foley, 1999). V České republice docházelo k nejvýraznějšímu nárůstu opuštěných polí vždy v souvislosti s významnými politickými událostmi. Vznik úhorů byl zaznamenán po druhé světové válce (Jelínek, 1981), při převodu soukromé půdy do socialistického vlastnictví (Klaudisová, 1978), a také v době po pádu komunistického režimu (Prach et al., 2007). Podobné sociální a politické změny vedly i k opuštění polí v Rumunsku po roce 1990 (Ruprecht, 2005).

Cramer a Hobbs (2007) ve své knize uvádějí další možné příčiny vzniku úhorů. Jednou z nich je zaplevelení pole nějakým agresivním druhem nebo degradace půdy vlivem nesprávného managementu, znečištění, či změny klimatických podmínek. Obojí vede ke snížení produktivity. V Maďarsku jsou v posledních dvou desetiletích opouštěny tisíce hektarů půdy, kterou se už nevyplatí obdělávat, protože leží na příliš písčitéch, zasolených, zaplavovaných či jinak problematických místech (Csecserits & Rédei, 2001).

Dalšími faktory jsou globalizace trhu a technický pokrok. V dnešní době je často levnější potraviny dovézt ze zahraničí, než je vyrábět. Tradiční zemědělství se nevyplácí a pro malé soukromníky je lepší pozemky prodat nebo opustit. Souvisejícím trendem je i přesun lidí z venkova do měst, což vede ke ztrátě „*know how*“. Pro další generace je pak obtížné se k zemědělství vrátit (Cramer & Hobbs, 2007). Nemalý vliv mají také normy a omezení nadnárodních institucí, v nichž je určeno, kde, kolik a čeho se může pěstovat.

3.2 Funkce úhorů v krajině

Opuštěná pole tvoří skvělé přírodní laboratoře a už dlouhou dobu se používají k výzkumům sukcese (Cramer & Hobs, 2007). Mají několik výhod: jsou všude na světě, často lze určit jejich přesný věk a také lze zahájit sukcesi experimentálně (Osbornová et al., 1990).

Kromě zdroje potěšení pro biologické nadšence mohou úhory sloužit jako dobrý filtr zachycující prach nebo splachy živin z polí. Zachytávají také dešťovou vodu, a zpomalují tak její průtok například po bouřkách, čímž chrání okolní půdu před erozí (zvláště na svazích). Mohou tvořit ochranné pásy na kontaktu polních kultur a cennějších lokalit, sloužit jako úkryt ptáků a zvěře a jako refugium vzácných druhů rostlin a živočichů (Klaudisová, 1978; Osbornová et al., 1990). Na úhorech stepního charakteru v Českém krasu bylo nalezeno množství chráněných rostlin: *Adonis vernalis*, *Orchis purpurea*, *Gentianopsis cilliata* nebo *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica* a další (Klaudisová, 1978).

Význam úhorů je nejlépe docenitelný v otevřené polní krajině, kde zvláště starší stadia se stromy a keři působí jako důležitý stabilizační prvek a mají i určitou estetickou hodnotu. Pokud však nepočítáme sběr bylin a plodů, nemají úhory téměř žádnou ekonomickou využitelnost (Osbornová et al., 1990). Určitě by však bylo možné nějaký ekonomický přínos najít, když by se například podařilo odhadnout, o kolik více peněz by bylo nutné investovat do čištění vody, kdyby se nad pramenem nenacházel starý úhor zachytávající zbytky hnojiv a pesticidů z polí.

3.3 Úhory a ekologie obnovy

V posledních letech převládá názor, že při rekultivacích starých lomů, hald a výsypek by se měly provádět pouze nejnutnější zásahy (odvezení toxického odpadu, urovnání terénu atd.) a zbytek ponechat na přirozené sukcesi daného místa. Tento přístup lze aplikovat i na opuštěná pole. Regenerační schopnosti úhoru jsou většinou rychlé. Například pole v Rumunsku se již po čtrnácti letech sukcese podobala polopřirozeným loukám v okolí (Ruprecht, 2005).

Přirozená obnova určitého místa nemusí být vždy úspěšná. Problémem může být ochuzená půdní fauna a méně rozvinutá mykorrhiza (Gross & Emery, 2007). V jihozápadní Austrálii došlo k raketovému nástupu zemědělství ve 20. století. Nadměrné využívání půdy vedlo k devastaci původní krajiny. Dnes se při pokusech o obnovu původních ekosystémů potýkají s degradací půdy a větrnou erozí (chybí křoviny, které brzdí vítr). Větrek zvýšený odpar vody navíc zrychluje zasolování, což dále urychluje degradaci půdy a znesnadňuje obnovu tohoto území (Cramer et al., 2007).

V souvislosti s podporou přirozené obnovy a sukcese se často objevuje otázka, zda tato místa, ponechaná svému osudu, nemohou sloužit jako zdroj plevelných a invazních druhů rostlin. Zatím žádná ze studií, které jsem měla k dispozici, tuto obavu nepotvrzuje. Na ploše se většinou plevelné druhy objeví, ale typicky vymizí v prvních deseti letech (Csecserits & Rédei, 2001) a nedochází k jejich šíření do okolní krajiny (pokud se tam nenacházejí nějaké

další vhodné úhory či disturbovaná místa). Většinou se na úhoru nevyskytují žádné speciální expanzivní a invazní druhy, které by se nenacházely i v okolí (Prach et al., 1996). Na polích se mohou objevit exotické a pro daný region nepůvodní druhy rostlin. Jedná se ale často o jednoleté druhy spojené se zemědělstvím, které rychle vymizí a nemají podstatný vliv na vývoj společenstva. Komplikace může způsobit výskyt vytrvalých rostlin, jelikož ty mohou bránit vývoji stromů (vznikají dlouhodobě blokováná sukcesní stadia). Příkladem může být druh *Microstegium vimineum* na pokusných polích v New Jersey (Meiners et al., 2007). Problémem může být invazní dřevina *Robinia pseudacacia* (Ruprecht, 2005), která se ovšem nešíří z opuštěných ploch, ale spíše na ně.

4 Dynamika sukcese na úhorech

Pojem sukcese označuje samovolné a nevratné změny druhového složení určitého místa v čase. Rozlišujeme sukcesi primární, odehrávající se na nově vzniklých místech, kde nejsou přítomné zásoby diaspor (klasickým příkladem je sopečný ostrov nebo vytěžený lom), a sukcesi sekundární, která se uplatňuje ve společenstvech již existujících s dostupnou bankou diaspor (například opuštěná louka nebo les po požáru). V této práci se budu zabývat pouze sukcesí sekundární, protože právě ta probíhá na opuštěných polích.

4.1 Průběh sukcese na úhorech

Sukcese na úhorech je charakteristická střídáním životních forem. Nejdříve nastupují jednoleté rostliny, které jsou posléze nahrazeny vytrvalými bylinami a trávami, ty jsou vystřídány keři a konečnou fází sukcese je les (např. Meiners et al., 2007).

Iniciální stadia sukcese jsou prakticky výhradně tvořena plevelnými druhy vzešlými ze semenné banky. Jejich semena se do půdy dostala, když ještě na lokalitě bylo obhospodařované pole (Prach et al., 1996). Jedná se často o krátkověké druhy produkující velké množství semen (Osbornová et al., 1990). K nim se mohou přidávat druhy s vysokou schopností šíření, často anemochorní, které se na pole dostanou z okolí (Klaudisová, 1978).

Do porostu postupně pronikají víceleté byliny a trávy a plevelné druhy iniciálních stadií ustupují. Nestane se tak ovšem okamžitě, podle Soukupové (1984) trvá zapojení trav na suchých úhorech v Českém krasu nejméně deset let. V příznivých podmínkách Transylvánské nížiny je tento proces značně rychlejší. Jednoletky dominují pouze jeden rok, poté jsou často nahrazeny pýrem (*Elymus repens*) a dojde k zapojení vegetace (Ruprecht, 2005).

Pýr plazivý jakožto první trvalá dominanta je popisován i z našeho území (Osbornová et al., 1990). Jedná se o druh s dobrou schopností vegetativního šíření, který přerůstá okolní druhy. Vegetativní šíření je jednou z vlastností charakterizujících ideální sukcesní dominantu

dle výzkumů Pracha a Pyška (1999). Dominantní rostlina by dále měla být vysoká, měla by mít také zvýšené nároky na vodu a dusík, což souvisí s rychlým růstem a tvorbou biomasy, a měla by být anemogamní. Mezi takto charakterizovanými dominantními druhy je velké zastoupení několika skupin: *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*. V průběhu sukcese se také významně zvyšuje zastoupení druhů s posunutými fenologickými fázemi, které začínají kvést později než v květnu a kvetou maximálně jeden až dva měsíce (Kahmen & Poschlod, 2004).

Po zapojení trav se rychlost sukcese zpomaluje (Soukupová, 1984). V některých případech se může sukcese v travnatém stadiu i zastavit. Tento stav má mnoho různých příčin. Na suchých úhorech s mělkými půdami v Českém krasu je nástup keřů omezen nevhodnými abiotickými podmínkami (Soukupová, 1984). Na vlhkých a živinami bohatých úhorech zase nedovolí prosazení dřevin konkurenčně silné byliny (Prach et al., 2007). Na polích v Rumunsku je jedním z faktorů bránících pokračování sukcese nedostatek zdrojů diaspor v okolí. Většina stromů zde totiž byla vykácena už kolem roku 1700 (Ruprecht, 2005). Průběh sukcese může ovlivnit i člověk. Kosením úhorů v raných fázích sukcese se podpoří zapojení trav. I když pak vliv člověka ustane, v zapojeném trávníku se už semenáčky keřů a stromů neprosadí (Jelínek, 1981). Podobný vliv může mít i pastva nebo okus lesní zvěří (Osbornová et al., 1990).

4.2 Mechanismy průběhu sukcese

Connell a Slatyer (1977) navrhují tři možné modely sloužící k popisu mechanismů průběhu sukcese.

- Prvním z nich je model *facilitační*. Předpokládá, že první druh kolonizuje území, svým působením změní některé podmínky (půdu, mikroklíma), a umožní tak nástup dalšího druhu. Tento model se uplatňuje hlavně při primární sukcesi a při osidlování extrémních míst, kde dokáží přežít jen některé druhy. Dobrým příkladem je kolonizace písčinych dun.
- Druhým z modelů je model *toleranční*. Podle něj má každý následující druh v sukcesi nižší nároky na určitý zdroj, který je postupně vyčerpáván (potřebuje méně živin, světla atd.). Pozdější druhy tedy nejsou vázané na ty předchozí, pouze jsou schopné zvládat horší podmínky. Pro tento model existuje jen málo dokladů, protože se velice těžko hledá případ, kdy by se druhy na lokalitě navzájem nijak neovlivňovaly.
- Poslední je model *inhibiční*. V tomto případě první kolonisté znemožňují nástup ostatním. Další druhy se na lokalitu dostanou až po oslabení nebo odumření druhů původních.

Toleranční a inhibiční model lze většinou uplatnit při sekundární sukcesi (Connell & Slatyer, 1977). I pro sukcesi na opuštěných polích v Českém krasu autoři (Osbornová et al., 1990) prosazují právě toleranční model a za nejméně použitelný (jak na opuštěných polích, tak pro sukcesi obecně) považují model facilitační. Naopak Canade (2007) považuje facilitační model za vhodný pro popis počátečních fází sukcese na opuštěných polích v Brazílii. Novým semenům se pod starší vegetací lépe klíčí, mají tam lepší mikroklima a jsou lépe chráněna proti herbivorům, než když je vegetace odstraněna.

4.3 Změny diverzity

Počet druhů na lokalitě během sukcese není stálý, ale celkem výrazně se mění. Největší diverzitu najdeme většinou v raných stádiích sukcese, konkrétně mezi prvním a pátým rokem od opuštění (Klaudisová, 1978; Jelínek, 1981). Lze to vysvětlit tím, že na čerstvě opuštěném poli v ještě nezapojeném porostu mohou přežít i konkurenčně slabší druhy, které jsou po zapojení porostu většinou vytlačeny (Klaudisová, 1978). Mladý úhor tak může být jedním z druhově nejbohatších společenstev, která známe. Může hostit více druhů než původní společenstvo, a dokonce i více než deštný prales (Prach et al., 1996). Narozdíl od pralesa je však velká druhová bohatost úhoru pomíjívá a vydrží pouze několik let.

Pokles diverzity spojený s ústupem plevelů a objevením první trvalejší dominanty je popsán v Českém krasu a Doupovských horách mezi pátým až dvanáctým rokem po opuštění pole (Klaudisová, 1978; Jelínek, 1981). Na jiných místech lze pozorovat odlišný vývoj daný patrně rozdílnými podmínkami (např. jiné teploty, srážky, management). Ve studii z Rumunské nížiny autoři zjistili, že druhová bohatost rychle roste prvních dvanáct let, pak se stabilizuje. Není patrný žádný pokles v počtu druhů. Pravděpodobně je to způsobeno občasným přepásáním či kosením ploch. Tím je bráněno v uchycení semenáčků stromů a keřů a sukcese je zastavena v druhově bohatém travním stadiu (Ruprecht, 2005). Na úhorech v Michiganu diverzita stoupá prvních pět let, a pak se stabilizuje, taktéž bez viditelného poklesu (Gross & Emery, 2007).

Neobvyklé výsledky získali vědci při studiu sukcese na polích v Maďarsku (Cseceserits & Rédei, 2001). Celkový počet druhů se zde nelišil mezi plochami různého stáří. První z možných navrhovaných vysvětlení poukazuje na neexistenci limitace zdrojem diaspor. Stará pole se nacházejí v sousedství chráněného území a jsou obklopena polopřirozenými loukami, z nichž se mohou druhy snadno šířit už v počátečních fázích sukcese. Druhé vysvětlení zahrnuje použitou metodiku. Autoři se nezaměřovali konkrétně na ty nejmladší úhory, kde probíhá nejvíce změn, měli jednu kategorii souhrnně pro plochy staré 1-5 let, a nemuseli tak

zachytit všechny změny diverzity. Toto druhé vysvětlení se nejeví příliš pravděpodobné při srovnání s výsledky českých výzkumů (Klaudisová, 1978; Jelínek, 1981), které ukazují nárůst diverzity v celém počátečním období (cca do 5 let, viz výše). Nemělo by tedy mít z hlediska změn diverzity velký význam, zda se pole opuštěné rok a pole opuštěné pět let hodnotí samostatně, nebo zda se sloučí do jedné kategorie. Je však možné, že podmínky na maďarských písčitéch úhorech se od těch našich příliš odlišují na to, abychom mohli výsledky takto přímo porovnat.

Vliv abiotických podmínek prostředí, konkrétně dostupnosti vody, na druhovou diverzitu v průběhu sukcese popsali například Prach et al. (2007). Při studiu úhorů v Českém krasu rozlišili tři série: vlhkou, mezickou a suchou (xerickou). V každé sérii pozorovali jiný trend. Na vlhkých úhorech byl viditelný kontinuální pokles diverzity vlivem kompetice a převládnutí určitého druhu postupně spějící k monodominantní ploše. Na mezických plochách přetrvávala relativně velká diverzita až do nástupu a zapojení keřů. A na suchých plochách, kde se keře kvůli nevhodným podmínkám neprosadily a udržely se pouze stres-tolerantní druhy, velká diverzita přetrvávala až do skončení pokusu.

4.4 Faktory ovlivňující průběh sukcese

Odhadnout průběh sukcese na konkrétní lokalitě je značně problematické. Je ovlivněn mnoha biotickými i abiotickými faktory, které mohou způsobit, že průběh sukcese je unikátní pro každou sledovanou plochu a rok (Kahmen & Poschlod, 2004).

K jednomu z nejčastěji zmiňovaných faktorů patří historické využití místa (*land use*). Hobbs et al. (2007) se domnívají, že pomocí různého historického *land use* a jeho různé intenzity lze vysvětlit rozdíly ve vývoji podobných ekosystémových typů. V iniciálních fázích sukcese často zaznamenáváme velkou variabilitu a nepředvídatelné druhové složení. To je mimo jiné ovlivněno předešlým hospodařením: co se pěstovalo (obiloviny hostí jiné plevele než okopaniny), čím a jak intenzivně se pole hnojilo, zda se užívaly pesticidy, jaká byla technika orby atd. (Soukupová, 1984; Osbornová et al., 1990). Záleží i na stavu, v jakém bylo pole opuštěno, zda bylo opuštěno hned po sklizni a nebo bylo ještě jednou po sklizni zoráno. Bez orby se neobjeví plochy obnažené půdy a některé rostliny se neuchytí. Například úspěch rodu *Salix* se zdá být závislý právě na „oknech holé země“ v počátečních stádiích po opuštění pole (Prach et al., 2007). Zemědělská historie ovlivňuje nejvíce raná sukcesní stadia. S postupem času se ale její význam snižuje a na uchycení a vývoj stromů už nemá téměř žádný vliv. Ty jsou regulovány spíše herbivorií a disperzními limity (Meiners et al., 2007).

Disperze a dostupnost semen (tzv. *species pool*) byla popsána jako hlavní faktor ovlivňující obnovu lesů na starých polích v Brazílii. Většina semen tropických stromů je šířena živočichy, kteří se ale opuštěným polím a volným prostranstvím spíše vyhýbají, a obnova lesa je tak problematická a dlouhodobá záležitost (Canade, 2007).

Nezanedbatelným faktorem jsou také abiotické podmínky lokality. V širším geografickém měřítku je sukcese ovlivněna mimo jiné půdní vlhkostí, obsahem dusíku v půdě a strukturou půdy (Prach & Řehouňková, 2006). Významné je také klima a jeho fluktuace (Soukupová, 1984; Gross & Emery, 2007).

A v neposlední řadě průběh sukcese mohou ovlivnit i samotné rostliny nacházející se na úhoru a konkurenční či mutualistické vztahy mezi nimi. Střídání jedné dominanty může být částečně způsobeno alelopatickým působením jiného dominantního druhu (například *Elymus repens*, *Artemisia vulgaris*, *Carduus acanthoides*) (Osbornová et al., 1990).

5 Aktuální polopřirozená vegetace na úhorech

5.1 Metody výzkumu aktuální vegetace

Při výzkumu úhorů není většinou studován jeden konkrétní druh, ale celá vegetace a její proměny v čase a prostoru během sukcese. Zdánlivě nejjednodušší metodou studia sukcese je přímé sledování jedné trvalé plochy po určitý čas. Aby získané informace měly dostatečnou výpovědní hodnotu, je nezbytné plochu studovat minimálně deset let (Bakker et al., 1996). Ne vždy to je však možné. Většinou platí, že lze sledovat omezený počet ploch po omezenou dobu. Omezení může být dáno nedostatkem ploch stejného typu a stáří a nebo nedostatkem financí na podporu výzkumu trvajících několik let či desetiletí (Myster & Malahy, 2008). Trvalé plochy jsou účinné pro zjišťování sukcesních trendů a mohou poskytnout informace pomáhající pochopit průběh sukcese, který jiné metody zkoumání v dostatečné míře nezachytí: např. vliv disturbance, historie plochy, atd. (Debussche et al., 1996). Jsou také vhodné pro sledování vlivu aplikace určitého typu managementu (kosení, orba) (Bakker et al., 1996).

Druhou, v dnešní době používanější metodou, je chronosekvence (*space-for-time substitution*). Při ní rekonstruujeme průběh sukcese společenstva na základě časové řady vytvořené ze současných společenstev, která odpovídají jednotlivým sukcesním stadiím (Moravec, 1994). Přestože je tato metoda v dnešní době oblíbená, není bez rizika. Aby byla úspěšná, je potřeba ji provádět v homogenním prostředí, tj. na plochách, které se nebudou lišit historickým využitím, biotickými ani abiotickými podmínkami (Csecserits & Rédei, 2001; Gross & Emery, 2007). Pokud tento předpoklad není splněn, nemáme jistotu, že rozdíly mezi

jednotlivými plochami jsou důsledkem jejich stáří (Osbornová, 1990). Výhodou chronosekvence je, kromě její časové nenáročnosti, schopnost částečně odstranit vliv náhodných fluktuací klimatu, které mohou narušovat měření na trvalých plochách. Například produkce může být ovlivněna „suchými“ roky (Bakker et al., 1996) a stejně tak druhová bohatost se může měnit vlivem sucha či nějaké náhodné disturbance (Foster & Tilman, 2000).

Nejvhodnějším přístupem je obě výše zmíněné metody kombinovat a spojit tak relativní nenáročnost chronosekvence s informativností trvalých ploch (Myster & Malahy, 2008). První možností je přímo naplánovat pokus, v němž budou různě staré plochy sledovány několik let. Takto postupovali Osbornová et al. (1990) v Českém krasu. Díky několikaletému sledování zjistili, že nejmladší plocha mezické série se vyvíjí jinak, než se předpokládalo, a nemůže být zařazena do chronosekvence. Tato plocha se nacházela dále od ostatních studovaných ploch v sousedství lesa a pastvin, což pravděpodobně urychlilo nástup keřů a stromů. Ty se objevily už v osmém roce po opuštění, zatímco u druhého úhuru ze série byl ještě v patnáctém roce vyvinut travní porost bez keřů.

Druhou možností je pomocí trvalých ploch otestovat místa, pro něž byl vývoj předpovězen v minulosti provedenou chronosekvencí. Takto byla například v jižní Francii znovu zkoumána bývalá pole po 12–14 letech od provedení původní studie sukcese. Bylo zjištěno, že predikce vývoje je celkem přesná. Nelišila se očekávaná a pozorovaná druhová bohatost a u 76 % ploch se potvrdil predikovaný vývoj druhového složení (Debussche et al., 1996).

5.2 Kvalitativní a kvantitativní hodnocení vegetace

Chronosekvence, metody trvalých ploch či jejich kombinace většinou nehodnotí vegetaci jako celek, ale pracují s určitým počtem menších ploch rozmístěných v různých částech lokality. Ty nesou ve výsledku více informací než pouhé floristické soupisy, které jsou dobré například pro předběžný průzkum lokalit díky své rychlosti a menší nenáročnosti, poskytují však pouze informace kvalitativního charakteru (prezence/absence druhu). Na jejich základě lze sice nepřímou odhadnout i podmínky prostředí ze známých ekologických nároků zaznamenaných druhů, přesto je většinou vhodnější pracovat s menšími plochami, které poskytují lépe srovnatelná a statisticky testovatelná kvantitativní data.

Jejich velikost je nutné volit s ohledem na testovanou hypotézu, vegetační typ, technické a finanční možnosti a dobu trvání pokusu (Bakker et al., 1996). Větší plochy se obecně užívají pro studium lesních a křovinných biotopů, kde je vysoká vegetace. Jsou také často neúplně správně používány pro záznam vegetace v druhově chudých prostředích. Snímkující má pocit, že větší snímek zachytí více diagnostických druhů a bude lépe

přiřaditelný k určitému vegetačnímu typu. Snímky z velkých ploch z druhově chudé vegetace jsou pak nesrovnatelné s malými snímky z vegetace druhově bohaté (Chytrý, 2001). Obecně data z různě velkých ploch by se správně neměla analyzovat dohromady. Vhodné by bylo zavést standardizované velikosti ploch, jak navrhuje například Chytrý a Otýpková (2003): 4 m² pro vodní a nízkou terestrickou vegetaci, 16 m² pro většinu bylinné vegetace, 50 m² pro keřovou vegetaci a 200 m² pro lesní vegetaci. Snímky ze standardně velkých ploch však nebudou mít velkou výpovědní hodnotu, když budou špatně umístěné. Častým problémem je, že snímky nejsou vybírány náhodně, ale tak, aby byly „reprezentativní“ nebo „typické“ pro snímkaný biotop (Lepš & Hadincová, 1992).

Při pořizování snímků zaznamenáváme kromě druhového složení také pokryvnost jednotlivých druhů. Pro odhad pokryvnosti se nejčastěji používá sedmi nebo devítičlenná Braun-Blanquetova kombinovaná stupnice abundance a dominance. Existuje i přesnější desetičlenná Dominova stupnice a množství jiných modifikací (Slavíková, 1986). Například Akinola et al. (1998) používali při hodnocení travinných společenstev na vápencích vlastní pětičlennou stupnici.

Hodnocení pomocí Braun-Blanquetovy stupnice je nejpoužívanější pro svoji jednoduchost a rychlost, a také proto, že jsou přístupné velké soubory snímků zpracované touto metodou nabízející možnost porovnávání dat (Lepš & Hadincová, 1992). Dle Moravce (1994) tato metoda po zacvičení snímkujícího není zatížena příliš velkou subjektivní chybou. Tento názor nesdílejí jiní autoři (Soukupová, 1984; Lepš & Hadincová, 1992), kteří naopak tuto metodu kritizují pro její značnou subjektivitu. Lepš a Hadincová (1992) nechali pokusně snímkovat stejné plochy nezávisle dvěma botaniky a poté vyhodnotili výsledky. Každý ze snímkujících přehlédl průměrně dva druhy na snímek, většinou se jednalo o ty s nízkou frekvencí výskytu. Při hodnocení pokryvnosti se snímkující v 57 % případů shodovali, ve 40 % se lišili o jeden stupeň Braun-Blanquetovy stupnice a ve třech procentech případů o dva stupně. Tyto rozdíly by podle autorů studie mohly být menší, kdyby se hodnotilo i mechové patro. Při hledání mechů jsou totiž často objeveny i malé druhy, které by jinak byly přehlédnuty.

Objektivnější a přesnější metodou stanovení pokryvnosti je bodová metoda (point quadrat, metoda svislých vpichů) (Wilson, 1963). Chyby se v ní také mohou vyskytovat, ale jsou systematického rázu a konstantní po celé měření (Soukupová, 1984). Spočívá ve spouštění dlouhých tenkých jehel do porostu, většinou pomocí posuvného rámečku, a zaznamenávání druhů, kterých se jehla dotkne. Celkový počet dotyků určitého druhu se

přepočítá na celkový počet spuštěných jehel a vyjádří v procentech (Moravec, 1994). Počet vpichů nutný pro získání výsledků nezatížených příliš velkou chybou je třeba stanovit zvlášť pro každý typ společenstva. Obecně však platí, že čím je společenstvo druhově bohatší a čím víc druhů je v nižších frekvenčních třídách, tím více vpichů je potřeba pro zachycení přítomnosti všech druhů (Kubíková & Rejmánek, 1973). Tím ale stoupá časová náročnost a u rozsáhlejších studií není realizovatelný takový počet vpichů, který by s jistotou zachytil všechny druhy. Proto tato metoda není příliš vhodná pro zjišťování druhů s nízkou pokryvností (r, +), kterých je často ve snímku nejvíce (Lepš & Hadincová, 1992). Lze však pomocí ní získat představu o vertikální struktuře snímkové plochy a z údajů o druzích zasažených při jednom vpichu lze odvodit například asociační vztahy mezi těmito druhy (Kubíková & Rejmánek, 1973).

Kromě dvou výše zmíněných metod určení pokryvnosti existují i jiné. Například stanovování bazální pokryvnosti, liniová a grafická metoda. Nejsou však příliš často používané a v této práci nebudou více rozebírány.

6 Půdní semenná banka

Rostliny se mohou šířit nejen v prostoru, ale i v čase. K tomu jim slouží semena uložená v půdě, která mohou vydržet životaschopná i několik desetiletí (Thompson et al., 1997). Ta tvoří půdní semennou banku. Semennou banku můžeme s trochou nadsázky označit jako paměť krajiny (Sádlo et al., 2005). Najdeme v ní jak semena druhů zastoupených v aktuální vegetaci, tak i semena druhů z předchozích vegetačních stadií, která nám mohou pomoci například při rekonstrukci vývoje dané lokality.

V půdě lze kromě semen nalézt i celé plody, hlízy, oddenky, výtrusy a jiné části rostlin, které mohou sloužit k rozmnožování, souhrnně označované jako *banka diaspor*. Tato práce se však zaměřuje, stejně jako práce většiny autorů (např. Thompson & Grime, 1979), pouze na semena a semennou banku, ostatní součásti banky diaspor pomíjí.

Před podrobnějším popisem semenné banky bude několik odstavců věnováno dormanci, jelikož ta se semennou bankou přímo souvisí.

6.1 Dormance

Pro semeno není vždy nejvýhodnější strategií klíčit hned po opuštění mateřské rostliny. Klíčení musí proběhnout na správném místě a ve správný čas. Jedním z mechanismů, jak toho docílit, je dormance. Jako dormance je chápán stav, kdy jsou v semeni přechodně zastaveny nebo omezeny fyziologické procesy. Tento pojem je propojen se semennou bankou, protože

mnoho semen v půdě se nachází právě ve stavu dormance. Ta však není nutnou podmínkou pro to, aby semeno mohlo v půdě přetrvat (Thompson et al., 2003).

Funkcí dormance není přežít nepříznivé podmínky pro klíčení, ale zabránit semení aby vyklíčilo v podmínkách vhodných ke klíčení, kdy je ale jen malá pravděpodobnost, že semenáček přežije (Fenner & Thompson, 2005). Dormance má pro semeno několik výhod: umožňuje mu šíření v čase, synchronizaci klíčení s určitým ročním obdobím, nebo obecně kontrolu vhodných podmínek. Například prolomení dormance při správném poměru red a far red světla zajišťuje, že semeno nevyklíčí v zapojeném porostu, kde by nepřežilo (Bewley & Black, 1994).

6.1.1 Primární dormance

Primární dormanci je označován stav, kdy semeno je dormantní už při uvolnění z mateřské rostliny. Její příčinou mohou být silné a nepropustné obaly semene, přes které neprojdou k embryu základní látky jako jsou voda a kyslík, a které nedovolí odvádění inhibičních látek. Takovou dormanci označujeme jako *exogenní* (Bewley & Black, 1994). V přírodě jsou obaly narušeny například fluktuacemi teplot a střídajícím se zamrzáním a rozmrzáním (Rolston, 1978). Semena některých druhů z čeledi *Proteaceae* potřebují k prolomení dormance projít ohněm. Úspěšnost následného klíčení a přežití semenáček je ovšem závislá na roční době, kdy požár přijde. Nejvíce semenáčeků se uchytí po podzimním požáru, požár v zimě či na jaře může vést k lokální extinkci (Bond et al., 1984). Dužnaté plody jsou zase často schopné klíčit až po té, co projdou trávicím traktem konzumenta, kde jsou narušeny trávicími šťávami.

Pokud embryo nevyklíčí ani po odstranění obalů, mluvíme o dormanci *endogenní*. Při ní je embryo dormantní samo o sobě, většinou díky nahromadění inhibičních látek, nejčastěji kyseliny abscisové (Bewley & Black, 1994). V sezónních podmínkách slouží často k odstranění primární dormance chladová stratifikace. Při klíčících pokusech z chladově stratifikovaných vzorků půdy vyklíčilo více druhů semen než z nestratifikovaných (Gross, 1990).

6.1.2 Sekundární dormance

Druhý typ dormance se objevuje až po uvolnění semene z mateřské rostliny. Je většinou způsoben vnějšími podmínkami: nevhodnou teplotou, nevyhovujícím složením světla, popřípadě přímo absencí světla, nedostatkem vody a jinými faktory. Bewley a Black (1994) tento pojem používají i pro semena, která předtím nikdy dormantní nebyla. Baskin a Baskin (2001) však doporučují takto označovat pouze semena, která po uvolnění z mateřské rostliny byla dormantní (primárně), tuto dormanci prolomila, ale vlivem nepříznivých podmínek se

dostala do jiné, tentokrát sekundární dormance. Pro sekundární dormanci ve smyslu Bewley a Black (1994) propagují termín klid (či období klidu, *quiescence*), protože se o skutečnou dormanci nejedná. Begon et al. (1997) naproti tomu podávají vysvětlení podobné Bewley a Black, avšak používají pro něj pojem vynucená dormance.

6.2 Typy semenné banky

Jedno z prvních rozdělení vytvořili Thompson a Grime (1979). Semenná banka se v něm člení na čtyři typy:

Typ I – tvoří semena na jaře a v létě, klíčí na podzim.

Typ II – produkuje semena přes léto a podzim, v dormanci přežívají zimu a klíčí hned na začátku vegetační sezóny.

Typ III – velká část semen vyklíčí hned po uvolnění z mateřské rostliny a jen některá se dostanou do semenné banky.

Typ IV – jen malá část semen vyklíčí hned, druh se udržuje v semenné bance.

Typy I a II tvoří *přechodnou semennou banku*. Její hlavní charakteristikou je nízká životnost semen v půdě, která by neměla přesáhnout jeden rok. Rostliny s přechodnou semennou bankou tvoří často relativně velká semena schopná klíčit ve velkém rozpětí podmínek. Typ I je běžný pro oblasti se sezónním klimatem.

Typy III a IV jsou charakteristické *trvalou semennou bankou*. Jejich semena zůstávají v půdě životaschopná déle než rok. Jsou často malá a klíčí jen v úzkém rozmezí teplot. Klíčení ve tmě je inhibováno (Thompson & Grime, 1979). Typ III je běžný například na pastvinách v Mediteránu, kde je kvůli fluktuacím srážek během roku a nepředvídatelným podzimním srážkám výhodné mít část semen jako rezervu v semenné bance (Espigares & Peco, 1993).

V souvislosti s tímto rozdělením vyvstává otázka, zda vždy jeden druh tvoří jeden typ semenné banky a lze ho tak jednoznačně začlenit. Podle autorů tohoto systému (Thompson & Grime, 1979) tomu tak ve většině případů je. Typ semenné banky, který rostlina tvoří, je ovlivněn více druhem než prostředím. Z toho vyplývá, že stejný druh by měl tvořit všude stejný typ semenné banky. Ortega et al. (1997) však ukázal, že na pastvinách ve středním Španělsku je situace opačná. Většina tamních druhů je schopná v závislosti na podmínkách prostředí typ semenné banky měnit.

Výše představené členění nepodává téměř žádné informace o životnosti semen v trvalé semenné bance. Stejně jsou hodnocena semena přežívající rok i ta, která v půdě vydrží

desetiletí. Navíc je tento systém obtížné použít v tropech, či jakémkoliv jiném prostředí bez sezónního klimatu (Fenner & Thompson, 2005). Vznikl tedy systém nový, taktéž založený na životnosti semen, ale jednodušší (Fenner & Thompson, 2005). Má tři třídy:

- 1) *Přechodná semenná banka* – semena vydrží v půdě méně než rok.
- 2) *Krátkodobě vytrvávající semenná banka* – semena vydrží 1-5 let.
- 3) *Dlouhodobě vytrvávající semenná banka* – semena vydrží více než 5 let.

6.3 Okolní vegetace

Zajímavý je způsob přechodu semen do půdní semenné banky. Část semen je vyprodukována druhy, které se na daném území vyskytují. Semena nových druhů se do semenné banky dostávají disperzí z vegetace v okolí. Disperze má na hromadění nových semen v semenné bance zásadní vliv, podle Beatty (1991) je dokonce semenná banka více charakterizována disperzí než pozůstatky z předchozích sukcesních stadií.

Okolní vegetace hraje důležitou úlohu i na opuštěném poli. Po opuštění pole většinou převládnu na několik let plevelné druhy (Osbornová et al., 1990; Soukupová, 1984). Na poli, jenž je obdělávané jen krátkou dobu, vzdálené od zdroje plevelových diaspor a obklopené přirozenou vegetací, může však dojít i k přeskočení tohoto iniciačního stadia s plevelem (Jongepierová et al., 2004).

Okolní vegetaci a možnosti disperze lze sledovat pomocí pastí na semena, které se rozmístí na studované ploše. Mohou jimi být trychtýře zahroubené v zemi, nebo různé lepicí desky. Desky jsou vhodné zejména na lapání malých ochmýřených semen, ale nehodí se pro použití v prašném prostředí typu pole (Huenneke & Graham, 1987). Jinou možností je zakopat na lokalitu misky se sterilní zeminou a sledovat, co na nich vyklíčí (Beatty, 1991).

6.4 Metody zkoumání semenné banky

Několik následujících odstavců se bude zabývat různými metodami používanými k výzkumu semenné banky a jejich výhodami a nevýhodami.

Výzkum semenné banky se může zaměřit na jeden konkrétní druh a na to, zda a jak dlouho v semenné bance přežívá. Vhodnou metodou studia je v tomto případě zakopání určitého množství semen a jejich průběžné sledování. Většinou se semena pro snadnější nalezení umístí do sáčku z nylonové tkaniny. Pracnější alternativou, která však lépe kopíruje přirozené podmínky včetně predace, je nasypat semena smíchaná se sterilní zeminou do přesně lokalizovaných a označených děr a po nějaké době vyzdvihnout celé půdní jádro (Teo-Sherrel et al., 1996).

Při výzkumu druhového složení semenné banky se semena do půdy nevnáší, ale odebírají se půdní vzorky. Informaci o obsažených semenech z nich lze získat dvěma způsoby:

1) *Přímé metody*: separační techniky zahrnující prosévání a promývání, pomocí něhož se získají ze vzorků přímo semena, ta jsou určována a hodnocena.

2) *Nepřímé metody*: kultivační pokusy, při nichž se vzorky nechávají klíčit rozložené na miskách a určují se a hodnotí až vyklíčené semenáčky.

6.4.1 Přímé metody

Proplavování na sítích (*elutriation*): vzorky se promývají vodou na sítích s postupně se zmenšující velikostí ok. Výsledná směs kamínků, semen a jiného materiálu se poté ručně přebírá pod binokulární lupou nebo mikroskopem a určuje s použitím srovnávacích sbírek či atlasů. Jedná se o metodu relativně nenáročnou na prostor (oproti klíčícím pokusům), zato však náročnější na čas. Pokud se zvolí síto s příliš velkými oky, hrozí ztráta malých semen a podhodnocení počtu druhů (Brown, 1992). Zároveň hrozí také nadhodnocení počtu semen, protože ne vždy lze bezpečně odlišit a vyřadit mrtvá semena (Gross, 1990). Na úspěšnost metody může mít vliv struktura a typ půdy. Čím více písku půda obsahuje, tím větší množství materiálu zůstane v přesátém vzorku a přebírání pak trvá delší dobu a zvyšuje se riziko přehlédnutí zvláště malých a maskovaně zbarvených semen (Mesgaran et al., 2007). Obecně je tato metoda vhodná hlavně pro studium dynamiky a distribuce semen jednoho druhu, u kterých známe vzhled a velikost (Brown, 1992; Gross, 1990)

Promývání v plátěném sáčku (*cloth bag*): jedná se o metodu podobnou předchozí. Vzorky se nepromývají na sítích, ale v látkovém sáčku. Tato metoda není náročná na čas, vybavení ani prostor. Navíc vzorky lze odebírat přímo do látkových sáčků, čímž se ušetří čas a sníží riziko ztráty semen při manipulaci se vzorkem. Při promývání se však neoddelí velké kameny a organické části, a tak zůstane více materiálu na přebírání (Mesgaran et al., 2007). Z uvedených přímých metod je nejúspěšnější v návratnosti malých semen, ale i tak dosahuje pouze 40 % pro semena druhu *Plantago major* (nejmenší zkoušená). Proto autoři doporučují v případě malých semen zvolit raději klíčící pokus (Mesgaran et al., 2007).

Flotace (*flotation*): Vzorky se vloží do nádoby společně s flotačním roztokem (ve vodě rozpuštěné soli zkombinované v různém poměru – fosforečnan sodný, uhličitán sodný, síran hořečnatý) a směs se zhomogenizuje protřepáním. Při následné centrifugaci je organická složka (obsahující semena) vynesena na hladinu, odebere se dekantací, přefiltruje přes síto

a vzorek se přebere pod binokulární lupou. Flotace je ze všech metod nejnáročnější na vybavení. K jejímu provedení je nutná laboratoř s centrifugou a příslušnými chemikáliemi (Brown, 1992) a jistě i větší množství finančních prostředků. Gross (1990) ve své studii uvádí, že pro různé hmotnosti semen se musí připravovat různě koncentrované roztoky (s různou hustotou) a při opakované flotaci hrozí ztráty semen. Ostatní autoři toto riziko nezmiňují (Mesgaran et al., 2007; Brown, 1992). Uvádějí však, že flotace selhává při získávání těch malých semen, která mají tendenci po kontaktu s vodou tvořit na povrchu lepidlovrstvou a přilnout k částicím půdy (Mesgaran et al., 2007). Dobré je flotaci několikrát opakovat (Brown, 1992; Ball & Miller, 1989).

U všech přímých metod je možné, a někdy i žádoucí, testovat životaschopnost získaných semen. Nejjednodušší je semeno zlehka přimáchnout pinzetou, a když odolá tlaku a nerozpadne se, prohlásit ho za živé (Ball & Miller, 1989). Počet nalezených živých semen se pak, dle mého názoru, odvíjí spíše od šikovnosti vědce, než od pravdivých údajů. Existuje samozřejmě i celá řada sofistikovanějších testů (viz Copeland a McDonald, 1995). Z nich nejrozšířenější je použití tetrazolia, které se v živém semeni vlivem aktivity dehydrogenáz zabarví červeně.

6.4.2 Nepřímé metody

Klíčící pokusy: při klíčících pokusech zjišťujeme, kolik semen z půdních vzorků vyklíčí v podmínkách, které si sami určíme, nebo je alespoň známe. V přírodě se mnoho semen vyskytuje v půdě v dormantním stavu (viz výše). K prolomení dormance je potřeba konkrétní stimul (v rozmezí od chladové stratifikace po požár). Prolomení dormance ovšem nemusí vždy znamenat klíčení semene, každý druh má své specifické nároky na světlo, teplo, vlhkost či fotoperiodu (Brown, 1992; Bewley & Black, 1994). Nejčastěji se klíčící pokusy provádějí ve skleníku s kontrolovaným režimem podmínek prostředí. Obvykle je ale obtížné vyhovět nárokům všech semen v půdním vzorku, a klíčící pokusy tak ukáží jen frakci semen, která je schopná vyklíčit za podmínek, jež jsme nastavili (Brown, 1992). Vliv na výsledek pokusu má také doba odběru semen. U vzorků odebraných na jaře je vyšší pravděpodobnost vzklíčení semen potřebujících chladovou stratifikaci. Vzorky odebrané na podzim mohou naopak obsahovat semena, která klíčí už na podzim a zimu přežívají v podobě semenáčků, nebo ta, co zimu nepřežívají vůbec.

I přes všechny problémy s dormancí a klíčením je kultivační metoda častěji používaná než výše zmiňované přímé metody (Brown, 1992). Je obvykle jednodušší určovat semenáčky

(které lze většinou dopěstovat do určitého stadia) než semena. Podle Gross (1990) jde o nejlepší způsob zjišťování druhového složení. Tato metoda nemá problém s detekcí druhů s malými semeny (Brown, 1992). Je však náročná na čas a prostor ve skleníku. Ve většině studií se vzorky nechávají klíčit tři (Gross, 1990) až devět (Peco et al., 1998) měsíců.

S nápadem, jak ušetřit místo ve skleníku a urychlit klíčení přišli Ter Herdt et al. (1996). Ze vzorků se nejdříve na sítu vymyje přebytečná zemina, a až pak se rozloží do tenké vrstvičky (cca 0,5 cm). Při takovémto koncentrování vzorků lze odebírat větší objemy půdy. Tím se získá více semen a zvýší se pravděpodobnost nálezu vzácných druhů. V tenké vrstvě také budou mít všechna semena dostatek světla, a pokud jsou omezena pouze světelnými podmínkami, vyklíčí. Otázkou je, zda při promývání nedojde ke ztrátě malých semen a nesmaže se tak výhoda, kterou má tato metoda oproti metodám přímým.

6.4.3 Jaká metoda je ta nejlepší?

V odpovědi na tuto otázku se shodují všichni autoři, kteří mají jinak názory často odlišné (Brown, 1992; Gross, 1990; Ball & Miller, 1989; Mesgaran et al., 2007). Žádnou metodu nelze považovat za ideální, každá má svá omezení. Důležité je znát cíl bádání, zvážit možnosti a rizika a podle toho metodu volit.

Výsledky metod se mohou mezi sebou výrazně lišit. Někdy až natolik, že je autoři doporučují vůbec nesrovnávat. Například Brown (1992) ve své studii, kde srovnával klíčící pokusy a promývání na sítu, zjistil velký rozdíl jak v celkovém počtu nalezených druhů, tak v druhovém složení. Pouze 21 z celkových 141 nalezených druhů bylo objeveno oběma metodami. Naopak výsledky Balla a Millera (1989) jsou pro obě metody téměř totožné. Srovnání výsledků různých metod je nutné brát s rezervou a být si vědom možných nepřesností při interpretaci získaných dat.

7 Výčet prací zabývajících se výzkumem úhorů

Tato kapitola by měla představovat stručný výčet autorů, kteří se zabývají dynamikou vegetace na úhorech. Je zde uvedena pouze řešená problematika jednotlivých prací nikoli zjištěné výsledky, jednak kvůli tomu, že výsledky některých prací byly již diskutovány výše v textu, a také kvůli omezenému rozsahu této práce. Důraz je kladen zejména na autory české a představeny jsou diplomové a bakalářské práce studentů z různých českých univerzit.

Problematika úhorů je zpracovávána v celosvětovém měřítku. Dokládají to například práce z Brazílie (Canade, 2007), Austrálie (Cramer et al., 2007), USA (Gross & Emery, 2007) či Jižní Afriky (Krug & Krug, 2007). V Evropě se tuto tematiku řeší například studie

z Rumunska (Ruprecht, 2005), Maďarska (Csecserits & Rédei, 2001), Francie (Dubussche et al., 1996), Řecka (Papanastasis, 2007) či Německa (Dölle & Schmidt, 2009).

Na území České republiky lze označit za nejprozkoumanější úhory v Českém krasu. Probíhalo na nich hned několik rozsáhlých výzkumů (Soukupová, 1984; Klaudivová, 1978). Nejkomplexnější dokumentaci provedli Osbornová et al. (1990). Zabývali se změnami druhového složení, minerálními látkami obsaženými v půdě, vodním režimem, reakcí prostředí na aplikaci hnojiv či herbicidů, živočichy vázanými na úhory a mnoha dalšími tématy. Opuštěná pole ve vojenském prostoru v Doupovských horách studoval Jelínek (1981). Ve stejné oblasti v současné době pokračují ve výzkumech Jaroslav Vojta, Martin Kopecký a jejich studenti. Zaměřují se převážně na sekundární lesy vzniklé na bývalé zemědělské půdě a jejich porovnávání s primárními lesy.

Téma opuštěných polí bylo také objektem zájmu mnoha bakalářských a diplomových prací. Zde jsou uvedeny spíše novější práce, které jsou často dostupné přes internet. Odkazy na ty starší lze nalézt například v review od Rejmánka a Van Katwyk (www 4).

Nejvíce prací pochází z Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Milan Hůla (1998) se v bakalářské práci zabýval otázkou, zda lze vhodným obhospodařováním vytvořit a udržet na opuštěném poli druhově bohatou louku. Michal Hejcman (1999) v diplomové práci zkoumal vývoj semenné banky na úhorech s různými zásahy (pěstování plodiny, osetí atd.), vztah plevelných společenstev a semenné banky a vztah semenné banky k celkovému obsahu dusíku a uhlíku v půdě. Jana Kailová (2001) v diplomové práci zjišťovala, do jaké míry přispěje k podpoře sukcese řízené směrem k druhově bohaté louce přesazování fragmentů luční vegetace na plochy a výsev semen. Trochu netradičně přistupovala ke starým polím Helena Chvojová (2004). Zkoumala zaniklá středověká pole na Šumavě metodou pylové analýzy a zjišťovala, zda je možné v současné vegetaci zachytit relikty předchozího hospodářského využívání. Ivana Palatková (2007) v bakalářské práci zkoumala závislost počtu semenáčků na vzdálenosti od okraje úhoru. Kamila Lencová (2009) v diplomové práci sledovala vliv zatravnění orné půdy po opuštění pole na druhové složení vegetace, vliv seče na vegetaci a vybrané půdní charakteristiky na polích v okolí Prachatic. V současné době se opuštěnými poli v rámci doktorandského studia u Karla Pracha zabývá také Alena Jírová.

Na Karlově univerzitě v Praze se opuštěnými poli zabývá například Tomáš Procházka (2009). Ve své diplomové práci se zaměřil na druhovou bohatost a diverzitu na starých polích ve Slavkovském lese ve vztahu ke stanovištním podmínkám, historii a vzdálenosti od kontinuálního travního porostu. Linda Zajíčková (2009) studovala dynamiku sukcese dřevin na bývalé zemědělské půdě v opuštěném území. Zajímalo ji především

aktuální rozšíření vybraných druhů po padesátiletém období spontánní sukcese a jeho ovlivnění potenciálními zdroji diaspor, podmínkami prostředí a bývalým hospodařením. Jindřich Prach (2009) v bakalářské práci zkoumal vegetaci lesů vzniklých na bývalé zemědělské půdě na území Vojenského újezdu Boletice. Dalšími lidmi, kteří v současné době tvoří diplomové práce svázané s tématem opuštěných polí jsou například Eva Hořčíčková a Cecilie Jarošíková.

Na Masarykově univerzitě v Brně se podobnou problematikou zabývala Martina Sojneková (2008), která popisovala v bakalářské práci průběh sekundární sukcese na opuštěných polích v oblasti Pavlovských vrchů pomocí vytvoření chronosekvence.

8 Představení navazující diplomové práce

8.1 Situace v NP Podyjí

8.1.1 Obecná charakteristika

Moje diplomová práce je situována do prostoru Národního parku Podyjí. Ten se nachází v jihozápadní části Moravy v okrese Znojmo při státní hranici s Rakouskem. Byl vyhlášen v roce 1991 na ploše 6350 ha. Jedná se tedy o nejmenší národní park v České republice. Na rakouské straně na něj od roku 2000 navazuje park Thayatal.

Osu parku tvoří kaňonovité údolí řeky Dyje, které se zařezává do ploché Jevišovické pahorkatiny. Jedná se o výjimečně zachovalé říční údolí s meandry. Nad kaňonem a v jeho okolí jsou typickým prvkem různé skalní výstupy, balvanové proudy a suťové svahy. Většina národního parku je tvořena mělkými půdami na kyselých krystalických horninách. Úrodnější oblasti s černozemí lze nalézt ve východní části parku mezi Znojmem a Havraníky. Podnebí východní části území je suché a teplé. Průměrná roční teplota ve Znojmě-Kuchařovicích je 8,8°C, průměrný roční srážkový úhrn činí 564 mm. Směrem k severozápadu klesá průměrná teplota a přibývá srážek. Národní park Podyjí je charakteristický velkým druhovým bohatstvím jak fauny (hlavně bezobratlých živočichů), tak flóry. To je umožněno hlavně velkou diverzitou stanovišť a přírodních podmínek. Flóra Podyjí je určována především polohou území na hranici dvou biogeografických celků – provincie stredoevropských listnatých lesů a provincie panonské. Dle fyto geografického členění ČR leží východní třetina území ve fyto geografickém obvodu Panonského termofytika, zbývající území patří již do obvodu českomoravského mezofytika (Daníhelka et al., 2002; www 5).

8.1.2 Historie vlivu člověka

Osídlení Podyjí má velice dlouhou tradici. Zachovaly se doklady osídlení člověkem heidelberským (*Homo heidelbergensis*) z období starého paleolitu (780 000–300 000 let před současností), předchůdce neandrtálců (*Homo sapiens neanderthalensis*) v Evropě (Neruda, 2007). Výrazné zvýšení hustoty osídlení a začátek změn krajiny spadá však až do období neolitu. Od té doby až do dneška je zde patrný vliv člověka.

Pro současný výzkum jsou podstatné hlavně události, které ovlivnily krajinu ve 20. století. Odsun Němců po druhé světové válce znamenal úplné vyliďnění většiny obcí a jejich dosídlení lidmi z často vzdálených oblastí, kteří neznali místní prostředí (Mackovčín et al., 2007). V době tzv. železné opony od roku 1951 byl značně omezen přístup a využívání území v blízkosti státních hranic. Důsledkem bylo opuštění a přirozená obnova řady lokalit, zejména lesů a luk. (www 6, Táborská, 1999). Od poloviny 20. stol. byly (stejně jako v celém státě) zaváděny velkovýrobní metody do zemědělství. Pro Podyjí to znamenalo hlavně výrazné zjednodušení krajiny, převádění luk na ornou půdu, zánik pastvy na vřesovištích, přehnojování a masivní používání insekticidů (Mackovčín et al., 2007).

8.1.3 NP a ochrana přírody

Národní park byl v předchozí kapitole představen jako území intenzivně ovlivňované lidmi. Existuje v něm však mnoho míst, zejména na prudkých svazích kaňonu Dyje, která jsou ovlivněna jen minimálně, nebo vůbec. Dostáváme tak mozaiku prostředí, kde každé vyžaduje specifický typ managementu. Lesy je možné a často vhodné ponechat přirozenému vývoji, ale pokud chceme udržet druhově bohatou louku či vřesoviště, je nezbytné provádět určité zásahy. Správa NP je v tomto ohledu velice flexibilní. V parku se běžně kosí louky, přepásají vřesoviště a likvidují nálety keřů (www 7). Byly také prováděny experimenty s orbou opuštěných polí, které měly primárně za cíl poskytnout vhodné prostředí pro různé druhy bezobratlých živočichů. Na obnoveném úhoru se však v některých případech objevily i dnes vzácné druhy rostlin (např: *Adonis flammea*, *Filago lutescens*, *Thymelaea passerina*) vázaných právě na úhorová společenstva. Těmito společenstvy se budu dále zabývat ve své diplomové práci.

8.2 Vlastní diplomová práce

Moje diplomová práce se zaměřuje na společenstva úhorů. Bylo již zmíněno, že starší úhory se stromy a keři mohou hrát v krajině důležitou roli. Cílem mé práce je zjistit, zda i čerstvě opuštěná pole mohou být v krajině nějakým přínosem. Přesněji, zda mohou fungovat jako

refugia vzácných druhů a místa zvyšující krajinnou diverzitu a zda je orba vhodným typem managementu pro udržení této diverzity.

Otázky, na něž by práce měla odpovědět jsou tyto:

- Liší se vegetace rekonstruovaná z půdní semenné banky od aktuální vegetace? Jakým způsobem? Jaké jsou změny v čase?
- Vyklíčí na zoraných plochách diaspora vzácných a ohrožených druhů, u kterých je předpoklad, že jsou zastoupeny v půdní semenné bance po dlouhou dobu?
- Budou na nově vzniklých úhorech ve větší míře zastoupeny ruderalní či invazní druhy? Pokud ano, budou vázány pouze na raná sukcesní stádia?

8.2.1 Používaná metodika

Bylo vybráno pět lokalit JZ od Znojma poblíž vesnic Havraníky, Konice a Hnanice. Čtyři lokality byly opuštěny přibližně před osmi až dvanácti lety, jedna je podle předběžných údajů opuštěná padesát až sedmdesát let. Bližší informace o historii jednotlivých lokalit podává tabulka 1. Tyto údaje budou v rámci diplomové práce ještě upřesněny.

Lokalita	1936	1953	1953-1991	1991-2006
Fládnitzká chata	pole	louka	louka	louka
Konice	pole	pole	pole	1991-1996 louka, 1997 zoráno, 2001 zatravněna V 1/2, 2002 zatravněn zbytek
Kraví hora	pravděpodobně pole	pole	pole (min. od 70. let)	1991-1997 pole, do 1999 ladem, poté koseno jako louka
U včelína	pole	pole	pole	1991-1997 pole, 1998 ladem, od 1999 louka
U vinice	pole	pole na V 2/3 šířky	pole na V 2/3 šířky	1991-1995 pole na V 2/3 šířky, 1996-1997 V 2/3 ladem, od 1998 louka na celé ploše

Tab.1: Lokality a jejich historické využití. Všechny údaje poskytla Lenka Reiterová (in verbis., 2010) ze správy NP Podyjí

Lokalita Konice leží v druhé zóně národního parku, lokalita Kraví hora ve třetí a zbylé tři lokality jsou umístěny v ochranném pásmu hraničícím s druhou nebo se třetí zónou. Jedná se o xerické a mezické louky, které jsou jednou do roka sečeny. Na každé lokalitě byla vytyčena plocha přibližně 80 × 30 metrů, a ta následně rozdělena na 3 pásy. Jeden pás byl ponechán coby kontrolní louka (C) a na dvou byly provedeny tyto zásahy: pás orán každý rok (A), pás zorán jednou na začátku pokusu (B). V každém pásu bylo založeno 5 trvalých ploch 4 × 4 m, které se dvakrát do roka snímkují a na nichž se provádějí odběry půdy. Půdní vzorky

se odebírají jednou ročně v listopadu či prosinci. Ke zjištění kvantitativního a kvalitativního zastoupení druhů se používá kultivační metoda. Vzorky jsou umístěny ve sklenicích botanického ústavu v Průhonicích. Po jejím skončení je plánované promývání vzorků na sítích pro zachycení nevyklíčené frakce semen. Získaná data budou následně statisticky zpracována.

8.2.2 Současný stav bádání

Nalezení vzácných plevelů při pokusné orbě bylo motivací k vypracování grantového projektu zabývajícího se jak bezobratlými živočichy, tak rostlinami. Tento grant bohužel neuspěl a v současné době tak na úhorových plochách probíhá pouze moje diplomová práce a diplomová práce Jany Kůrové z Brna, která řeší stejnou problematiku jen na jiných lokalitách. V souvislosti s grantem byly pokusné lokality před začátkem mého pokusu dvakrát zorány (v letech 2006 a 2007). Tento zásah jistě bude mít vliv i na můj pokus, protože po orbě se mohlo v půdě nahromadit množství semen a mohlo se výrazně změnit i druhové složení. Význam tohoto vlivu půjde však částečně posoudit díky porovnání mých snímků a floristických soupisů, které jsou od roku 2006 na lokalitách pořizovány.

V souvislosti s mojí diplomovou prací byly lokality zorány na jaře roku 2009. Následně na nich byly vyznačeny trvalé plochy a začátkem června a srpna bylo provedeno snímkování, při němž byly určeny a zapsány přítomné druhy a jejich pokryvnost. V příložené tabulce 1 jsou uvedeny počty druhů na jednotlivých lokalitách v luční části, v zorané ploše a počet druhů společných pro oranou i neoranou část. Jelikož typ zásahu na plochách s plánovanou každoroční orbou a na plochách oraných jen jednou byl v prvním roce stejný, jsou data z orané části uvedena pouze pro plochy A, protože plochy B se od nich zatím neliší.

Lokalita	Druhy ve vegetaci			Vyklíčené semenáčky			
	Louka (C)	Oraná část (A)	Společné (C i A)	Louka druhy	Louka jedinci	Oraná část druhy	Oraná část jedinci
Fládnitzká chata	26	47	10	11	44	9	157
Konice	48	56	26	11	160	16	379
Kraví hora	46	56	20	16	198	26	833
U včelína	73	65	30	14	50	16	144
U vinice	87	63	34	22	173	23	466

Tab.2: Počty nalezených druhů ve vegetaci a počty vyklíčených semenáčků pro jednotlivé lokality

Z údajů v tabulce 2 je patrné, že úhorová společenstva jsou druhově bohatší než louka pouze v některých případech. Menší počet druhů na loukách souvisí s přítomností dominantního druhu s téměř stoprocentní pokryvností, který vytlačí většinu ostatních.

U Fládnitzké chaty je dominantou *Festuca rubra*, na lokalitě u Konic *Calamagrostis epigejos* a na Kraví hoře *Arrhenatherum elatius*. U včelína a u vinice se žádná takováto dominanta nevyskytuje, což je vidět na výrazně větším počtu druhů.

V tabulce 2 jsou také uvedeny druhy vyskytující se jak v louce, tak na úhoru. Neznamená to ovšem, že by v obou společenstvech měly stejné zastoupení. Většinou se jich vyskytuje větší množství buď na louce nebo na úhoru a v druhém typu prostředí je pouze několik jedinců. Příkladem může být *Linaria vulgaris*, která se běžně nachází v úhorových společenstvech a zřídka v louce, nebo *Arrhenatherum elatius*, který se nachází zejména v luční části a méně na úhoru.

Začátkem prosince 2009 byly odebrány půdní vzorky, které byly v průhonickém skleníku přesety na hrubém sítu (velikost ok 0,5 x 0,5 cm), zbaveny kamenů a oddenků a rozloženy na misky. Vzešlé semenáčky jsou průběžně vytrhávány (nebo přesazovány) a určovány. Klíčící pokus probíhá od poloviny prosince a pravděpodobně bude ukončen na konci června (přibližně po šesti měsících). Zatím vyklíčilo 72 druhů rostlin. Přesně určena je přibližně třetina z nich. V určených druzích převažují plevelné druhy hojně zastoupené v nadzemní vegetaci nového úhoru, jako jsou například *Chenopodium album*, *Lamium amplexicaule*, *Plantago lanceolata* či *Daucus carota*.

V tabulce 2 jsou uvedeny čistě orientační počty druhů a jedinců na jednotlivých plochách. Plochy B nejsou uvedeny (viz výše). Jedná se o dílčí výsledky, protože kultivační pokus stále probíhá a objevují se další nové druhy. Již z současných výsledků je však patrné, že v orané části klíčí více jedinců. Ukazuje to na vyšší zastoupení rostlin s velkou produkcí semen, které jsou v časných sukcesních stádiích běžné. Je však možné, že nahromadění semen je částečně artefaktem orby prováděné na plochách v letech 2006 a 2007 v souvislosti s podaným grantem.

Při kultivačním pokusu se zatím objevily pouze dva druhy v semenné bance, které nebyly nalezeny zároveň v nadzemní vegetaci: *Juncus buffonius* a *Myosurus minimus*. Pravděpodobně byly pro tyto druhy podmínky ve skleníku příznivější pro klíčení než podmínky na lokalitě. Druhé možné vysvětlení pro druh *Myosurus minimus* je, že mohl být v semenné bance zastoupen pouze malým množstvím semen, která se ani po orbě nedostala dostatečně blízko k povrchu a která byla náhodou odebrána v půdním vzorku. Pro druh *Juncus buffonius* toto vysvětlení nelze uvažovat, jelikož je v semenné bance zastoupen velice hojně (přibližně 20-60 vyklíčených jedinců na odebraný litr půdy). Zatím se objevil na dvou lokalitách (U včelína, Konice), které jsou zvláště na jaře velice vlhké až podmáčené.

9 Závěr

Závěrem by bylo dobré podotknout, že tato práce zdaleka nevyčerpává všechny možnosti a témata, která opuštěná pole nabízejí, ale zaměřuje se pouze na ta, která nějakým způsobem souvisejí s navazující diplomovou prací.

Rozsáhlou oblastí studia, která nebyla zmíněna, je například půda a její charakteristiky: hodnota pH, půdní struktura, půdní typ, poměry živin a jejich souvislost s předchozím hospodařením (vyčerpání nebo naopak nadbytek vzešlý z přehnojování) či vodní režim. Úhory mohou být námětem také pro zoology, kteří se mohou zabývat půdní faunou, vývojovými stadii hmyzu nebo velkými savci hledajícími na úhorech potravu. Při výzkumu vegetace je zase možné se zaměřit, kromě výše zmíněného, například na fotosyntetickou aktivitu rostlin, jejich biomasu a prostorové uspořádání nebo na vztah a podobnost mezi aktuální vegetací a půdní semennou bankou.

Jistě by nebylo obtížné vymyslet ještě množství dalších témat. Tento text však nemá za cíl vyjmenovat vše, co bakalářská práce nezmínila, ale poukázat úhory jako na místo skýtající rozsáhlé možnosti pro další výzkumy, bádání a studie.

10 Literatura

- Akinola M. O., Thompson K. & Buckland S. M.** (1998): Soil Seed Bank of an Upland Calcareous Grassland After 6 Years of Climate and Management Manipulations. – *Journal of Applied Ecology*, Vol. 35 (4): 544–552.
- Bakker J.P., Olff H., Willems J.H. & Zobel M.** (1996): Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? – *Journal of Vegetation Science*, Vol. 7 (2):147–156
- Ball D. A. & Miller S. D.** (1989): A comparison of techniques for estimation of arable soil seedbanks and their relationship to weed flora. – *Weed Research*, Vol. 29 (5): 365–373.
- Baskin C. C. & Baskin J. M.** (2001): *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.* – Academic Press, San Diego, California, USA, 666 pp.
- Beatty S. W.** (1991): Colonization dynamics in a mosaic landscape: the buried seed pool. – *Journal of Biogeography*, Vol. 18 (5): 553–563.
- Begon M., Harper J.H. & Townsened C.R.** (1997): *Ekologie: jedinci, populace a společenstva.* – Vydavatelství University Palackého v Olomouci, 973 pp.
- Bewley J.D. & Black M.** (1994): *Seeds: physiology of development and germination.* – Plenum Press, New York, 445 pp.
- Bond W. J., Volk J. & Viviers M.** (1984): Variation in seedling recruitment of Cape Proteaceae after fire. – *Journal of Ecology*, Vol. 72 (1): 209–221.
- Brown D.** (1992): Estimating the composition of a forest seed bank – a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. – *Canadian Journal of Botany*, Vol. 70 (8):1603–1612.
- Canade G.** (2007): Processes affecting succession in old fields of Brazilian Amazonia. In: Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds. (2007): *Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland.*– Island Press, Washington, 74–92.
- Connell J. H. & Slatyer R. O.** (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. – *The American Naturalist*, Vol. 111 (982): 1119–1144.
- Copeland L. O. & McDonald M. B.** (1995): *Principles of seed science and technology.* – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 409 pp.
- Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds.** (2007): *Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland.* – Island Press, Washington, 334 pp.
- Cramer V. A., Standish R. J. & Hobbs R. J.** (2007): Prospects for the recovery of native vegetation in western Australian old fields. In: Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds. (2007): *Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland.*– Island Press, Washington, 285–306.

- Csecserits, A. & Rédei, T.** (2001): Secondary succession on sandy old-fields in Hungary. – Applied Vegetation Science, Vol.4 (1): 63–74.
- Danihelka J., Antonín V., Grulich V. & Chytrý M.** (2002): Národní park Podyjí. Botanický průvodce. – Česká botanická společnost, Praha, 12 pp.
- Debussche M., Escarre J., Lepart J., Houssard C. & Lavorel S.** (1996): Changes in Mediterranean plant succession: Old-fields revisited. – Journal of Vegetation Science, Vol. 7 (4): 519–526
- Dölle M. & Schmidt W.** (2009): The relationship between soil seed bank, above-ground vegetation and disturbance intensity on old-field successional permanent plots. – Applied Vegetation Science, Vol. 12 (4): 415–428.
- Espigares T. & Peco B.** (1993): Mediterranean pasture dynamics: The role of germination. – Journal of Vegetation Science, Vol. 4 (2): 189–194.
- Fenner M. & Thompson K.** (2005): The ecology of seeds. – Cambridge University Press, Cambridge, 250 pp.
- Foster B. L. & Tilman D.** (2000): Dynamic and static views of succession: Testing the descriptive power of the chronosequence approach. – Plant Ecology, Vol. 146 (1):1–10.
- Gross K. L.** (1990): A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. – Journal of Ecology, Vol. 78 (4): 1079–1093.
- Gross K. L. & Emery M. S.** (2007): Succession and restoration in Michigan old field communities. In: Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds. (2007): Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland. – Island Press, Washington, 162–179.
- Hejcman M.** (1999): Vývoj semenné banky a její vztah k nadzemní vegetaci, obsahu celkového N a C a vliv sledovaných charakteristik na plodnost druhu *Veronica arvensis* L. – Diplomová práce, České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, Katedra botaniky.
- Hueneke L. F. & Graham C.** (1987): A new sticky trap for monitoring seed rain in grasslands. – Journal of Range Management, Vol. 40 (4): 370–372.
- Hůla M.** (1998): Řízená sekundární sukcese lučních společenstev na orné půdě. – Bakalářská práce, České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, Katedra botaniky.
- Chvojová H.** (2004): Vegetace zaniklých polí na Šumavě. – Bakalářská práce, České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, Katedra botaniky.
- Chytrý M.** (2001): Phytosociological data give biased estimates of species richness. – Journal of Vegetation Science, Vol. 12 (3): 439–444.
- Chytrý M. & Otýpková Z.** (2003): Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. – Journal of Vegetation Science, Vol. 14 (4): 563–570.

- Jech K.** (2008): Kolektivizace a vyhánění sedláků z půdy. – Vyšehrad, Praha, 331 pp.
- Jelínek F.** (1981): Sukcese a struktura vegetace na úhorech Doupovských hor. – Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
- Jongepierová I., Jongepier J. W. & Klimeš L.** (2004): Restoring grassland on arable land: an example of a fast spontaneous succession without weed-dominated stages. – *Preslia*, Vol.76 (4): 361–369.
- Kailová J.** (2001): Obnova druhově bohatých luk na orné půdě: vliv iniciální druhové diverzity. – Diplomová práce, České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, Katedra botaniky.
- Kahmen S. & Poschlod P.** (2004): Plant functional trait responses to grassland succession over 25 years. – *Journal of Vegetation Science*, Vol. 15 (1): 21–32.
- Klápště, J.** (2006): Proměna českých zemí ve středověku. – Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 620 pp.
- Klaudisová A.** (1978): Opuštěná pole a jejich funkce v krajině. – Rigorózní práce, Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
- Krug C. B. & Krug R. M.** (2007): Restoration of old fields in renosterveld: a case study in a Mediterranean-type shrubland of South Africa. In: Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds. (2007): *Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland*. – Island Press, Washington, 265–285.
- Kubíková J. & Rejmánek M.** (1973): Poznámky k některým kvantitativním metodám studia struktury rostlinných společenstev. – *Preslia*, Vol. 45 (2): 154–164.
- Lencová K.** (2009): Sukcese na zatravněných a spontánně zarostlých polích v Pošumaví: krajinný a detailní pohled. – Diplomová práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
- Lepš J. & Hadincová V.** (1992): How reliable are our vegetation analyses? – *Journal of Vegetation Science*, Vol. 3 (1): 119–124.
- Lokoč R.** (2008): Environmentální aspekty kolektivizace zemědělství na příkladu obce Oldřišov na Opavsku. In: Blažek P. & Kubálek M. eds. (2008): *Kolektivizace venkova v Československu 1948–1960 a středoevropské souvislosti*. – Dokořán, Praha, 359 pp.
- Ložek, V.** (2007): Zrcadlo minulosti. Česká a slovenská krajina v kvartéru. – Dokořán, Praha, 198 pp.
- Mackovčín P., Jatiová M., Demek J., Slavík P. et al.** (2007): Brněnsko. In: Mackovčín P. ed.: *Chráněná území ČR, svazek IX*. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 932 pp.

- Meiners S. J., Cadenaso M. L. & Pickett S. T. A.** (2007): Succession on the Piedmont of New Jersey and its implications for ecological restoration. In: Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds. (2007): Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland. – Island Press, Washington, 145–161.
- Mesgaran M. B., Mashhadi, H. R., Zand E. & Alizadeh, H. M.** (2007): Comparison of three methodologies for efficient seed extraction in studies of soil weed seedbanks. – Weed Research, Vol. 47 (6): 472–478.
- Moravec J. a kol.** (1994): Fytocenologie. – Academia, Praha, 404 pp.
- Myster R. W. & Malahy M. P.** (2008): Is there a middle way between permanent plots and chronosequences? – Canadian Journal of Forest Research, Vol. 38 (12): 3133–3138.
- Neruda P.** (2007): Starší doba kamenná v Podýjí – současný stav a perspektivy. – Thayensia, Vol. 7: 291–303.
- Ortega M., Levassor C. & Peco B.** (1997): Seasonal dynamics of Mediterranean pasture seed banks along environmental gradients. – Journal of Biogeography, Vol. 24 (2): 177–195.
- Osbornová J., Kovářová M., Lepš J. & Prach K. eds.** (1990): Succession in abandoned fields. Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 186 pp.
- Palatková I.** (2007): Sukcesní změny na mladém opuštěném poli. – Bakalářská práce, České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, Katedra botaniky.
- Papanastasis V. P.** (2007): Land abandonment and old field dynamics in Greece. In: Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds. (2007): Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland. – Island Press, Washington, 225–246.
- Peco B., Ortega M. & Levassor C.** (1998): Similarity between seed bank and vegetation in Mediterranean grassland: a predictive model. – Journal of Vegetation Science, Vol. 9 (6): 815–828.
- Pokorný P. in verb.** (2010): Příroda a člověk v holocénu. – přednáška na PřF UK, Praha.
- Prach J.** (2009): Vegetace novodobých lesů na území Vojenského újezdu Boletice. – Bakalářská práce, Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
- Prach K., Lepš J. Š. & Rauch O.** (1996): Dlouhodobé sukcesní změny vegetace na opuštěných polích v Českém krasu z hlediska ochrany přírody. – Příroda, Vol. 5: 59–68.
- Prach K. & Pyšek P.** (1999): How do species dominating in succession differ from others? – Journal of Vegetation Science, Vol. 10 (3): 383–392.
- Prach K. & Řehouňková K.** (2006): Vegetation succession over broad geographical scales: which factors determine the patterns? – Preslia, Vol. 76 (4): 469–480.

- Prach K., Lepš J. & Rejmánek M.** (2007): Old field succession in central Europe: local and regional patterns. In: Cramer V. A. & Hobbs R. J. eds. (2007): Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland.– Island Press, Washington, 180–201.
- Procházka T.** (2009): Faktory určující druhovou diversitu a druhové složení bývalých polí ve Slavkovském lese. – Diplomová práce, Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
- Ramankutty N. & Foley J. A.** (1999): Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992. – *Global Biogeochem. Cycles*, Vol.13 (4): 997–1027.
- Rolston M. P.** (1978): Water impermeable seed dormancy. – *Botanical Review*, Vol. 44 (3): 365–396.
- Ruprecht E.** (2005): Secondary succession on old-fields in the Transylvanian lowland (Romania). – *Preslia*, Vol.77 (2): 145–157.
- Sádlo J., Pokorný P., Hájek P., Dreslerová D. & Cílek V** (2005): Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí. – Malá Skála, Praha, 255 pp.
- Slavíková J.** (1986): Ekologie rostlin. – Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 247 pp.
- Sojneková M.** (2008): Sekundární sukcese na opuštěných polích pod Děvínem v Pavlovských vrších. – Bakalářská práce, Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie.
- Soukupová L.** (1984): Změny ve struktuře vegetace na opuštěných polích Českého krasu. – Studie ČSAV č. 18, Academia, 156 pp.
- Táborská J.** (1999): Historický vývoj krajiny východní části národního parku Podyjí v různých časových horizontech 19. a 20. století. – *Thayensia*, Vol. 2: 61–73.
- Teo-Sherrell C. P. A., Mortensen D. A. & Keaton M. E.** (1996): Fates of weed seeds in soil: a seeded core method of study. – *Journal of Applied Ecology*, Vol. 33 (5): 1107–1113.
- Ter Heerdt G. N. J., Verweij G. L., Bekker R. M. & Bakker J. P.** (1996): An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. – *Functional Ecology*, Vol. 10 (1): 144–151.
- Thompson, K. & Grime, J. P.** (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. – *Journal of Ecology*, Vol. 67 (3): 893–921.
- Thompson K., Bakker J. P. & Bekker R. M.** (1997): Soil seed banks of north west Europe: methodology, density and longevity. – Cambridge University Press, Cambridge, 276 pp.
- Thompson K., Ceriani R. M., Bakker JP & Bekker R. M.** (2003): Are seed dormancy and persistence in soil related? – *Seed science research*, Vol.13 (2) : 97–100.

Wilson J. W. (1963): Estimation of foliage denseness and foliage angle by inclined point quadrats. – Australian Journal of Botany, Vol. 11 (1): 95–105.

Zajíčková L. (2009): Faktory ovlivňující rozšíření dřevin v opuštěné krajině. – Diplomová práce, Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.

internetové zdroje:

www 1: **Beneš E.** (1945): Dekret presidenta republiky ze dne 21. června 1945 o konfiskaci a urychleném rozdělení zemědělského majetku Němců, Maďarů, jakož i zrádců a nepřátel českého a slovenského národa. Dostupné z:
http://www.lexdata.cz/web/sb_free.nsf/citace/12_1945_Sb.?opendocument (12.4.2010)

www 2: **MZE:** Stránky ministerstva zemědělství České republiky. Dostupné z:
<http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/> (2.4.2010)

www 3: **EU:** EUROPA. Portál Evropské unie. Dostupné z:
http://europa.eu/pol/agr/index_cs.htm (5.4.2010)

www 4: **Rejmánek M. & Van Katwyk K. P.:** Old-field succession: a bibliographic review (1901–1991). Dostupné z: <http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/pdf/BiblioOF.pdf> (24.4.2010)

www 5: **Škorpík M.:** Oficiální stránky Národního parku Podyjí. Dostupné z:
<http://www.nppodyji.cz/pece-o-uzemi> (20.4.2010)

www 6: **Škorpík M.:** Oficiální stránky Národního parku Podyjí. Dostupné z:
<http://www.nppodyji.cz/vyvoj-krajiny> (20.4.2010)

www 7: **Stejskal R.:** Oficiální stránky Národního parku Podyjí. Dostupné z:
<http://www.nppodyji.cz/pece-o-nesni-biotopy> (20.4.2010)