

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Bakalářská práce



Jsou deponie průmyslových substrátů stanovišti pro vzácné či
invazní druhy?

Industrial deposits in landscape: Are they habitats of threatened or invasive species?

Řešitel: Pavel Vojtíšek
Program, obor: Ekologie a ochrana prostředí, Ochrana životního prostředí
Vedoucí: Prof. RNDr. Pavel Kovář, CSc.
Interní konzultant: Doc. Ing. Mgr Jan Frouz, CSc.
Akademický rok: 2009/2010
Odevzdáno: Květen, 2010

Chtěl bych poděkovat mému školiteli, panu Prof. RNDr. Pavlu Kovářovi CSc. za jeho vstřícnost a ochotu při konzultacích bakalářské práce, za poskytnutí materiálů, připomínek či podnětů k práci. Taktéž bych chtěl poděkovat Mgr. Janě Urbanové (roz. Vaňkové) za poskytnutí dat ze své diplomové práce, na kterou moje práce navazuje, a za svolení těchto dat k mé práci využít.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Praze dne

.....

Pavel Vojtíšek

Abstrakt

Během druhé poloviny dvacátého století vznikal na našem území velký počet deponií průmyslových substrátů. Z důvodů chybějící či nedostatečné legislativy, bylo mnoho deponií ponecháno po opuštění svému osudu. Nehostinné a často velmi extrémní stanoviště však v sobě skrývá velký potenciál vědeckého výzkumu využitelného v ekologické obnově. Deponie podléhají primární sukcesi, jejich povrch a substrát se postupně utváří a stabilizuje. Tato práce se zaměřuje na dva typy průmyslových deponií – odkaliště struskopopílková a rudní. V průběhu sukcese se na povrch odkaliště dostávají a usazují různé druhy. Ekosystém má spoustu volných nik a je proto i snadným „terčem“ pro invazní rostliny. Na druhé straně ovšem může skýtat útočiště pro chráněné a ekologicky významné rostliny, jejichž původní biotopy z okolí odkaliště téměř vymizely či jsou vážně ohroženy. V práci jsou zpracována data o celkovém vegetačním krytu cévnatých rostlin na 21 odkalištích (12 struskopopílkových a 9 rudních). Z těchto dat jsou vytrženy rostliny prokazatelně invazní, potenciálně invazní a druhy ohrožené. Výskyt jednotlivých druhů rostlin je porovnán s typem a stářím odkaliště.

Klíčová slova: Odkaliště, invazní rostlina, potenciálně invazní rostlina, chráněná rostlina, životní strategie rostlin, management

Abstract:

High number of industrial deposits in our landscape appeared during second half of 20th century. Many of deposits were abandoned without recultivation because of missing laws or inadequate legislation. Often very extreme habitat enables fruitful scientific research. Deposits and their surfaces are exposed to primary succession and become developing and stabilizing in the final stage. This study treats two types of deposits: ash-slag and ore-washery sedimentation basins. Many plant species are introduced onto basin plateau during succession. Abandoned deposit contains many unoccupied habitats and invasive plant species are easily introduced into these open places. On the other hand, the ecosystem should pose a refuge point for plant species important from the conservational and ecological point of view. In this study, the data about total vegetational cover of vascular plants on 21 sedimentation basis (12 ash-slag and 9 ore-washery) are elaborated. Invasive plants, potentially invasive and endangered plants are three categories based on the classification of our data set. Occurrence of the species was assessed in relation to the type and age of sedimentation basin.

Key words: Sedimentation basin, invasive plant species, potentially invasive plant species, endangered plant species, life strategy, management

1. Úvod:	- 5 -
2. Člověkem narušená stanoviště, průmyslové deponie:	- 6 -
2.1 Stav v České republice	- 6 -
2.2 Průmyslové deponie	- 7 -
2.2.1 Odkaliště a jejich vlastnosti.....	- 8 -
3. Rostlinné invaze:	- 9 -
3.1 Vymezení základních pojmů	- 9 -
3.2 Rozdíly v invadovanosti různě narušených a starých ploch.....	- 9 -
3.3 Teorie fluktuace dostupnosti zdrojů	- 10 -
4. Ohrožené a vzácné druhy rostlin (zvláště chráněné druhy)	- 10 -
4.1 Zvláště chráněné druhy rostlin dle zákona 114/1992 Sb.....	- 10 -
4.2 Příčiny ohrožení	- 11 -
5. Životní strategie	- 11 -
5.1 C-, S- a R-strategové	- 12 -
5.2 r/K strategie	- 14 -
5.3 Strategie šíření guerilla a falanga (Skok a šik).....	- 14 -
5.4 C3,C4 a CAM rostliny	- 15 -
5.4.1 Zástupci kategorií rostlin C3,C4,CAM	- 15 -
6. Výsledky:	- 16 -
6.1 Zvláště chráněné rostliny.....	- 18 -
6.2 Invazní rostliny.....	- 18 -
6.2.1 Invazní rostliny s prokázanou invazibilitou	- 19 -
6.2.2 Invazní rostliny – potenciálně nebezpečné.....	- 19 -
7. Diskuze:	- 20 -
7.1 Rekultivace versus spontánní sukcese.....	- 20 -
7.2 „Divočina“ uprostřed kulturní krajiny.....	- 22 -
7.3 Ne každá rostlina je přesně zařaditelná	- 22 -
7.4 Relativnost „vzácnosti“	- 23 -
8. Souhrn	- 24 -
8.1 Navrhované možnosti managementu	- 24 -
8.1.1 Navrhované možnosti managementu – invazní rostliny	- 24 -
8.1.2 Navrhované možnosti managementu – vzácné a chráněné rostliny.....	- 25 -
8.1.3 Navrhované možnosti managementu – celkový obecný návrh pro odkaliště	- 26 -
9. Seznam použité literatury a internetových zdrojů:	- 26 -
9.1 Použitá literatura	- 26 -
9.2 Internetové zdroje.....	- 28 -

1. Úvod:

Cílem této práce je zjistit, zda člověkem pozměněná krajina v podobě průmyslových odpadních skládek hostí (1) vzácné druhy rostlin, či je zamořována (2) rostlinami invazními. Pro tuto práci byla v rámci široké skupiny průmyslových deponií vybrána nerektivovaná (opuštěná) odkaliště, a to zejména proto, že (a) tvoří ucelený soubor antropogenních stanovišť spojený specifickým způsobem vzniku, tj. technologií hydraulického transportu a vršením sedimentací v usazovacím bazénu, (b) předchozí vymezení snižuje příliš velkou heterogenitu, pokud by byla zahrnuta všechna další podobná narušená stanoviště jako např. výsypky po povrchové těžbě uhlí, rudní odvaly, skládky aj., (c) pozvolnými gradienty změn prostředí od středu k okrajům sedimentačních nádrží poskytují možnost činit jednoznačnější závěry o korelacích různých charakteristik – např. výskytu druhových skupin rostlin a textury substrátu atd., (d) uskladněný sediment bez rekultivace vždy představuje extrémní typ povrchu a studium stres-tolerance organismů v rámci někdy vymezované (sub)disciplíny „ekologie extrémů“ může přinést originální výsledky o limitech ve schopnosti přežítí různých forem života, (e) v kulturní krajině s dlouhým historickým osídlením se jedná se o poměrně vzácnou příležitost studovat primární sukcesi, která začne probíhat po čerstvém uzavření deponie (sekundární sukcese je běžnější, častěji jde o ni v případě tvorby výsypek, skládek apod.). Obě dvě kategorie rostlin, tedy invazní a vzácné resp. cenné z hlediska ochrany přírody, mají odlišné nároky na prostředí a jinou schopnost konkurovat jiným druhům.

Vzácná rostlina s ochrannou hodnotou se na našem území vyskytuje jen málokdy, případně se jedná o botanický unikát, který roste jen třeba na jedné malé lokalitě v celé ČR. Například *Anchusa officinalis* se vyskytuje na člověkem ovlivněných místech, avšak z hlediska ohrožení je pilát lékařský hodnocen jako vzácnější druh vyžadující další pozornost (C4)(Jindřich Houska; Botany.cz). Jako protipól můžeme postavit *Rubus chamaemorus*, kterýžto se vyskytuje jen na několika místech v Krkonoších coby glaciální relik. Mají vzácné a ohrožené rostliny schopnost uchytit se na takovýchto specifických stanovištích nebo vyžadují pro sebe vlastní již utvořené a stabilní společenstvo?

Invazní rostliny mají oproti rostlinám vzácným a ohroženým velice rozšířený areál, jsou na našem území nepůvodní, rychle se šíří a nějakým způsobem významně zasahují do ekosystému, v kterém se vyskytnou. Například některé druhy rodu *Reynoutria* mohou podél vodních toků tvořit veliké husté křovité porosty, pod nimiž již nemá šanci vyrůst původní vegetace, která pak zaniká. Jiné druhy dokáží zcela změnit směr sukcese. Z invazních druhů se nejvíce v sukcesích sériích uplatňuje akát (*Robinia pseudacacia*) a pokud se uchytí, dokáže

sukcesi odklonit místo k polopřirozeným lesostepním formacím či porostům domácích dřevin k monotónním akátinám s účastí nitrofilních druhů v podrostu (Prach et al 2008). Mnohé takovéto rostliny představují svými vlivy na ekosystémy velký problém, avšak: Dokáží invadovat do narušených a v jistých směrech extrémních stanovišť jakými jsou struskopopílková a rudní odkaliště? Invadují snáze do starých a nějakým způsobem již stabilizovaných deponií nebo do mladých sukcesních stádií?

Na následujících stránkách se výše položené otázky pokusím zodpovědět.

Tato práce navazuje na diplomovou práci Jany Vaňkové, která se zaměřovala na druhovou diverzitu rostlin na odkalištích po republice. Hlavní data, která z této diplomové práce přebírám a z nichž vycházím v dalším hodnocení, jsou údaje o výskytu jednotlivých druhů na jednotlivých lokalitách. Zde bych chtěl autorce poděkovat za poskytnutí dat a svolení k jejich použití pro moji bakalářskou práci.

2. Člověkem narušená stanoviště, průmyslové deponie:

2.1 Stav v České republice

O stanoviště narušená člověkem není v České republice nouze. Za doby totality byly prováděny mnohdy devastující zásahy do krajiny a legislativa pamatující na zajištění bezprostřední nápravy, případně sankcionování devastace, byla mnohem méně dokonalá ve srovnání s dneškem. Někde byla prováděna povrchová těžba, jinde deponovány materiály jako popílek z elektráren či hlušina po těžbě, přirozené zavodněné či zamokřené plochy byly odvodňovány a přeměňovány v pole. Staré remízky a meze byly rozorávány, vodní toky napřimovány a často vydlážděny betonovými žlaby. Toto jsou pouze příklady změn, které se udály v krajině a měly různý dopad na krajinný ráz. Snad jediné pozitivum někdejší tiché tolerance ekologických nešvarů při zacházení s krajinou je, že nikým nerekulitované plochy (např. zde studovaných odkališť) byly po desetiletí ponechány napospas spontánním procesům a jejich dlouhodobé sledování tak nabízí vědě odhalování způsobů, jakými si příroda integruje a přebírá zpět útvary do ní uměle vložené, často toxické. Rozsah ploch dotčených těžbou dosahoval v České republice v roce 2007 rozlohy 679 km², tj. 0,9% území. Necelé jedno procento rozlohy České republiky dotčené těžbou zdánlivě nepředstavuje vysoké číslo, ale je třeba si uvědomit, že těžba je často výrazně koncentrována. V místech její koncentrace je pak ovlivnění tamní krajiny podstatné (Chuman 2010).

Od roku 1989 dochází postupně k zlepšování stavu resp. péče o poškozené plochy v krajině. Avšak na mnoha místech zbytečně zvítězila drahá peněžní zakázka než nejlevnější

příroda. Mnohé povrchové lomy byly zrekultivovány navezením vrstvy hlíny a vysázením stromové monokultury. Jinde byla provedena úspěšná revitalizace, která měla „až moc velký“ úspěch, respektive se s takovýmto úspěchem nepočítalo. Příkladem může být revitalizace vodního toku u obce Vesec u Jičína. Z původního betonového koryta, u kterého rostl pouze bez, vlašovičník a kopřivy, se udělal meandrující potok s tůnkami a splávkou, zatravněným okolím a osázen dřevinami. Revitalizace proběhla právě úspěšně, takže pás o šířce 8 metrů, kde byl potok veden, zadržuje úspěšně vodu, zároveň se však voda začala zadržovat i v blízkých částech polí, která jej obklopují. Zemědělci tak vznikala škoda zmenšením výnosu kvůli podmáčení ornice. Přitom by postačilo půdy vykoupit o několik metrů více na obou stranách.

Trend poslední doby je kladení důrazu na přírodě blízká opatření při obnově krajiny, případně na ponechání krajiny či lokality sukcesí, s minimálními nebo žádnými zásahy člověka. To je případ i odkališť. Technologie deponice nedovoluje akumulaci živých rostlinných diaspor, ani vyklíčení semen, která jsou v transportovaném materiálu obsažena. Vegetační kryt se vyvíjí na nevyvinutém substrátu, který neobsahuje semennou banku. Nástup a vývoj vegetace na takovýchto lokalitách je označován jako primární sukcese. To nám dává jedinečnou příležitost sledovat spontánní procesy kolonizace/sukcese a studovat interakce mezi organismy (Kovář et Vaňková 2004). Ekosystém se začíná vytvářet od nuly. Je tedy otevřen všem organismům, které se na něj mohou dostat a zároveň představuje stanoviště svými vlastnostmi silně extrémní (ať už hodnotou pH či salinitou), tedy silně selekční při uchycení druhů na stanovišti. V průběhu sukcese se povrch a vlastnosti povrchu mění, do ekosystému přibývají nové druhy, některé staré mohou mizet. Ekosystém se postupně vytváří, mění a směřuje ke stabilitě.

2.2 Průmyslové deponie

Deponie je místo vymezené k ukládání zeminy, skládka (Slovník cizích slov, [online]). Tedy v mém případě odkaliště popílku z uhelných elektráren a tepláren anebo rozmělněné hlušiny z úpravy rud při těžbě nerostných surovin. Zajímají nás jen lokality, které byly uzavřeny a ponechány bez rekultivačních zásahů přírodnímu vývoji a které jsou vystaveny spontánní sukcesí.

2.2.1 Odkaliště a jejich vlastnosti



Obr. 1: Příklad struskopopílkového odkaliště (Opotovice) a rudního odkaliště (Chvaletice) (Vaňková 2004)

Rudní odkaliště obsahují balastní (neproduktivní) složky vzniklé úpravou rud, struskopopílková odkaliště vznikají jako důsledek teplárenského spalování uhlí. Různorodost substrátu odkališť závisí dále na způsobu těžby, typu mlecího procesu, i kvalitě a kvantitě použité vody pro transport odpadu. U rudních odkališť závisí na složení rudy, přítomnosti pyritů či jiných sulfidů. Složení struskopopílkových směsí je závislé především na druhu spalovaného uhlí a na technologii jeho spalování. (Vaňková 2004)

K usnadnění transportu popílku na odkaliště je popílek míchán s vodou a ukládán v rozsáhlých sedimentačních nádržích. Často se používají dvě nádrže současně – jedna je zpravidla v provozu, u druhé se zvyšují obvodové hráze. Při naplnění kapacity nádrží dochází k postupnému navyšování okrajových hrází nádrže a spolu s nimi i potrubního systému dopravujícího popílek s vodou. Při vzniku odkaliště v rovině krajiny se vytváří tvorbou postupného navrhování hrází nádrží o stěnách až 18 metrů vysokých se sklonem 20-35° (výška a sklon hrází záleží na deponovaném materiálu a charakteru krajiny). Vývody potrubního systému se nacházejí několik desítek metrů od vnitřních okrajů nádrže. Tento způsob ukládání popílků představuje naprosto odlišný způsob v transportu deponovaných materiálů na rozdíl od suché cesty. Ve srovnání s vršenými deponiemi má tento způsob typický velikostní gradient textury substrátu (velikost zrn) během sedimentace. Ten může ovlivnit následnou vegetaci v různých následujících sukcesních stádiích (Kovář 2004).

Struskopopílková odkaliště vázaná na odpadní produkt tepelných elektráren nebo tepláren tvoří poměrně homogenní skupinu. Rudní odkaliště nejčastěji spojená s úpravou těžných hornin u povrchových, vzácněji hlubinných dolů oplývají větší heterogenitou (Kovář et al 2009). Edafické problémy substrátu spadají do několika kategorií: 1) nedostatek živin 2) Přítomnost toxických agens 3) vysoké či nízké pH 4) salinita 5) fyzikální vlastnosti substrátu. Odkaliště ovlivňují geologické a hydrologické poměry, mění nejenou i tvar,

konfiguraci, členění a složení zemského povrchu a přispívají ke změně jakosti podzemních, povrchových, drenážních i odpadních vod (Vaňková 2004). Větší stres a odtud nižší rozmanitost cévnatých rostlin bývá u rudných odkališť (Chvaletice, Ejpovice, Jílové u Prahy, Kaňk, Příbram, Stráž pod Ralskem aj.), zatímco elektrárenské popílký hostí větší počty druhů (Opatovice, Horní Počáply a mnoho dalších). Navzdory značnému překryvu v druhovém spektru u obou typů substrátů shledáme vyšší zastoupení slanomilných rostlin na rudních odkalištích a pískomilných rostlin na struskopopílkových deponiích (Kovář et al. 2009).

3. Rostlinné invaze:

3.1 Vymezení základních pojmů

Ne každá rostlina, která je v daném ekosystému nová, se musí chovat jako invazní. Záleží na vlastnostech ekosystému a schopnosti nové rostliny se šířit dál. V rámci vlastností ekosystémů se vymezují pojmy Invadovanost a Invazibilita. Pro kategorie druhů rostlin (zde myšleno druhy nepůvodní pro ekosystém) jsou vymezovány pojmy Nepůvodní druh, Naturalizovaný druh a Invazní druh:

- Invadovanost: Vyjadřuje pozorované počty nebo podíly nepůvodních druhů na lokalitách. Invadovanost je výslednicí počtu nepůvodních druhů (nebo jejich jedinců), které se ve společenstvu objevily, a míry jejich přežívání.
- Invazibilita: Skutečná náchylnost nebo citlivost společenstev k invazím. Opakem invazibility je rezistence neboli odolnost vůči invazím. Je dána schopností nepůvodních druhů v daném společenstvu přežívat.
- Nepůvodní druh: (= zavlečený) Druh který se do daného území dostal ze svého původního areálu vlivem činnosti člověka, anebo se sem rozšířil přirozenou cestou z jiného území, kde je nepůvodní.
- Naturalizovaný druh: Nepůvodní druh, který se v daném území úspěšně rozmnožuje po dlouhou dobu a nezávisle na činnosti člověka.
- Invazní druh: Naturalizovaný druh, který se v území rychle šíří na velké vzdálenosti od mateřské populace.

(Chytrý et Pyšek 2009a)

3.2 Rozdíly v invadovanosti různě narušených a různě starých ploch

Některá z málo invazibilních společenstev mohou být i pravidelně narušována, ale nedochází u nich kvůli tomu ke zvýšení dostupnosti nevyužitých zdrojů. Invazibilitu může

zvýšit dokonce i omezení dřívě pravidelných disturbancí. Např. luční rostliny po seči rychle vegetativně regenerují a půdní živiny plynule odčerpává dorůstající porost. Pokud však dojde na louce k neobvyklé a silné disturbanci, jako je např. rozorání, uvolní se živiny a zpravidla se začnou šířit nepůvodní druhy. I při omezení pravidelné seče dojde ke hromadění živin, které se dřívě odvážely se senem, a opuštěné louky jsou proto náchylnější k invazi než louky pravidelně obhospodařované (Chytrý et Pyšek 2009c).

Z teorie ostrovní biogeografie vyplývá, že ostrovy mají v průměru méně druhů než stejně velké části pevniny se stejným rozsahem podmínek prostředí a stejnými zdroji (Chytrý et Pyšek 2008). Ostrovy se obecněji zdají být náchylnější k invazím. Vysvětlit to lze opět geografickou izolovaností a jejími důsledky. Někdy se předpokládá, že ostrovy nejsou druhy dosyceny, jsou tam volné niky pro potenciální nové příchozí, což jejich invaze usnadňuje (Prach et Pyšek 1997). Je proto velmi pravděpodobné, že z množiny druhů zavlečených na ostrov budou některé přizpůsobeny právě neobsazeným biotopům nebo biotopům obsazeným těmi původními druhy, které v nich nenacházejí optimální podmínky. Zavlečené druhy se proto ve volných ostrovních biotopech, při absenci nebo slabé konkurenci původních druhů, snadno šíří (Chytrý et Pyšek 2008).

3.3 Teorie fluktuace dostupnosti zdrojů

Teorii fluktuace dostupnosti zdrojů zformuloval v roce 2000 americký ekolog Mark Davis ve spolupráci s Phillipem Grimem a Kenem Thompsonem z Univerzity v Sheffieldu ve Velké Británii (Chytrý et. Pyšek 2009c). Hlavní myšlenka této teorie může pomoci vysvětlit, proč jsou narušovaná stanoviště spíše invadována než stabilní nenarušovaná společenstva a proč jsou invadována spíše narušovaná stanoviště středního stáří než mladá či již sukcesně vyžralá. Podle teorie jsou náchylnější nebo přímo již invadována ta stanoviště, kde dochází k náhlému rozkolísání v dostupnosti zdrojů (živin, vody, světla...). Rozkolísání může způsobit právě nějaký druh disturbance. Pole je přeoráno, nivní oblast kolem řeky je zaplavena povodní (zde dochází zároveň k disturbanci a zvýšení a obohacení zdrojů říčními nánosy) či je vykácena část lesa.

4. Ohrožené a vzácné druhy rostlin (zvláště chráněné druhy)

4.1 Zvláště chráněné druhy rostlin dle zákona 114/1992 Sb.

Zákon 114/1992 Sb. paragraf 48 označuje jako zvláště chráněné druhy rostlin: Druhy rostlin, které jsou ohrožené nebo vzácné, vědecky či kulturně velmi významné. Zvláště chráněné druhy rostlin se dle stupně ohrožení dělí na:

- Kriticky ohrožené
- Silně ohrožené
- Ohrožené

(Portál veřejné správy České republiky. portal.gov.cz [online])

Rozšíření definice ochrany dává paragraf 49: Zvláště chráněné rostliny jsou chráněny ve všech svých podzemních a nadzemních částech a všech vývojových stádiích; chráněn je rovněž jejich biotop. Je zakázáno tyto rostliny sbírat, trhat, vykopávat, poškozovat, ničit, nebo jinak rušit ve vývoji. Je též zakázáno je držet, pěstovat, dopravovat, prodávat, vyměňovat nebo nabízet za účelem prodeje či výměny (Portál veřejné správy České republiky. Portal.gov.cz [online]).

Významné rostlinné druhy a jejich soustředění na místě výskytu jsou chráněny většinou v podobě určitého maloplošného chráněného území, které svým režimem zajišťuje zachování rostlinného druhu. Na mnoho rostlin se však přísná ochrana vztahuje i bez výskytu v chráněném území. U všech uvedených rostlin není ani přípustné záměrné křížení a rozšiřování vzniklých kříženců rostlin do krajiny (Ladislav Hoskovec. Botany.cz [online] a).

4.2 Příčiny ohrožení

V podkapitole 4.1 bylo zmíněno, že zákon chrání nejen druhy málo či méně početně se vyskytující, ale i druhy, které mají jiný důležitý význam (kulturní, vědecký...). Některé kriticky ohrožené druhy v České republice se vyskytují jen na několika málo lokalitách z přirozených důvodů. Např. glaciální relikv otružiník moruška (*Rubus chamaemorus*) se vyskytuje jen na několika málo lokalitách v nejvyšších částech Krkonoš. Při ústupu pevninského ledovce při poslední době ledové se moruška stěhoval stále více na sever a u nás stoupal do stále vyšších poloh. Jeho nynější lokality podnebím i půdou připomínají jeho přirozený výskyt v severských zemích. Jiné druhy rostlin (a bohužel většina) se však ohroženými staly kvůli lidské činnosti. Devastace mnoha přirozených biotopů vedla k vytlačování či vymizení určitých druhů. Příkladem může být vysoušení rašelinišť a mokřadů. Jiné taxony mizí kvůli znečištění jejich životního prostředí – například rostliny vodní, citlivé na čistotu vody.

5. Životní strategie

Každý živý organismus potřebuje ke svému zdárnému životnímu cyklu (tedy zrození – vývoj – reprodukce – úhyn) určitou životní strategii, kterou se nejlépe adaptuje k podmínkám

prostředí, a to jak potravním a klimatickým tak abiotickým. Jedinec může spoléhat na rychlé čerpání vody, živin a rychlý vývoj, např. rostliny ruderalní. Jako protiklad se dají postavit druhy silně xerofilní, které omezují svůj vývoj jen na určité krátké období, kdy je dostatek vláhy, s vodou a živinami šetří, růst je omezen. V následující kapitole se zaměřím na několik koncepcí životních strategií rostlin

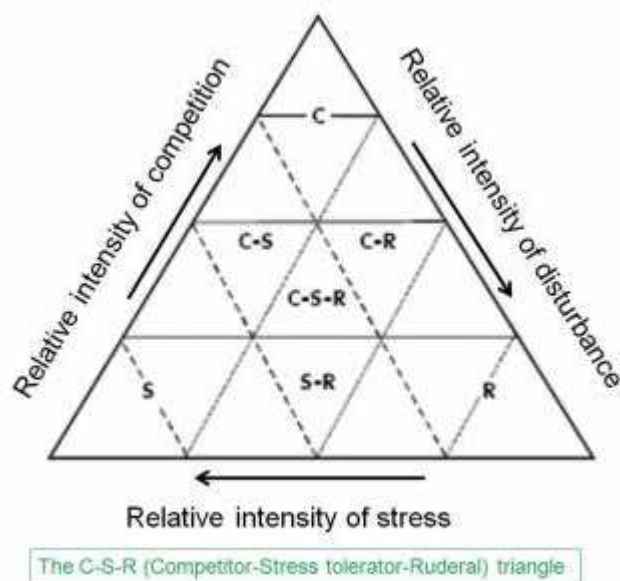
5.1 C-, S- a R-stratégové

Běžné rozlišení životních (také adaptivních nebo bionomických, Grime 1979) strategií v ekologii rostlin. Podstatou je interakce jedince s jedinci jiného druhu či interakce s okolím. Základní tři skupiny jsou:

- C-stratégové: Konkurenční strategie. Druhy se vyskytují v místech s malou mírou stresových faktorů a disturbance. Jsou adaptovány ke konkurenci mezi sebou a s jinými druhy, např. o živiny, vodu, světlo... . Často jsou dlouhověké.
- S-Stratégové: Strestolerantní strategie. Rostliny vyžadují a rostou pouze na lokalitách s vysokou mírou stresových faktorů. Zpravidla vyžadují, aby podmínky v jejich okolí zůstávaly stálé. Obvykle mají pomalejší růst. Příkladem mohou být halofyty, rostliny snášející sucho apod.
- R-Stratégové: Ruderalní strategie. Jedinci s R-strategií snášejí dobře narušování a disturbance a rostou na takto ovlivňovaných lokalitách.

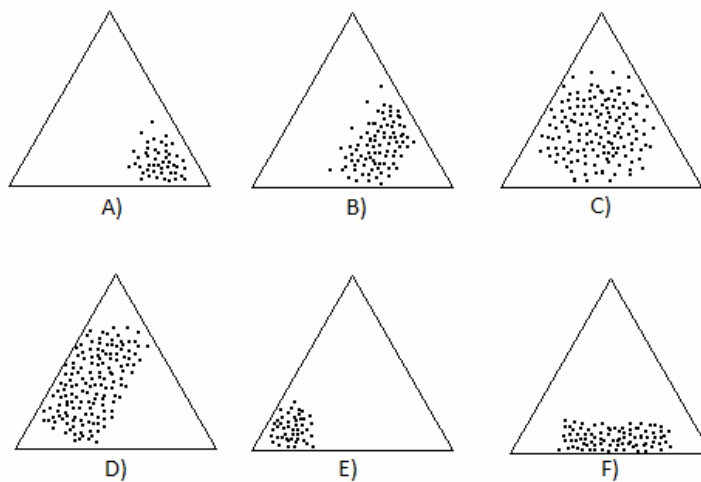
Mezi těmito strategiemi se vyskytuje mnoho přechodných typů, některá rostlina má blíže k R-strategii, ale částečně využívá i S-strategie. Některé jsou zhruba uprostřed... . J.P.Grime vyčleňuje 4 hlavní typy těchto přechodných (sekundárních) strategií (Grime 1979):

- Konkurenčně – ruderalní (C-R): Adaptované na podmínky prostředí, ve kterých je nízká míra stresových podmínek a konkurence je snížena disturbancí
- Stres-tolerantně – ruderalní (S-R): Adaptované na neproduktivní biotopy s lehkou disturbancí
- Stres-tolerantně – konkurenční (C-S): Adaptované na malou disturbanci s malou mírou stresu
- C-S-R strategie: Adaptované na biotopy, kde si konkurují a kde je míra konkurence omezována mírným působením stresových a disturbančních faktorů



Obr.2 Grimeův model C-,S-,R- strategií, zjednodušeno (zdroj: <http://www.sidthomas.net/images/heisen1.jpg>)

Grime dále zařazuje pomocí trojúhelníkového diagramu skupinky: Jednoleté, dvouleté rostliny, trvalky a kapradiny, stromy a keře, lišejníky a mechorosty – obr. 2:



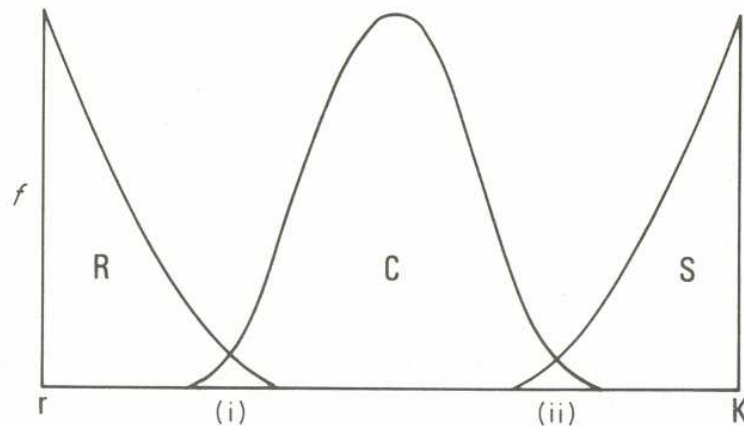
Obr. 3: Skupinky rostlin s různými životními strategiemi dle Grimea

Nejširší ekologickou amplitudu mají trvalky a kapradorostry (c). Jednoletky (a) jsou převážně ruderální, zatímco dvouletky (b) zasahují do oblasti diagramu, která odpovídá C-R a S-R strategii. Stromy a keře (d) zahrnují konkurenty, stres-tolerantní konkurenty a stres-tolerantní druhy. Lišejníky (e) jsou omezeni na stres-tolerantní roh trojúhelníka, zatímco mechorosty (f) jsou více rozloženy do oblasti stres-tolerantních ruderálů (Grime 1979).

5.2 r/K strategie

MacArthur a Wilson vypracovali v roce 1967 koncept r/K selekce, který později (1970) rozpracoval Pianka. Uvedené parametry indikují, že jedinci vybraní vzhledem k růstové rychlosti r jsou zvýhodněni schopností se rychle množit (tj. mají vysokou hodnotu r), zatímco jedinci vybraní vzhledem k nosné kapacitě prostředí K jsou zvýhodněni pro svoji schopnost přispívat poměrně značným podílem své populaci, která se udržuje na své nosné kapacitě K . Koncepce je tedy založena na existenci dvou kontrastních typů stanovišť zvýhodňujících buď r-selekcí, nebo K-selekcí (Begon et al. 1997).

J.P. Grime spojil C-S-R strategii s r/K strategií a vytvořil diagram znázorňující frekvenci (f) výskytu C- R- a S- strategií na r-K stupnici. Spojil tak dvě zobecnění, jedno používané převážně pro rostliny, druhé používané pro rostliny a živočichy. Výsledný model je tak podrobnější, než oba modely samotné (viz obr. 4):



Obr. 4: Spojení C-R-S a r/K strategie (Grime 1979)

Diagram popisuje frekvenci výskytu (f) ruderalních (R), konkurenčních (C) a stres-tolerantních (S) strategií na ose vyjadřující r/K strategii. Na ose r - K se vyskytují dva kritické body. V bodě (i) nedosahuje disturbance takové síly, aby mohly být R-strategové vytlačeni konkurenty. V bodě (ii) jsou zdroje vyčerpány pod úroveň, aby konkurenti mohli vést účinný boj o živiny (živiny jednoduše chybí), ale ještě nejsou na takové úrovni, aby mohly být efektivně využívány stres-tolerantními organismy (Grime 1979).

5.3 Strategie šíření guerilla a falanga (Skok a šik)

Některé rostliny mají tendenci se šířit oddenky, výběžky či jinými částmi, které mají posléze schopnost zakořenit. Spojení s mateřskou rostlinou někdy zanikne, nebo zůstane funkční. Jiné rostliny se rozrůstají postupně a tvoří veliké, pomalu se rozrůstající porosty.

Mezi růstovými formami, které se šíří oddenky či výběžky, rozlišujeme dva extrémy s kontinuem přechodných forem. Při jednom extrému jsou spojení mezi moduly dlouhá (často také tenká a krátkodobá), takže prýty jednoho klonu jsou v řídkém sponu. Říkáme jim „guerillové“ či „partyzánské“ formy, protože dávají rostlině, polypu nebo korálu charakter podobný partyzánské bojové jednotce: jsou neustále v pohybu, mizí z jedné oblasti a vnikají „výsadky“ (odnožemi) do jiné. Jsou plaché a oportunistické. Na opačném konci kontinua je „falanga“, kde jsou spojení mezi moduly krátká (často silná a vytrvalá) a moduly jsou velmi těsně u sebe. Dobrým příkladem růstové formy falangy jsou trsnaté trávy rostoucí v aridních oblastech. Rostliny a modulární živočichové s růstovou formou falangy šíří své klony pomalu, dlouho zůstávají na svých původních místech, nepronikají běžně mezi sousedící rostliny, ani jimi nejsou snadno proniknutelné. Termínem falanga označujeme tuto růstovou formu pro její obdobu s bojovými jednotkami římské armády, jejíž vojáci byli semknuti k sobě a celý šik byl kryt štíty (Begon et al. 1997).

5.4 C3,C4 a CAM rostliny

Kategorie rostlinné životní strategie dle mechanismu fixace CO₂. K rozdílu dochází v Calvinově cyklu v odštěpování stabilních uhlíkatých sloučenin s různými počty uhlíků. V případě C3 rostlin je prvním stabilním produktem v tomto cyklu 3-fosfoglycerát, tedy molekula se třemi atomy uhlíku, proto označení C3. U druhé skupiny rostlin vzniká oxalacetát, tedy čtyřuhlíkatá sloučenina, proto označení rostlin jako C4.

Zvláštní skupinou jsou rostliny tučnolisté (*Crassulaceae*). Fixace CO₂ u rostlin tučnolistých bývá obecně označována jako metabolismus (a rostliny) CAM (*crassulacean acid metabolism*). U rostlin C4 probíhá dvojitá karboxylace na dvou rozdílných místech. Protože rostliny CAM jsou extrémně adaptované na nedostatek vláhy, mají během dne uzavřeny průduchy. V noci, kdy jsou průduchy otevřeny, fixují CO₂ enzymem PEPkarboxylázou.

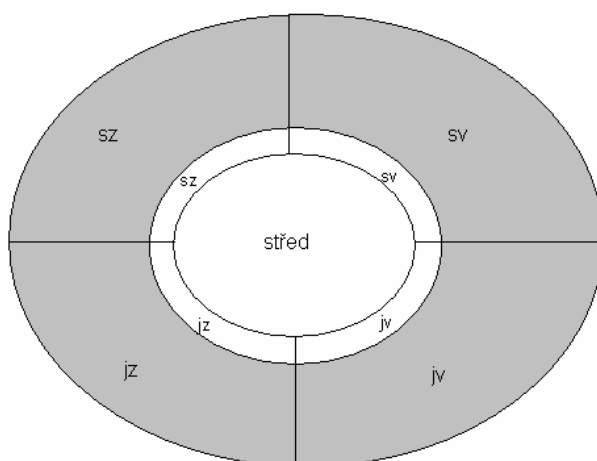
5.4.1 Zástupci kategorií rostlin C3,C4,CAM

- C3: řepa (*Beta vulgaris*), merlík (*Chenopodium album*), špenát (*Spinacia oleracea*), svlačec (*Convolvulus arvensis*), hrách (*Pisum sativum*), tabák (*Nicotina tabacum*) aj.
- C4: kukuřice (*Zea mays*), cukrovník (*Saccharum officinarum*), lebeda (*Atriplex sabulosa*), šáchor (*Cyperus esculentus*), proso (*Panicum miliaceum*), běžné polní plevely – trávy ježatka (*Echinochloa*) a bér (*Setaria*) aj.
- CAM: agáve (*Agave americana*), kalanchoe (*Kalanchoe daigremontiana*), pryšec (*Euphorbia grandidens*) aj. (Procházka et al 2003)

6. Výsledky:

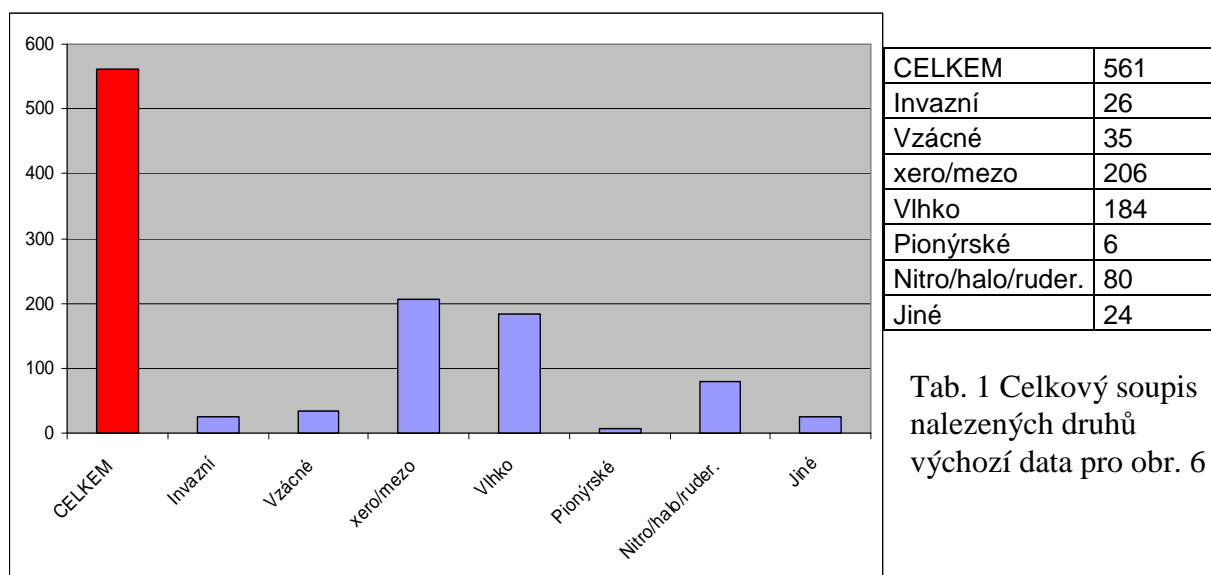
(veškerá výchozí data a údaje využitá pro další hodnocení v této kapitole byla čerpána z Diplomové práce Jany Vaňkové – v seznamu literatury pod: Vaňková 2004)

Na všech 21 lokalitách byl pořizován celkový floristický soupis druhů odkaliště a přilehlého okolí do vzdálenosti přibližně 100m. Za plochu odkaliště bylo považováno plató odkaliště tvořené naplaveným substrátem bez veškerých hrází či svahů, jež byly v naprosté většině antropogenně ovlivněny. V omezeném počtu případech protínaly povrch odkaliště cesty. Ty byly považovány za „okolí“ a jejich vegetace byla k okolí zahrnuta. Odkaliště i okolí bylo pro účely jemnějšího rozlišení rozděleno na 9 segmentů (viz Obr 5.) (Vaňková 2004). Okolí do 100 m je považováno jako reálné pro snadné rozšíření druhu na přilehlé území v blízkém časovém horizontu (v řádu let). S rostoucí vzdáleností šance na rozšíření radikálně klesá.



Obr. 5 Schématické rozdělení plochy odkaliště a okolí (Vaňková 2004)

Celkem bylo na odkalištích a jejich okolí nalezeno 561 druhů, které byly pro účely této práce roztrženy do několika skupin: **invazní rostliny; vzácné a chráněné rostliny; xero-mezofilní rostliny; vlhkomilné rostliny; pionýrské rostliny; nitrofilní, halofyty, plevely, ruderální rostliny; jiné.** Obr. 6 ukazuje poměrné zastoupení jednotlivých skupin z celkového soupisu (Tab.1):



Tab. 1 Celkový soupis nalezených druhů výchozí data pro obr. 6

Obr. 6: Zastoupení jednotlivých skupin rostlin ze soupisu druhů

Popisy skupin:

- **Invazní:** Invazní rostliny s prokázanými invazními vlastnostmi a rostliny zavlečené, nepůvodní, zatím bez těchto vlastností, avšak potenciálně nebezpečné
- **Vzácné:** Rostliny vzácné a ochranně významné (rostliny v kategorii C2-C4)
- **Xerofilní/mezofilní:** Rostliny od suchomilných po rostliny snášející jak sucho tak mírné vlhko
- **Vlhkomilné:** Plynulý přechod z předchozí skupiny, tedy rostliny snášející jak sucho tak i vlhko až rostliny vodní
- **Pionýrské:** Druhy osidlující ranná sukcesní stádia. Do této skupiny by mohlo být zařazeno více druhů, které však splňovaly kritéria pro jiné zde uvedené skupiny (např. invazní)
- **Nitrofilní,halofilní,ruderální,plevele:** Rostliny plevelné, rostoucí na silně eutrofních či dusíkem bohatých půdách, rostliny snášející zasolení, rostliny typické pro antropogenně ovlivněná stanoviště typu rumišť, zbořeníšť, výsypek apod.
- **Jiné:** Do skupiny jiné byly zařazovány druhy, které nebyly jednoznačně určeny např. *Rubus sp.div.*, či zplanělé rostliny zemědělské kultury.

6.1 Zvláště chráněné rostliny

Na obou typech odkališť byly potvrzeny výskyty chráněných rostlin. Téměř polovinu zabírají C4 – druhy vyžadující další pozornost (14) , dále C3 – ohrožené druhy (13) a několik druhů z kategorie C2 – Silně ohrožené druhy (7). 3 druhy jsou navíc chráněny mezinárodní úmluvou o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy (CITES), konkrétně *Listera ovata*, *Epipactis heleborine*, *Platanthera bifolia*.

Větší obsazenost těmito druhy vykazovalo okolí nebo přímo plató struskopopílkových odkališť(42) než rudních (16). Tento jev je vysvětlitelný větší mírou stresu v případě rudních odkališť(vodní režim, obsah toxických agens, tepelné podmínky, celkové klimatické podmínky, pH, salinita). Mírně převyšuje počet výskytů druhů v okolí odkališť (u obou typů). Proto v případech, kdy se druh vyskytuje pouze v okolí odkaliště, existuje reálná šance rozšíření na plochu odkaliště z okolí. Velmi však záleží na mnoha faktorech, které uchycení druhu mohou ovlivnit (např. stáří odkaliště – s čímž souvisí jeho stresové činitele jako pH, salinita, obsah toxických kovů, vodní režim atd.). Vzácné a chráněné rostliny nebrzdí a neohrožuje na existenci jen mnohdy velmi extrémní podmínky odkaliště, ale i přítomnost invazního či rychle rostoucího ruderalního (nebo plevelného) druhu. Ruderalním druhům však často chybí nějaká z vlastností typická pro invazní rostliny a ekosystém je na jejich přítomnost často adaptován. Nicméně i tyto skupiny rostlin mohou vzácné a chráněné ohrožovat (např. zarůstání místa výskytu kopřivami apod.). Proto je třeba volit uvážlivě vhodnou údržbu a management lokalit s výskytem chráněných druhů.

6.2 Invazní rostliny

Na odkalištích bylo nalezeno celkem 26 invazních rostlin. Do této skupiny jsem zařadil jak invazní rostliny s již prokázanými invazními vlastnostmi, tak rostliny potenciálně nebezpečné. V jejich případě se jedná zpravidla o zplanělé okrasné či užitkové rostliny. Všechny však v naší květeně nejsou původní a jsou zavlečeny. Proto, byť se nechovají invazivně, by měly být zařazeny do této kategorie.

Invazní rostliny mají oproti jiným druhům rostlin několik výhod, které jim umožňují invazivně se šířit. Zpravidla se jedná o značnou produkci semen, která dosahují často vysokého procenta úspěšnosti při klíčení a s vysokou persisterací v půdě (v řádech několika let, např. semena *Heracleum mantegazzianum* přetrvávají v půdě plně životaschopná i 7 let), dále rychlého růstu, brzké klíčivosti na jaře a značné produkce biomasy. Jak již bylo zmíněno

v úvodních kapitolách, invazní rostliny obsazují především středně stará a již tedy částečně vyvinutá odkaliště. Neinvadují do nových nebo naopak již vyvinutých a stabilních odkališť.

6.2.1 Invazní rostliny s prokázanou invazibilitou

Na odkalištích bylo nalezeno celkem 13 invazních druhů:

Acer negundo, *Amorpha fruticosa*, *Lupinus polyhyplus*, *Calamagrostis epigejos*, *Onopordon acanthium*, *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Reynoutria japonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*.

Po soupisu druhů a vyznačení jejich výskytu na typu odkaliště (struskopopílkové/rudní) vychází větší invadovatelnost pro struskopopílková odkaliště. Největší počet obsazených lokalit mají tyto druhy: *Calamagrostis epigejos* (největší počet – výskyt až na několik výjimek na všech odkalištích a jejich okolí), *Robinia pseudoacacia*, *Impatiens parviflora*, *Reynoutria japonica*, *Solidago canadensis*. V předešlé kapitole 5.1. jsem se zmínil o invazi do spíše vyvinutých odkališť než do čerstvě opuštěných či naopak již zapojených a starých. Prozkoumal jsem stáří odkališť (vždy jsem bral pouze výskyt rostliny přímo na odkališti) a typy odkališť s invazními rostlinami. Průměrné stáří struskopopílkového odkaliště s výskytem invazní rostliny bylo 13,55 let a rudní 29,84 let. Rudní odkaliště podléhají invazi později a v menší míře než struskopopílková. Průměrné stáří však může být někdy číslo zavádějící. Některé druhy se totiž vyskytovaly na mladých i starších odkalištích, v různých stádiích sukcese (např. *Solidago canadensis* se vyskytoval na odkališti Kolín starém 30 let a zároveň na odkališti Náchod starém 1 rok). Obsazována jsou spíše odkaliště starší (Kolín – 30 let, Opatovice – 15 let, Dvůr Králové II. – 6 let). Z dat lze však i vyčíst, že v případě struskopopílkových odkališť byla větší část výskytu zaznamenána v okolí odkaliště a na odkališti přímo nikoliv. V případě rudních je tomu naopak.

6.2.2 Invazní rostliny – potenciálně nebezpečné

Na odkalištích bylo nalezeno celkem 13 potenciálně nebezpečných druhů:

Erigeron annuus, *Symphoricarpus albus*, *Syringa vulgaris*, *Veronica persica*, *Populus balsamifera*, *Portulaca oleracea ssp. oleracea*, *Helianthus annuus*, *Hordeum jubatum*, *Juglans regia*, *Ribes rubrum*, *Actaea spicata*, *Picea pungens*, *Colutea arborescens*.

Všechny druhy byly nalezeny v části okolí odkaliště. Výjimky tvoří 5 z nich: *Erigeron annuus*, *Hordeum jubatum* a *Actaea spicata* – ty se krom výskytů v okolí nacházely i přímo na odkališti (první dva na jednom, vždy na struskopopílkovém, třetí jednou na rudním a jednou na struskopopílkovém), *Symphoricarpus albus* se ve dvou případech nacházel pouze

na odkalištích (jeden výskyt struskopopílkové a jeden rudní odkaliště) a nikoliv v okolí, *Picea pungens* se nacházel v jednom případě pouze na rudním odkališti. Více druhů hostilo okolí struskopopílkových odkališť (celkem 26 výskytů). Okolí rudních odkališť obsahovalo 10 výskytů druhů.

Druhy jako *Ribes rubrum* či *Juglans regia* jsou běžně pěstovanými druhy. Zplaňují taktéž nejčastěji v místech svého pěstování. Hrozbu představují potenciální, invazivně se nešíří, avšak pro naši květenu jsou nepůvodní a zavlečené. Nepůvodní jsou i pro řadu živočichů, proto je třeba je zařadit do této skupiny.

Zhruba 2/3 druhů potenciálně nebezpečných představuje zástupce kulturních rostlin pěstovaných v parcích, sadech a zahradách pro okrasné účely. Zplaňují opět nejčastěji v místech svého pěstování.

Asi největší nebezpečí představuje druh *Veronica persica*, který balancuje na velice křehké hranici plevele/ruderální rostliny a invazní rostliny. Druh je u nás nepůvodní, zavlečen z Asie v 19. století. Z jeho vlastností vyniká především široká ekologická amplituda a dobrá množivost.

Druhy *Erigeron annuus* a *Symphoricarpos albus* byly nalezeny na největším počtu stanovišť. U zbytku byl zaznamenán výskyt v rozmezí 1- 5. Přítomnost většiny uvedených druhů jen na několika málo lokalitách svědčí o místním úniku a zplanění z nedaleké lokality, kde byla rostlina pěstována.

7. Diskuze:

Problematika odkališť, invazních, vzácných a chráněných rostlin je velmi široká a navzájem velmi provázaná. V této kapitole se pokusím shrnout poznatky nabyté v této práci a zároveň položit několik otázek, na které se pokusím odpovědět mimo jiné pomocí výše uvedených informací.

7.1 Rekultivace versus spontánní sukcese

Ekosystémová obnova zahrnuje dualitu. Na jedné straně jde o technický byznys, např. když je třeba vytvořit rostlinný kryt co možná nejrychleji a co možná nejlevněji. Ovšem jak rychlost, tak cena závisejí na poznání přírodních procesů. Dlouhodobé přibrzdění nákladů nastane tehdy, když náš produkt funguje normálně, a to je tehdy, když víme, co vyžralý ekosystém vyžaduje k sebeudržující stabilitě (Kovář 2008).

Rekultivovat či ponechat zarůst? Jaká varianta se jeví jako výhodnější? V dnešní době převládá rekultivační směr. Jedná se ve velké míře o ekonomický důvod a o pozůstatek z minulého režimu. Dříve měli těžaři za povinnost „upsat se“ při zadávání smlouvy a zavázat se, že danou plochu rekultivují. A vzhledem k požadavkům režimu, jednalo se převážně o rekultivace zemědělské, popřípadě lesnické s kulturními porosty dřevin. Rekultivace je však finančně velmi náročná. Musí se započítat samotné sazenice dřevin či osivo, práce úpravy povrchu, případně navezení substrátu a mnoho dalšího. Rekultivace se navíc často „zvrhne“ v pěstování ne lesů, ale stromových plantáží. Vysazují se naprosto nevhodné druhy dřevin (např. smrk ztepilý), které se s takovýmto extrémním stanovištěm nedokáží vypořádat a rychle hynou. Z počátku se může zdát vše v pořádku, za několik let však kořeny prorostou do toxického podkladu a uhynou taktéž.

Spontánní sukcese se tedy jeví jako vhodná metoda obnovy krajiny. Povrch se pozvolna utváří a stabilizuje, postupně dochází k osídlování odkaliště rostlinami, dochází k erozi substrátu a k zlepšování jeho vlastností, přestává být extrémním a nehostinným pro rostliny. Rozvoj vegetace je zpravidla podmíněn uchycením několika málo pionýrských druhů dřevin, jejichž semenáče (nebo vegetativně etablované exempláře – např. z větévek přenesených vodním ptactvem na stavbu hnízd) mají zpočátku vysokou mortalitu. Teprve po nahromadění významnějšího podílu surového humusu z jejich opadu v povrchovém substrátu jsou schopny efektivně růst a produkovat semena. Výskyt lesních druhů a druhů lučního společenstva po 25 letech sukcese je jasně propojen s kvalitativními změnami v ekosystému půdy (Frouz 2008). Do postupného zapojování korunového patra nastává optimální fáze rozvoje bylinného patra, a to s významným přispěním zoochorie, zvláště myrmekochorie – mravenci roznášejí obilky trav a další plody či semena odpovídajících rozměrů, později se vznikem zástinu začne v bylinném patře probíhat selekce (Rauch et Kovář 2010). Příkladem může být druh *Lasius niger*. Mravenci jsou obecně teplomilní živočichové, pro které je důležitá teplota (pro růst a vývoj jejich populace). Otevřené plochy bez vegetace jsou významně prohřívány sluncem, a mohou tak zaručit dobré prohřátí hnízd (Frouz 2006).

Avšak i toto na první pohled ideální řešení má svoje nedostatky, se kterými je nutno počítat. Dají se však vhodně zvolenými postupy odstranit či zmírnit. Jako příklady bych uvedl: Zanedbání údržby - hrozí riziko proniknutí a zarůstání odkaliště invazními druhy. Zpomalená sukcese - z důvodu silné extremity stanoviště a lokality jako celku probíhá sukcese jen velmi pomalu. Do stabilního ekosystému by lokalita mohla dospět až za mnoho desítek let. Je proto dobré sukcesi „popostrčit“ dopředu, např. mulčováním (tzv. asistovaná obnova).

7.2 „Divočina“ uprostřed kulturní krajiny

Krajina v České republice, obzvláště v nížinných oblastech představuje mnohdy monotónní polní kulturu s velmi chudou krajinnou mozaikou. Novým prvkem v mozaice jsou umělé ostrovy deponií průmyslových substrátů (Kovář et Vaňková 2004). Průmyslová odkaliště nemusíme brát pouze jako nutné zlo, ale můžeme jich využít pro vytvoření ostrova života či „divočiny“ uprostřed kulturní krajiny. Z výsledků uvedených v této práci lze vyčíst, že kromě zcela běžných druhů vyskytujících se v krajině lze na odkalištích nalézt i druhy chráněné a ochranně významné. Uprostřed monotónní krajiny může takováto plocha znamenat ostrov života a odrazovou plochu pro další rozšiřování rostlin do okolí. Nesmíme ovšem zapomínat, že se při nedodržení postupů, zanedbání údržby či při nevhodně zvolených metodách může odkaliště změnit v pustinu, která nebude dlouho obyvatelná, zaroste plevelnými či invazními druhy, které se následně začnou šířit do svého okolí, což je jevem nežádoucím.

Při dodržení pro odkaliště vhodných postupů lze docílit urychlení sukcese a podpoře rozvoje biodiverzity. Přírodovědná hodnota jednotlivých těžeben a deponií často spočívá v tom, že se jedná o živinami chudá stanoviště. Proto v nich nacházejí útočiště konkurenčně slabé druhy, které jsou v okolní krajině velmi vzácné nebo z ní rychle mizejí. Těžební prostory a deponie tak hrají důležitou roli při ochraně biodiverzity na všech úrovních. Vhodně zvolený způsob obnovy v nich může biodiverzitu podpořit, špatný může být pro biodiverzitu likvidační. K ochraně biodiverzity se Česká republika zavázala v několika mezinárodních úmluvách, především v Úmluvě o ekologické rozmanitosti (Řehounek, Řehouňková et Prach eds. 2010).

7.3 Ne každá rostlina je přesně zařaditelná

Pro potřeby této práce jsem rozřídil rostliny ze seznamu do několika kategorií dle vlastností. Například invazní, xerofilní či ruderalní. Ovšem jedná se pouze o rozřídění pro účely této práce. Některé rostliny jsou zařaditelné relativně jednoduše, např. *Heracleum mantegazzianum* je prokazatelně invazní rostlina. Druh tvoří rozsáhlé populace, jejichž velké porosty vytlačují původní druhy a snižují druhovou diverzitu (Weber 2005). Mnohé rostliny jsou však těžko zařaditelné. V úvodní kapitole je uveden druh *Anchusa officinalis*. Tento druh pilátu obývá člověkem ovlivněná stanoviště, například trávníky, louky, železniční násypy, rumišťe, suché písčité nivy s plevelem, hráze (Kubát 2002; Schauer et Caspari 2007) a zároveň je zařazen do seznamu druhů vyžadujících další pozornost (C4a). Vystává zde otázka, co způsobuje jeho ohrožení, proč je zařazen do tohoto seznamu, z jakého důvodu. Člověkem

ovlivněných stanovišť je přeci v naší krajině více než dostatek. Možná je kombinace vlastností: vyžaduje živinami chudé, suché a udržované stanoviště s teplým podnebím a nevápnité štěrkopísko – hlinité půdy + různé antropogenní vlivy.

Jiné rostliny jsou náročné na živiny, jiné mají širokou ekologickou amplitudu, takže rostou prakticky všude, kam se dostanou. Třídění rostlin za účelem vědeckého výzkumu či navrhování managementu pro určitou plochu (např. odkaliště) tedy vyžaduje komplexní pohled na jejich vlastnosti a následné zařazení po analýze do odpovídající kategorie.

7.4 Relativnost „vzácnosti“

Obvykle označujeme jako „vzácnou“ rostlinu, která je svým výskytem omezena jen na relativně malý počet lokalit. Může se jednat o rostliny, které se na našem území vyskytovaly, avšak souhrou více různých jevů došlo k jejich vytlačení či vymizení. Například koukol polní (*Agrostemma githago*), dříve naprosto běžný plevel polí, dnes kriticky ohrožený druh, je typickou obětí vyspělé agrotechniky (Ladislav Hoskovec, Botany.cz [online] b). Jiné druhy nejeví zprvu vzácnými, vyskytují se pouze na několika málo lokalitách, avšak postupně přejdou do invazní strategie a pak již opravdu nemůžeme hovořit o vzácné rostlině. Příkladem může být kolotočník ozdobný (*Telekia speciosa*). Původní v Karpatech a na Balkáně, často pěstován a zplaňuje, zejména v okolí parků a zahrad, podél vodních toků a v lesích. Šíří se (Kubát 2002). V počátcích by na našem území mohl být označován jako vzácný (jen na několika lokalitách), avšak nyní pravděpodobně nastupuje do invazní strategie. Některé rostliny jsou však na našem území „pravými vzácnými“ rostlinami, avšak v jiných částech světa, či světadílu jsou naprosto běžné. Z naší květeny bych zmínil ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*). V naší krajině je endemitem z dob ledových, avšak v celém subarktickém pásmu severní polokoule je naprosto běžný.

Je tedy zapotřebí pečlivě uvažovat „vzácnost a ekologickou významnost“ každé rostliny, Rostlina zdánlivě vzácná a chráněná může při nedostatku pozornosti přejít do invazní strategie, či rostlina, původně naprosto běžná součást naší květeny, může nepozorovaně vymizet. Každou rostlinu, kterou posuzujeme dle její vzácnosti, musíme nejprve podrobit jakési „analýze vzácnosti“ – tedy jestli zde nehrozí nebezpečí invaze či naopak vymizení.

8. Souhrn

Celkem bylo zkoumáno 21 nerekulivovaných odkalištních lokalit (z toho 12 struskopopílkových a 9 rudních), na kterých bylo nalezeno 561 druhů rostlin. Invazní a vzácné představovaly minoritní podíl – 26 a 31. Z ochrannářského hlediska však představují významné prvky. Přítomnost vzácných a zákonem chráněných druhů na tak nehostinných místech, jakými odkaliště bezesporu jsou, nahrává trendu dnešní doby ponechávat odkaliště spontánnímu vývoji. Nalezeny zde však byly i druhy označované jako invazní. Do této skupiny jsem zařadil i rostliny zavlečené, avšak bez výrazných invazních vlastností, nejčastěji zplanělé užitkové nebo okrasné rostliny. Pro českou květenu nejsou rostlinami původními a mohou tak představovat jisté riziko. Proto jsou zařazeny do této skupiny.

Invazní rostliny se oproti očekávání vyskytovaly spíše v okolí struskopopílkových odkališť než na jejich povrchu, zatímco v případě rudních tomu bylo spíše naopak. Stáří odkališť se projevilo větší mírou invazí do starších odkališť, a tedy již biologickými a zvětrávacími procesy upravených a částečně stabilizovaných substrátů. Struskopopílková odkaliště jsou od počátku (myšleno od ukončení plnění a ponechání odkaliště sukcesí) pro vegetaci příznivější než odkaliště rudní. Příkladem může být větší pronikání rostlinných druhů do starších rudních odkališť (od několika let po několik desítek let), zatímco struskopopílková odkaliště jsou druhy obsazována dříve. Oproti struskopopílkovým hostila rudní na svém povrchu více druhů než v okolí. Připočteme-li větší celkové stáří odkaliště, lze předpokládat, že tato již mají substráty upravené a pro rostliny stabilizované.

Vzácné a zákonem chráněné rostliny se dle očekávání vyskytovaly převážně jen na několika málo lokalitách. I zde se opět projevilo rozdíly v substrátech – nejvíce byly obsazovány struskopopílková odkaliště, tedy respektive v rámci zkoumaného celku jejich okolí (tedy stometrové zóny v těsném okolí odkaliště). U rudních se jednalo o stejný jev, avšak s celkovou menší frekvencí výskytu.

8.1 Navrhované možnosti managementu

Managementových možností je celá řada, zde nabízím příkladem několik možností, kterak s deponií nakládat.

8.1.1 Navrhované možnosti managementu – invazní rostliny

Cílem ponechání výsypek spontánnímu vývoji je vytvoření stabilního biotopu samotnými přírodními činiteli. Odkaliště v okamžiku svého vzniku představuje silně extrémní povrch, který je však postupně osidlován rostlinnými druhy dle svých strategií. Nejprve se uchycují S-strategové adaptovaní na takováto stanoviště s nepříznivými vlastnostmi, ať už se

jedná o sucho, nízké pH či toxické kovy v substrátu. Po několika letech začíná povrch směřovat k příznivějším a stabilnějším podmínkám, otevírají a vytvářejí se tak nové neobsazené niky. Právě v této fázi přichází nejkrizovější moment, kdy hrozí největší riziko rostlinné invaze.

Invazní rostliny by se daly zařadit do Grimeova modelu (kap. 2.2) zhruba na úroveň, kde začíná frekvence výskytu R-stratégů, tedy na ose r-K blíže k r. Valná většina z nich tvoří obrovské množství semen a mají obrovský růstový potenciál – věnují převážnou část energie na produkci kvanta semen, na svoje rozšiřování a rychlý růst. Pravými r-stratégými však nejsou, z valné většiny nesnáší disturbance (např. seč). Nelze je ani zařadit mezi konkurenty (C-stratégými), jelikož nejsou schopny konkurence v již zaběhlých a stabilních ekosystémech. Např. v plně vzrostlém stabilním lesním biotopu mají relativně malou šanci se uchytit jednoduše proto, že nedokáží svého konkurenta (zde stromy) předčít v boji o nějaký zdroj (zde světlo) – konkurent tak vůči nim zaujímá výhodu.

Možným managementem by tedy byla jakási „podpurná údržba“ vznikajícího ekosystému spočívající v zamezení či jen omezení růstu invazních rostlin v krizovém okamžiku „otevírání nik“. Jedním z možných managementů je kosení, sešlap a průřez. Kosením se podporují luční druhy, které jsou na kosení adaptovány a vyžadují jej. Jiné – strategicky podobné druhy – jsou adaptovány na disturbance v podobě přeorání, přerytí či sešlapu.

8.1.2 Navrhované možnosti managementu – vzácné a chráněné rostliny

V případě této skupiny nelze management navrhnout jednoznačně jako tomu bylo u rostlin invazních. Nejprve je nutno vědět, jaké chráněné rostliny se na odkališti (či v okolí) vyskytují a následně zjistit, proč jsou na seznamu chráněných druhů, jaký faktor tento status zpříčinil. Až následně se přikročí k navrhovaným možnostem managementu. Jako příklad může posloužit *Spiraea salicifolia* a *Chenopodium botrys*. *Spiraea* je vlhkomilný druh, rostoucí v rašeliništích či v křovinách podél vodních toků. Je proto pro ni vhodné zachovávat zamokřené oblasti na odkališti, popřípadě přidat uměle vytvořené vodní objekty a podporovat tvorbu křovin podél vodních objektů. *Chenopodium* je v kontrastu s tím druh ruderální, tolerující zasolení a suchomilný, zamokření nesnáší. Prospěje mu spíše management seče či disturbancí.

V případě výskytu jednoho druhu lze postupovat k tvorbě biotopu, který danému druhu vyhovuje a který by přispěl ke stabilitě. Lze však očekávat přítomnost více takovýchto druhů.

8.1.3 Navrhované možnosti managementu – celkový obecný návrh pro odkaliště

Směr a vývoj sukcese na odkališti by se měl vést k rozmanitosti, podpoře tvorbě biodiverzity a stability. Vzhledem k tomu, že každé odkaliště je specifické svými vlastnostmi a druhovou skladbou (ať již přímo na sobě či ve svém okolí), měl by výsledný management vést k pestré skladbě možných biotopů, které dané odkaliště může poskytnout a urychlovat sukcesí.

K urychlení sukcese je vhodné často použít více managementových způsobů najednou. Příkladem může být seč a mulčování. Část odkaliště (pokud není možno odkaliště ještě použít, lze použít „okolí“) se udržuje sečí, čímž se podporuje selekce již vznikajícího společenstva. Posečená biomasa se pak pomocí mulčovacích způsobů rozvrství po odkališti. Rozkládající se biomasa přináší do substrátu živiny a pomáhá vytvářet humusový horizont, překrývá původní substrát, který může být zdrojem prašnosti či pomáhá držet vodu a tím zlepšovat vodní režim substrátu. Zároveň vytváří specifické mikroklima se specifickým substrátem, který se může stát útočištěm pro celou řadu druhů hmyzu, mimo jiné mravenců, kteří se pak podílejí na roznášení semen po odkališti, plní pak jakousi funkci „zahradníka“.

9. Seznam použité literatury a internetových zdrojů:

9.1 Použitá literatura

- Begon M. et al. 1997: Ekologie – jedinci, populace a společenstva, r- a K- selekce, vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 949 s.
- Frouz 2008: Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites, European journal of soil biology. Ročník 44, číslo 1, s.109-121.
- Frouz 2006: The influence of different vegetation patches on the spatial distribution of nests and the epigeic activity of ants (*Lasius niger*) on a spoil dump after brown coal mining (Czech Republic), European journal of soil biology. Ročník 42, číslo 3, s.158-165.
- Grime J.P. 1979: Plant strategie & vegetation processes: Secondary strategie in the established phase, John Wiley & Sons, Ltd., 222 s.
- Chuman T. 2010: Místa bývalé těžby jako objekty ochrany přírody. In: Řehounek J. et al. [eds]: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi, Calla, České Budějovice, s.155-161.

- Chytrý M. et Pyšek P. 2008: Invaze nepůvodních druhů v rostlinných společenstvech, Zprávy české botanické společnosti, Materiály 23, Rostlinné invaze v České republice: situace, výzkum a management, s.17-40.
- Chytrý M. et Pyšek P. 2009a: Kam se šíří zavlečené rostliny? 1. Rozdíly v invadovanosti velkých území. Živa 1/2009, s.11-14.
- Chytrý M. et Pyšek P. 2009c: Kam se šíří zavlečené rostliny? 3. Obecné příčiny invazibility společenstev. Živa 3/2009, s.110-112.
- Kubát K. et al 2002: Klíč ke květeně české republiky, Academia, Praha, 928 s.
- Kovář P. 2004: Industrial deposits of abandoned sedimentation basins – technology of the origin and vegetation. In: Kovář P. [ed.]: Natural recovery of human-made deposits in landscape, Academia, Praha, s.15-29.
- Kovář P. et al 2009: Ekologie obnovy narušených míst, 3. Cizorodé substráty v krajině, Živa 3/2009, s.116-119.
- Kovář P. 2008: Ekosystémová a krajinná ekologie (textové teze): Ekologie obnovy (restoration ekology), Skriptum PřF UK v Praze, Karolinum, Praha, s.70-74.
- Kovář P. et Vaňková J. 2004: Plant species diversity in the biotope of unreclaimed industrial deposits as artificial islands in the landscape. In: Kovář P. [ed.]: Natural recovery of human-made deposits in landscape, Academia, Praha, s.30-45
- Prach K. et al 2008.: Invaze a sukcese, Zprávy české botanické společnosti, Materiály 23, Rostlinné invaze v České republice: situace, výzkum a management, s.41-50.
- Prach K. et Pyšek P. 1997: Invazibilita společenstev a ekosystémů, Zprávy české botanické společnosti, Materiály 14, Invazní rostliny v české flóře, s.1-6.
- Procházka S. et al 2003: Fyziologie rostlin: Fixace CO₂, Rozdíly mezi rostlinami C3,C4 a CAM, Academia, Praha, 488 s.
- Rauch O., Kovář P. eds. 2010: Odkaliště, In: Řehounek J. et al. [eds]: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi, Calla, České Budějovice, s.133-154.
- Řehounek J., Řehouňková K. et Prach K. eds. 2010: Obecné zásady přírodě blízké obnovy těžbou narušených území a deponií, In: Řehounek J. et al. [eds]: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi, s.169-172.
- Schauer T. et Caspari C. 2007: Svět rostlin, Rebo productions CZ, spol. s r.o., Dobřejiovice, 496 s.

- Vaňková J. 2004: Druhá diversita rostlin na biotopech opuštěných odkališť v České republice: Literární přehled: problematika odkališť, Dipl pr. [depon. In Knih. Kat. Bot. PřF UK v Praze, Benátská 2, Praha 2], 94 s.
- Weber E. 2005: Invasive species of the world – a reference guide to environmental weeds, Biddles Ltd, King's Lynn, 548 s.

9.2 Internetové zdroje

- Jindřich Houska. Botany.cz [online]. Vytvořeno 10.10.2007 [citováno 23.3.2010]. <<http://botany.cz/cs/anchusa-officinalis/>>
- Ladislav Hoskovec. Botany.cz [online] a. Vytvořeno 18.7.2007 [citováno 10.4.2010]. <<http://botany.cz/cs/chrane-rostliny/>>
- Ladislav Hoskovec. Botany.cz [online] b. Vytvořeno 3.7.2007 [citováno 24.5.2010]. <<http://botany.cz/cs/agrostemma-githago/>>
- Portál veřejné správy České republiky. portal.gov.cz [online]. 2003-2010 Ministerstvo vnitra ČR [citováno 10.4.2010]. Zákon 114/1992 Sb. paragraf 48 <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.155/701?PC_8411_number1=114/1992&PC_8411_p=48&PC_8411_l=114/1992&PC_8411_ps=10#10821>
- Portál veřejné správy České republiky. portal.gov.cz [online]. 2003-2010 Ministerstvo vnitra ČR [citováno 10.4.2010]. Zákon 114/1992 Sb. paragraf 48 <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.155/701?PC_8411_number1=114/1992&PC_8411_p=49&PC_8411_l=114/1992&PC_8411_ps=10#10821>
- Slovník cizích slov. Slovník cizích slov[online]. [citováno 25.3.2010] <<http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/deponie>>