

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Katedra environmentálního inženýrství

CVIČENÍ Z OBECNÉ EKOLOGIE

S využitím metody IBSE (inquiry-based science education)

MODUL I: ANALÝZA PŮDNÍ SEMENNÉ BANKY A NADZEMNÍ VEGETACE

Ing. Hana Švehláková, 2018

MODUL OBECNÁ EKOLOGIE – STUDIUM PŮDNÍ SEMENNÉ BANKY

Popis činnosti:

V rámci modulu budou studenti seznámeni s teoretickou a bází studia půdní semenné banky, s využitím znalostí z předmětů Obecná biologie a Botanika. Studenti si na základě předloženého materiálu se budou podílet na designování experimentu, rovněž se seznámí se příslušným softwarovým vybavením a naučí se základy práce s jednotlivými programy.

Teoretická příprava proběhne v učebnách katedry 546 a zahrnuje celkem 4 vyučovací hodiny (tj. 2 cvičení)

Praktická cvičení budou provedena na vybraných trvalých monitorovacích plochách na odvalu Odra (Stachanov) . Studenti provedou odběr půdní semenné banky a fytoecologické snímky podzimního aspektu vegetace. Časová náročnost cca 6 vyučovacích hodin (3 cvičení).

V učebně katedry 546 provedou studenti analýzu odebraných vzorků kultivační a separační metodou. U obou metod provedou determinaci druhů a srovnají je. Časová náročnost 4 – 5 vyučovacích hodin (2 – 3 cvičení)

Celková časová náročnost: 7 -8 cvičení

V rámci zbylé časové dotace na semestr bude probíhat běžná výuka zaměřená na základy statistického zpracování biologických a environmentálních dat.

ÚVOD – ANALÝZA PŮDNÍ SEMENNÉ BANKY A NADZEMNÍ VEGETACE

Hlubinná těžba černého uhlí zásadním způsobem ovlivnila a stále ovlivňuje tvář krajiny Ostravska, Karvinska a částečně Frýdecko - Místecka. Původně zemědělská krajina s řídkým osídlením byla cca od roku 1782 postupně měněna na městskou aglomeraci s vysokou koncentrací průmyslu. Hlubinné dobývání černého uhlí a navazující těžký průmysl (hutnictví železa, chemické závody) zásadně ovlivnily geomorfologii krajiny, její ekosystémy a celkový ráz. Ukládáním vytěžené hlušiny vznikaly výrazné konvexní tvary – odvaly s plynulým nebo stupňovitým svahem a navazujícími drobnými geomorfologickými tvary - stržemi, odnosovými rýhami, dutinami, závrtvy apod. Některé z odvalů byly a dosud jsou termicky aktivní v důsledku obsahu hořlavého materiálu (uhlí). V hornické praxi OKR byla z finančních a provozních důvodů preferována technologie dobývání uhlí na tzv. řízený zával, který se na povrchu projeví jako poklesová kotlina. V případě vysoké hladiny podzemní vody a v nivách vodních toků dochází k zavodňování poklesových kotlin a vzniku recentních vodních ploch různé velikosti a hloubky (Stalmachová, Peirzchala, 2011).

Modifikace terénu a změna landuse se pochopitelně promítla do biologických a ekologických charakteristik krajiny ať už v návaznosti na změny terénu nebo v důsledku odlišného hospodaření v krajině – např. zakládání monokultur smrku či v modernější době monokultur geograficky nepůvodního dubu červeného (*Quercus rubra*).

S narušováním krajiny po těžbě se pojí snahy o její regeneraci a rekultivaci. Historie rekultivací sahá cca do 15. stol., její rozmach však nastává v 19. století, kdy v důsledku nových, účinnějších technologií těžby dochází také k výrazné devastaci hornické krajiny. Císařským patentem z roku 1854 pod č. 154 byl vydán Obecní horní zákon, který mimo jiné těžařům ukládal povinnost navrátit těžbou postižené pozemky původnímu účelu (Štýs, 1981). Významným přelomem bylo přijetí nového horního zákona 41/1957, který položil základ moderní rekultivační praxi.

Důsledkem těžby černého uhlí je tedy výrazně narušený krajinný systém s typickými terénními tvary (odvaly, poklesové kotliny), které lze označit jako tzv. brownfields – opuštěné plochy ztrácející svou funkci v krajině (Stalmachová, 2011). Z pohledu ekologa je však lze považovat za jakousi rozsáhlou terénní laboratoř, kde máme jedinečnou možnost pozorovat velmi variabilní sukcesi lokálních biocenóz - Prach et al (2011) uvádí, že 0,8% rozlohy ČR na kterých započala spontánní sukcese , tvoří lokality vzniklé dobýváním uhlí ve 2. polovině 20. století.

Půdní semenná banka, její diverzita, změny a zejména dynamika hrají v problematice sukcese významnou roli, avšak do popředí zájmu se na územích vyžadujících obnovu dostává pomalu (Wagner et al, 2006, Gonzales – Alday et al, 2009). Znalost půdní semenné banky, její funkce a dynamiky a vztah k nadzemní vegetaci může výrazně předejít neúspěchům v rekultivační praxi a predikovat možný vývoj rostlinných společenstev.

Analýza půdní semenné banky je významným zdrojem dat v rámci studia sukcese, jež zásadně ovlivňuje vývoj vegetace na disturbancemi ovlivněném území.

Sukcesi vegetace a půdní semenné banky významně ovlivňují mimo jiné gradienty prostředí, které jsou na půdách odvalů velmi časté a rozmanité.

Dělení půdní semenné banky

Základy k položili PSB položili Thompson a Grimme (1979), kteří určili 4 základní typy semenné banky dle sezónního výskytu semen. Kromě sezónnosti hraje v rozdělení roli i velikost semen, vlhkost, poměr počtu dospělých jedinců a semen, znalost sezónní dynamiky druhů v dané oblasti aj. Novější, jednodušší a efektivní způsob klasifikace byl zaveden Thomsonem et al (1997) a je založen na době, po kterou jsou semena schopna setrvat v půdě. Jde o tyto typy půdní semenné banky

- Přechodná (semena přetrvávají v půdě max. 1 rok)
- Krátkodobá (semena přetrvávají v půdě 1-5 let)
- Dlouhodobá (semena přetrvávají v půdě nad 5 let)

Složení půdní semenné banky

Složení půdní semenné banky závisí na mnoha faktorech. Mezi nejvýznamnější patří topografie terénu, zejména mikroreliefu, stádium sukcese, vzdálenost zdroje diaspor, disperzní činitelé, tvar a velikost semen (Fenner, Thompson, 2005) a predační tlak semenožravých živočichů (Hulme, 1998). Větší semena mají obvykle vyšší zásobu živin, dokážou klíčit z větších hloubek půdy a v půdě déle přetrvávat (Fenner, Thompson, 2005), ale jsou také vystaveny intenzivnější predaci (Kůrová, 2012).

V semenné bance jsou obsažena dormantní i nedormantní semena jednoho druhu, což je důležité z hlediska jejich přežití v případě nepříznivých podmínek nebo nedostatku diaspor (Gioria et al 2012). Tato vlastnost semenné banky je využívána v ochraně vzácných a chráněných druhů. Z hlediska vertikální distribuce semen je jejich nejvyšší hustota do hloubky 5 cm, do hlubších poloh mohou být zaneseny edafonem (Fenner, Thompson, 2005), případně orbou (Bossyut et al, 2006). Trvalá semenná banka obsahuje převážně druhy raně sukcesní a světlo milné, kdežto přechodnou banku tvoří semena pozdně sukcesních dřevin. V semenné bance mohou být obsažena semena druhů, které již vymizely z nadzemní vegetace, což lze použít v hodnocení změn dynamiky vegetace daného stanoviště.

Pozornost si zaslouží semena invazních druhů. V invadované semenné bance dochází k intenzivní kompetici mezi původními a invazními druhy. Invazní druhy mají často konkurenční výhodu v načasování klíčení (Moravcová et al, 2010), případně díky svému množství a persistenci semennou banku nasytí a omezí prostor pro uchycení se původních druhů (Brown & Fridley, 2003). Invadovanost půdní semenné banky je v současné době studována, předpokládá se jejich vliv na degradaci původních společenstev a zvyšování jejich

náchylnosti k invazi, avšak k dispozici dosud nejsou data, která by dovolila dlouhodobou predikci vlivu invazních druhů na semennou banku (Gioria et al. 2012, Gioria, Pyšek, 2016).

Vztah mezi půdní semennou bankou a nadzemní vegetací

Vztah mezi složením semenné banky a nadzemní vegetací je značně komplikovaný a ne zcela probádaný. Někteří autoři uvádějí, že hustota semen a druhová bohatost semenné banky a její podobnost s druhy nadzemní vegetace klesá s postupující sukcesí (Thomson, 2000). Tato teze byla potvrzena několika studii v lučních společenstvech (Ma et al, 2009, Jensen, 1998), Wu et al (2009) Gioria et al (2016), Ma et al (2011) provádějící průzkum na jiných typech stanovišť, pozorovali zvyšující se podobnost mezi semennou bankou a nadzemní vegetací s postupující sukcesí.

Podobnost mezi druhy půdní semenné banky a nadzemní vegetace je výsledkem složitého systému vazeb, z nichž mnohé nejsou dosud známy. Obecně tato podobnost není příliš vysoká. Důležitými faktory, které ji ovlivňují, jsou dle Gioria et al (2012, 2016) podmínky prostředí, disturbanční režim, neschopnost druhů nadzemní vegetace tvořit životaschopnou semennou banku nebo naopak jejich velmi nízká početnost v nadzemní vegetaci, narušení rovnováhy mezi generativním a vegetativním rozmnožováním a v neposlední řadě přítomnost invazních druhů.

Podobnost vegetace – indexy podobnosti mezi vzorky

Slouží k vyjádření podobnosti mezi jednotlivými vzorky (snímky), nikoli druhy. V případě, že vzorky (snímky) nesdílejí žádný společný druh, je index podobnosti roven 0, v případě, že sdílejí všechny druhy je roven 1.

Obecně se dělí na

- a) kvalitativní - pro data typu presence/absence
- b) kvantitativní – pro data typu počet, abundance apod.

Používané kvalitativní indexy

Jaccardův index podobnosti: $J = c/(a+b-c)$

Sørensenův index podobnosti : $S = 2c/(a+b)$

a – druhy vzorku a

b – druhy vzorku b

c – společné druhy

V případě Sørensenova indexu je společným druhům c přiřazena dvojnásobná váha.

Používané kvantitativní indexy

a) procentická podobnost

$$PS = [2 \sum \min(x_i, y_i)] / \sum(x_i + y_i)$$

x_i, y_i – početnost druhu ve vzorku x a y, nabývá hodnot 0 až 1.

b) Procentická nepodobnost – Bray Curtisův index

$$PD = 1 - PS$$

METODIKA ANALÝZY PŮDNÍ SEMENNÉ BANKY

Odběr půdní semenné banky

Odběry půdní semenné banky provedeme na monitorovaném odvalu Odra (Stachanov) v Ostravě - Přívoze (u Komenského sadů). Studenti vždy po skupinách 2 – 3 odeberou na zadaných (již dříve označených) plochách vzorek půdy následujícím způsobem:

Ruční vpichovou sondovací tyč s nášlapnou stupačkou zatlačíme do půdy, čímž určíme její hloubku. Otáčením vratidla nabere do vyfrézovaného žlábků zeminu, poté tyč vytáhneme, přičemž dbáme na to, aby odebraná zemina ze žlábků nevypadla. V případě značně skeletnaté a mělké půdy odebereme půdu pomocí zahradnické lopatky. Podle hloubky půdy odebereme vzorky přechodné půdní semenné banky (do cca 5 cm) a trvalé půdní semenné banky (nad cca 5 cm). Vzorky uložíme do plastových vaniček nebo igelitových tašek a řádně označíme. Celkově odebereme dle možností terénu cca 1 l půdy na jeden vzorek. Při každém odběru provedeme stručný popis odběrového místa.



Označené odběrového místa (víčka od zavařovacích lahví jsou hřebem přibita do půdy - lze využít detektor kovů při hledání)



Pomůcky k odběru PSB – půdní sonda, zahradnická lopatka, plastová vanička na přenos vzorku

Kultivační metoda půdní semenné banky

Přibližně polovinu hmotnosti každého odebraného vzorku homogenizujeme, zbavíme větších kamenů, zbytků rostlin, větví, živočichů apod. a v laboratoři rozprostřeme na vrstvu perlitu o tloušťce cca 3 cm v plastové vaničce a zalijeme. Vaničky řádně označíme a průběžně kontrolujeme a zaléváme.

Vyklíčené druhy, které je možné určit, během kultivace zaznamenáváme a poté odstraníme ze vzorku. Druhy, které zatím nelze určit ponecháme, případně přesadíme do samostatného, řádně označeného květináče, abychom odstranili konkurenci zbylým semenům.

Kultivaci ukončíme, když ustane vzcházení klíčících rostlin, nejpozději v prosinci daného roku.



Kultivace půdní semenné banky v laboratoři

Extrakční metoda půdní semenné banky

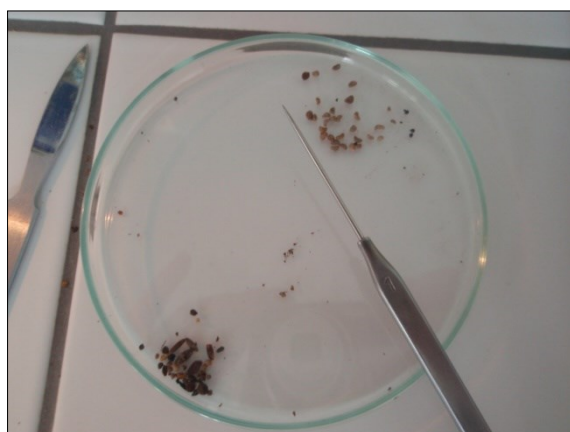
Zbylých cca 500 g půdy na každý vzorek prosejeme přes síto o velikosti 0,2 mm ručně pod tekoucí vodou, případně na síťovacím stroji s využitím mokrého síťování. Následně zeminu, ze které odstraníme větší nebiologický materiál, uložíme na filtrační papír a ponecháme v laboratoři k vysušení za pokojové teploty. Poté z jednotlivých vzorků pomocí pinzety vybíráme nerozpadlá a nepoškozená semena, která následně determinujeme pod binokulární lupou nebo běžnou lupou Levenhuk se zabudovaným světelným zdrojem (zvětšení 40x). Semena determinujeme podle doporučených tištěných a elektronických klíčů. Zároveň zaznamenáme i počet semen každého druhu.



Síta k separaci semen z půdy



Sušení prosítovaných vzorků



Pomůcky k separaci semen – Petriho miska, preparační jehla



Binokulární lupa k determinaci semen

METODIKA ANALÝZY NADZEMNÍ VEGETACE - FYTOCENOLOGICKÝ PRŮZKUM

Fytcenologické dílčích výzkumných plochách zaznamenáme podle pravidel curyšsko-montpelliérské školy (BRAUN-BLANQUET 1964). Provedeme snímkování podzimního aspektu vegetace, jarní a letní aspekt bude dodán vyučujícím.

Nejprve ve vybrané vegetaci vymezíme danou plochu, zpravidla čtverec nebo obdélník, jehož rozměry závisí na typu vegetace. Optimální plocha pro botanické snímkování travních porostů činí u většiny trvalých lučních i pastevních porostů 20 – 30 m² (minimální areál rozšíření druhů) a u krátkodobých a dočasných (setých) travních porostů většinou 5 – 10 m². Při dodržení správné velikosti snímkové plochy je vhodný počet opakování podle potřeby většinou 1 – 4 (6) snímků pro jeden porostový typ. Použití menší snímkové plochy (1 – 5 m²) umožňuje rovněž přesné zapsání a určení pokryvnosti jednotlivých druhů, avšak zpravidla nejsou zaznamenány všechny druhy v hodnoceném porostu (pokud se nepoužije větší počet opakování, čímž se však zvětšuje hodnocená plocha).

Ve snímku se dále rostliny podle výšky rozdělí do pater E0, E1, E2, E3 (viz tab.1) – v nejspodnějším jsou mechorosty a lišejníky, o něco výše byliny, případně semenáčky dřevin a nakonec keře a stromy s případnými liánami a epifyty. Nejčastěji se používá vegetační patra dle Zlatníka (Randuška et al, 1996)

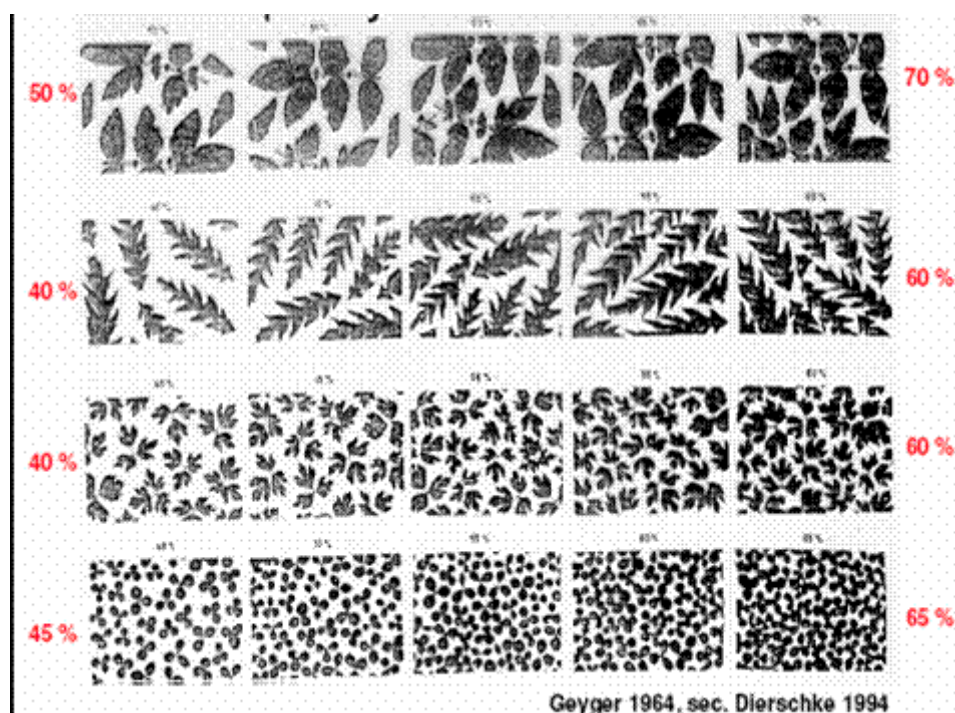
Tab. 1: Vegetační patra podle Zlatníka

patro	definice	zjednodušené pojetí
1 – t1	patro úrovně a nadúrovně	stromové patro E3
2 – t2	patro podúrovně – vyšší (od poloviny kmene úrovně)	
3 – t3	stromové patro podúrovně – nižší (do poloviny kmene úrovně)	
4 – s1	keřové patro horní (keře do poloviny kmene úrovně)	keřové patro E2
5 – s2	keřové patro dolní (dřeviny 0,2 – 1,3 m)	
6 – hl	patro bylin a trav	bylinné patro E1
7 – jl	patro juvenilních dřevin (semenáčky a dřeviny do 0,2 m)	
9 - ml	mechové patro	mechové patro E0

V každém z těchto pater se zaznamenají všechny druhy včetně odhadu plochy, kterou pokrývají dle Braun – Blanquetovy stupnice početnosti

- r – druh velmi vzácný, jen 1–3 drobné exempláře
- + – druh vzácný, jeho pokryvnost je nižší než 1 %
- 1 – druh drobný a početný, nebo velký a vzácný, s pokryvností 1–5 %
- 2 – druh drobný a velmi početný, nebo velký a roztroušený, s pokryvností 5–25 %
- 3 – druh hojný, s pokryvností 25–50 %
- 4 – druh silně dominující, s pokryvností 50–75 %
- 5 – druh pokrývající téměř celou plochu, s pokryvností 75–100 %

Někdy se stupeň 2, který je dosti hrubý, rozděluje ještě na 2 až 3 další stupně (2m, 2a, 2b).



Grafické znázornění pokryvnosti a početnosti vegetace – vhodné mít v terénním zápisníku

Do terénního zápisníku (hrubé fytoocenologické tabulky) zapíšeme také nadmořskou výšku, sklon, expozici a souřadnice dané plochy.

Podle zastoupení a početnosti druhů s využitím odborné literatury a příslušného programového vybavení (viz níže), zařadíme snímky do odpovídajícího syntaxonu:

<u>Syntaxon</u>	<u>koncovka</u>
Třída	- <i>etea</i>
Řád	- <i>etalia</i>
Svaz	- <i>ion</i>
Asociace	- <i>ecetum</i>

VYHODNOCENÍ DAT

Data z odběrů půdní semenné banky:

1. Determinované druhy získané kultivační a extrakční metodou zapíšeme do tabulek a u obou metod určíme:
 - a) Příslušnost k čeledi
 - b) Původ druhu (archoefyt, neofyt, invazní archeofyt nebo neofyt)
 - c) Ochrana či vzácnost dle zákona 117/1992 Sb. a dle Červeného seznamu – národní kategorie z roku 2017, Červeného seznamu IUCN 2017
 - d) Způsob rozmnožování (výhradně vegetativní, převážně vegetativní, převážně generativní, generativní i vegetativní, výhradně generativní))
 - e) Způsob šíření (dle Sádlo, 2018) (typ *Alium*, typ *Cornus*, typ *Bidens*, typ *Sparganium*, typ *Bidens*, typ *Zea*, typ *Lycopodium*, typ *Phragmites*, typ *Wolffia*)
 - f) Životní strategie (hydrofyt, chamaefyt, makrofanerofyt, nanofanerofyt, terofyt, hemikryptofyt, geofyt)
 - g) Urbanita (urbanofob, mírný urbanofob, urbanoneutrál, mírný urbanofil, urbanofil)
2. Určíme kvalitativní podobnost vzorků
3. Výsledky obou metod porovnáme graficky i slovně a vyhodnotíme.

Data z fytoocenologického průzkumu

Pro vyhodnocení dat z fytoocenologického průzkumu je potřebný následující software:

- TURBOVEG for Windows
- JUICE
- TWINSPAN

Programy jsou dostupné na počítačích v učebně, případně si je lze stáhnout do vlastního počítače (informace předá vyučující).

TURBOVEG je databáze, která zpracuje data z hrubé fytoocenologické tabulky do elektronické podoby, včetně hlavičky. K práci je vhodné stáhnout si manuál volně dostupný na : http://www.sci.muni.cz/botany/vegsci/dbase/manual_tv.pdf

Po převedení dat do předepsaného formátu je lze exportovat do programu JUICE, kde lze provádět základní analýzy a následné syntézy dat z TURBOVEGU. Rovněž doporučujeme stáhnout si dostupný manuál:

http://www.sci.muni.cz/botany/juice/JUICEman_all.pdf

TWINSPAN slouží ke klasifikaci vegetace a určení diagnostických druhů

Postup prací:

- a) zařazení fytoocenologických snímků k společenstvu na úroveň svazu.
- b) u druhů nalezených v nadzemní vegetaci rovněž určíme parametry použité při hodnocení půdní semenné banky, tj.:
 - Příslušnost k čeledi
 - Původ druhu
 - Ochrana či vzácnost dle zákona 117/1992 Sb. a dle Červeného seznamu – národní kategorie z roku 2017, Červeného seznamu IUCN 2017
 - Způsob rozmnožování
 - Způsob šíření
 - Životní strategie
 - Urbanita
- c) Určíme kvalitativní podobnost snímků
- d) Data slovně a graficky vyhodnotíme

Komplexní analýza dat

Výsledky analýzy půdní semenné banky a fytoecologické analýzy shrneme, porovnáme zjištěné a vypočítané parametry kvantitativně i kvalitativně.

Použitá a doporučená studijní literatura

Abella, S. R., Lindsay P. Chiquoine A Cheryl H. Vanier. Characterizing soil seed banks and relationships to plant communities. *Plant Ecology*[online]. 2013, vol. 214, issue 5, p. 703-715 [cit. 2014-11-25]. DOI: 10.1007/s11258-013-0200-3. Retrieved from www.scopus.com

Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R.(1997): *Ekologie – jedinci, populace a společenstva*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 628 s.

Bernhardt K. G. The seed bank in soil and its use for species conservation and restoration management (revegetation). *Zeitschrift fuer Kulturtechnik und Landentwicklung*, 1995:36: 274-282

Bernhardt, K.G.; M. Koch, E. Ulbel & J. Webhofer. The soil seed bank as a resource for in situ and ex situ conservation of extinct species. 2004. *Script. Bot. Belg.* 29

Braun – Blanquet, J. *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. neubearb. und wesentlich vermehrte Aufl. Wien: Springer-Verlag, 1964.

Bossuyt, B., Hermy, M.. 2001. Influence of land use history on seed banks in European temperate forest ecosystems : a review. *Ecography* 24:225–238.

Bossuyt, B.; Butaye, J.; Honnay, O.: Seed bank composition of open and overgrown calcareous grassland soils -a case study from Southern Belgium. *Journal of Environmental Management* [online].2006,vol. 79, issue 4, p. 364 –071 [cit. 2017-05-15].DOI: 10.1016/j.jenvman.2005.08.005. Retrieved from www.scopus.com

Bossuyt, B., Honnay, O. Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetation Science* Volume 19, Issue 6, December 2008, Pages 875-884.

Brown R. & Fridley J. (2003): Control of plant species diversity and community invasibility by species immigration: seed richness versus seed density. *Oikos* 102: 15–24.

Digital Seed Atlas of the Netherlands [online]. [cit.2017-02-24]. Dostupné z:
<http://www.plantatlas.eu>

Fenner, M., Thompson, K. The ecology of seeds. New York, USA. Cambridge University Press, 2005. ISBN 05-216-5311-8

Gioria, M., Pyšek, P. The Legacy of Plant Invasions: Changes in the Soil Seed Bank of Invaded Plant Communities. *BioScience*, Volume 66, Issue 1, 1 January 2016, Pages 40–53, <https://doi.org/10.1093/biosci/biv165>

Gioria, M., Pyšek, P., Moravcová, L. Soil seed banks in plant invasions: Promoting species invasiveness and long-term impact on plant community dynamics. *Preslia* 84:327-350 · July 2012. [cit. 2018 – 01 - 17]. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/259973112_Soil_seed_banks_in_plant_invasions_Promoting_species_invasiveness_and_long-term_impact_on_plant_community_dynamics

González – Alday, J., Marrs, R., H., Martínez – Ruiz, C. 2009. Soil seed bank formation during early revegetation after hydroseeding in reclaimed coal wastes. *Ecological Engineering* 35. p 1062–1069. [cit. 2017 – 01 - 17]. Dostupné z:
<http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Gonzalez-Alday%20et%20al%202009%20%28soil%20seed-bank%20formation%29.pdf>

Handlová V. & Müzbergová Z.: Seed banks of managed and degraded grasslands in the Krkonoše mountains, Czech Republic. 2006. *Folia Geobotanica* , 15: 239-248

Havrlant, J. Karvinsko mění image devastované hornické krajiny. Těšínsko: vlastivědný časopis okresů Frýdek – Místek a Karviná. Český Těšín: Muzeum Těšínska, 2013, 56 (2), 24 – 30. ISSN 0139-7605

Havrlant, M. Antropogenní formy reliéfu a životní prostředí v Ostravské průmyslové oblasti. Spisy PFO 41, 1979: Ostrava.

Havrlant, M., 1968: Biogeografie černouhelných hald v OKR. Kandidátská disertační práce, Depon in Pedagogická fakulta Ostravské univerzity.

Hulme, P.E.: Post -dispersal seed predation: Consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* [online]. 1998, vol. 1, issue 1, p. 32 - 46 [cit. 2018 – 01 - 17]. DOI 10.1078/1433 – 8319 - 00050. Retrieved from: www.scopus.com

Prach, K., Řehounková, K., Lencová, K., Jírová, A., Konvalinková, P., Mudrák, O., Student, V., Vaněček, Z., Tichý, L., Petřík, P., Šmilauer, P., Pyšek, P. Vegetation succession in restoration of disturbed sites in Central Europe: the direction of succession and species richness across 19 seres. *Applied Vegetation Science* 2014. 17:193-200

Karlík, P., Poschold, P. 2014a. Půdní semenná banka a nadzemní vegetace suchého trávníku „V náklí“ u Srbska v Českém krasu. *Bohemia centralis*, 32. 277-296

Karlík, P., Poschold P. 2014b. Soil seed-bank composition reveals the land-use history of calcareous grasslands. *Acta Oecologica* 58:22–34 · July 2014. Dostupné z h

https://www.researchgate.net/publication/262490363_Soil_seed-bank_composition_reveals_the_land-use_history_of_calcareous_grasslands

Kostruch, J.,: Historie asanačně-rekultivačních prací v Ostravsko-karvinském revíru (OKR). Pohledy 5. 1998.p 27-30.

Koutecký, T. Hodnocení lesnických rekultivací a spontánní sukcese na antropogenním reliéfu v okolí Ostravy. Disertační práce. Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně. 2011. 121 pp

Kropáč, Z., Lhotská, M. Kapesní atlas semen, plodů a klíčnicích rostlin. SPN 1985. 545 pp.

Kubát, K.. Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0836-5.

Kůrová, J. Ke studiu půdní semenné banky .Živa 2, 2014. 66 -67 pp

Lavorel, S., Lebreton, J.D., Debussche, M. & Lepart, J., 1991. Nested spatial patterns in the vegetation and the seed bank of Mediterranean old fields. J. Veget. Sci. 2: 567-376

MA, M.; DU, G; ZHOU, X. Role of the soil seed bank during succession in a subalpine meadow on the tibetan plateau. Arctic, Antarctic, and Alpine Research [online]. 2009, vol.41, issue 4, p 469-477 [cit. 2016-02-22]. Retrieved from: www.scopus.com

MA, M.; ZHOU, X.; DU, G.: Soil seed bank dynamics in alpine wetland succession on the Tibetan Plateau. Plant and Soil [online]. 2011, vol. 346, issue 1, p. 19 -28 [cit. 2016-02-22]. Retrieved from: www.scopus.com

Majkus, Z. Ekologicko - faunistická charakteristika arachnocenóz vybraných ostravských hald. Spisy PFO sv. 63, SPN Praha, 1988. 3–190 pp.

Margherita Gioria, Petr Pyšek; The Legacy of Plant Invasions: Changes in the Soil Seed Bank of Invaded Plant Communities, *BioScience*, Volume 66, Issue 1, 1 January 2016, Pages 40–53, <https://doi.org/10.1093/biosci/biv165>

Martinec, P., Schejbalová, B., Hortvík, K., Maníček, J. The effects of coal mining on the landscapes of the Ostrava region. Moravian Geographical reports, 2005. 12 (2), 13-26. ISSN 1210-8812

Moravcová L., Pyšek P., Jarošík V., Havlíčková V. & Zákravský P. (2010): Reproductive characteristics of neophytes in the Czech Republic: traits of invasive and non-invasive species. *Preslia* 82: 365–390

Odum, E. P. (1969): The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270

Prach K., Pyšek P., Sádlo J. (1999): Výzkum sukcesních pochodů vopuštěných těžebních hornin, zejména vápenců a čedičů, ve zvláště chráněných územích a na opuštěných zemědělsky využívaných plochách. Ms. (Závěrečná zpráva projektu VaV/610/4/97)

.Prach K., Hobbs R.J. 2008: Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology* 16 (3): 363-366.

Prach K., Lepš J. & Rauch O.: Dlouhodobé sukcesní změny vegetace na opuštěných polích v Českém krasu z hlediska ochrany přírody. *Příroda*, 1996. Issue 5: 59-68

Prach, K. & Pyšek, P. 2001: Using spontaneous succession for restoration of human disturbed human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological Engineering* 17: 55 – 62

Prach, K., Lencová, K., Řehouňková, K. et al.: Spontaneous vegetation succession at different central European mining sites: a comparison across seres. [Environmental Science and Pollution Research](https://doi.org/10.1007/s11356-013-1563-7). (2013) 20: 7680. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1563-7>

Randuška, Dušan; Vorel, J; Plíva, K. *Fytocenológia a lesnická typológia*. Bratislava: Príroda, 1986. 339 s.

Rothmaler, W. *Exkursionsflora von Deutschland*. Spectrum 2011. 766 pp. ISBN 978-3-8274-1606-3.

Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.) 2010: *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice. ISBN 978-80-87267-09-7

sites: a comparison across seres. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(11), 7680 - 7685

Sádlo, J., Chytrý, M., Pergl, J., Pyšek, J. Plant dispersal strategies: a new classification based on the multipledispersal modes of individual species. *Preslia* 90: 1–22, 2018

SER (Society for Ecological Restoration), 2002. *The SER Primer on Ecological Restoration*. [online]. [cit. 2016-06-20], dostupné z: www.ser.org.

Slavíková, J. (1986). *Ekologie rostlin*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Stalmach, J, Stalmachová, B. *Sanace odvalu Urx v Ostravě -Petřkovicích: Biologické hodnocení vlivu záměru na biocenózu*. Ostrava, 1997, 27 s.

Stalmachová, B., Pierzchala, L. *Sanace a rekultivace zvodnělých poklesových kotlin a sedimentačních nádrží v hornické krajině Horního Slezska*. Central Europe project 1CE014P4 „Manager Coordinating Brownfield Redevelopment Activities“ (COBRAMAN). 2001
Dotupné z. http://www.cobraman-ce.eu/POrtals/0/CM%20meida/Ostrava_Straznice_2011.pdf

Stalmachová, B.: *Řízená sukcese – principy obnovy hornic-ké krajiny*. Sborník konference Strategie obnovy hor-nické krajiny. Ostrava, 25. a 26. 9. 2003.

Symonides, E. 1986. Seed bank in old-field successional ecosystems. *Ekol. Pol.* 34: 3-29.

Štýs, S., 1981: *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. SNTL

ter Heerdt, G.,N.,J., Bekker, R.,M., Bakker, J.P., Verweij, G.L .1996, 'An improved method for seed-bank analysis: Seedling emergence after removing the soil by sieving' *Functional Ecology*, vol 10, no. 1, pp. 144-151.

Thompson, K. a J. P. Grime.. Seasonal Variation in the Seed Banks of Herbaceous Species in Ten ontrasting Habitats. 1979,67(3), 893-921. DOI: 10.2307/2259220. ISBN 10.2307/2259220.Dostupné také z: <http://www.jstor.org/stable/2259220?origin=cross>

Thompson ,K., Bakker, J.P., Bekker, R.M. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 276 p.

Thompson, K. in Fenner M. Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CABI, 2000. pp 215-236.

Walker, L. R., Moral, R. (2003): Primary succession and ecosystem rehabilitation. London: Cambridge University press. ISBN: 9780521529549

WU, X.; LI, H.; QU, C.: Characteristics of the soil seed bank with different recovery easures on opencast mine dump. Liaoning Gongcheng Jishu Daxue Yuebao [online]. 2009, vol. 28, issue 5, p. 820-822 [cit. 2016-02-22]. Retrieved from: www.scopus.cz