

SOKOLOVSKÉ VÝSYPKY: OD MĚSÍČNÍ KRAJINY PO LES

UCHYCOVÁNÍ PIONÝRSKÝCH DRUHŮ DŘEVIN A JEJICH VÝZNAM

ERIKA REITSCHMIEDOVÁ, JAN FROUZ

Mgr. ERIKA REITSCHMIEDOVÁ

Absolvovala magisterské studium
na Ústavu životního prostředí.Diplomová práce se zabývala
spontánním uchycováním dřevité
vegetace na Sokolovských výsypkách.

Prof. Ing. JAN FROUZ, CSc.

Působí na Ústavu půdní biologie AVČR,
ředitel Centra pro otázky životního
prostředí. Zabývá se ekologií
bezobratlých v disturbovaných územích
a úlohou bezobratlých v ekosystémech.
Od roku 2008–2015 ředitel Ústavu pro
životní prostředí PřF UK.

JAK SE RODÍ SOKOLOVSKÁ VÝSYPKA

Hnědé uhlí je hlavní energetická surovina České republiky, jeho těžbou je ovlivněno přibližně 270 km² našeho území. Sokolovsko se spolu s Mosteckem řadí mezi nejvýznamnější hnědouhelné lokality ČR. Do první poloviny 20. století převládala těžba hlubinná, nyní se těží už jen povrchově. Při povrchové těžbě se odstraňují všechny vrstvy nadloží nad těženým nerostem, takže ložisko nerostu může být následně vytěženo celé. To je sice ekonomičtější, ale zároveň tento typ těžby zasahuje a významně přetváří celou krajinu. Dochází k destrukci všech sfér prostředí, což následně významně ovlivňuje i sféru sociální. Nadložní vrstvy materiálu, tzv. skrývka, se ukládají ideálně pomocí bočních zakladačů do vytěžené jámy nebo mimo ni, vznikají tak vnitřní a vnější výsypky. Boční zakladače sypou materiál do rovnoběžných, metrových vln vzdálených od sebe 4–8 m. Na Sokolovsku jsou nejhojnější skrývkovou zeminou cyprisové třetihorní jíly, které dosahují mocnosti až 200 m. Takto vzniklé výsypky s množstvím všemožných elevací

a depresí značně připomínají měsíční krajinu. Co dál s touto zdánlivě nehostinnou krajinou?

REKULTIVOVAT ČI NECHAT NAPOSPAS PŘÍRODĚ?

V České republice má těžební společnost povinnost rekultivace postižených území, která vyplývá ze zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu a z horního zákona č. 44/1988 Sb. Musí se opravdu vždy přistupovat k finančně nákladným rekultivacím? Nezvádla by to příroda sama? To je otázka poněkud složitější a v poslední době často pokládána. Do jaké míry se můžeme spolehnout na sukcesní pochody a jak je při obnově využít? Spontánní sukcese na Sokolovsku směřuje povětšinou ke konečnému lesnímu společenstvu a na mnoha místech by mohla velmi zdárně zastoupit předražené lesnické rekultivace. Již po dvaceti letech je výsypka schopna zarůst z 30–70 % stromy. Nový les odpovídající původní vegetaci se obnoví přibližně po 70 letech. Navíc druhy šířící se spontánně jsou mnohem lépe adaptovány na místní podmínky, než



Skrývkový materiál nasypaný bočními zakladači do vln. Foto Jan Frouz



Sukcesní plocha na Velké podkrušnohorské výsypce. Foto Erika Reitschmiedová

druhy uměle vysazované. Je třeba dodat, že v některých případech je ponechání sukcesním pochodům nereálné, například na silně narušených místech či na lokalitách s toxickým substrátem, kde by přirozená obnova trvala stovky let. Ale jak již bylo řečeno, na Sokolovsku jsou nejhojnějším výsypkovým substrátem cyprisové jíly. Tyto mírně alkalické jíly mohou být díky svému mineralogickému složení a obsahu organických látek použity přímo pro přirozenou obnovu nebo pro lesnickou či zemědělskou rekultivaci.

„Druhy šířící se spontánně jsou mnohem lépe adaptovány na místní podmínky, než druhy uměle vysazované.“

Ponechání lokality spontánnímu zarůstání má bezpočet výhod. Za prvé je třeba si uvědomit, jak vypadá okolní krajina. Kvůli intenzivnímu zemědělství je z naprosté části značně eutrofizovaná. Výsypka je tedy oligotrofním ostrovem v této hojně využívané krajině, což je obrovská příležitost pro druhy, které jsou méně konkurenčně schopné, pro ruderalní druhy a pro druhy preferující oligotrofní lokalitu. I když se výsypky mohou zdát jako extrémně nehostinné prostředí, tak není v podstatě žádný rozdíl v jejich diverzitě a diverzitě předpolí, naopak často hostí řadu vzácných či ohrožených druhů, které by byly v okolní krajině konkurenčně vytlačeny, což dokazují i dosavadní průzkumy. Navíc plochy ponechané sukcesi jsou pro přírodu hodnotnější a jsou druhově mnohem bohatší než rekultivace. Existuje řada

studií porovnávajících druhovou bohatost rekultivovaných a nerektivovaných ploch, které často vynívají ve prospěch sukcese. Naproti tomu porovnání produkce na sukcesních a rekultivovaných plochách jsou vzácná. Příkladem takové komplexní studie zahrnující i produkční parametry ekosystémů je studium sukcesních a rekultivovaných ploch na výsypkách.

Jedním z argumentů stojících proti přirozené obnově je ten, že trvá dlouho. Dosavadní výzkumy ukazují, že oproti sukcesi dochází na Sokolovsku k výraznému urychlení formování půdy a vegetace během prvních 15 až 20 let vývoje výsypky. U starších ploch se rozdíly stírají. Jistě, 15–20 let je z pohledu člověka dlouhá doba, a tak bezpochyby má takové urychlení vegetačního krytu na některých lokalitách, například v blízkosti sídel, svoji cenu. Naproti tomu na jiných místech by použití sukcesních procesů bylo, jak z pohledu ekonomiky, tak z pohledu životního prostředí, výhodnou variantou. Pokud navíc vezmeme v úvahu fakt, že rekultivace jsou na výsypkách často zahajovány až po sesednutí a dostatečné stabilizaci materiálu, když je možné zbudovat komunikace, kterými se plocha zpřístupní pro techniku, což obvykle trvá 5–8 let, pak výsledek dosažený přirozenou obnovou a rekultivací je, co se časového horizontu týče, porovnatelný. Často dochází k tomu, že v době stabilizace substrátu se na lokalitě začne utvářet vegetační pokryv. Uchycené a většinou již rozšířené druhy jsou zlikvidovány následným technickým zarovnáváním a upravováním terénu. Dalším argumentem proti je značná nepředvídatelnost sukcesních pochodů. To ale není tak úplně pravda. Díky dlouholetému

průzkumu, který probíhá na sukcesních plochách, se mnoho těchto pochodů již dá předvídat. Jak to tedy vypadá, když se území nezrekultivuje a nechá se napospas přírodě?

SUKCESE NA SOKOLOVSKÉ VÝSYPCE

Sukcesi na Sokolovsku, které je vlhčí a chladnější než například Mostecko, můžeme rozdělit do dvou fází, ruderalní a post-ruderalní. Během první, ruderalní fáze se většinou hned šíří vytrvalé druhy bylin, jako je podběl lékařský (*Tussilago farfara*), lipnice smáčkutá (*Poa compressa*), vrbovka úzkolistá (*Chamaenerion angustifolium*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a velice dobře se šíří i hlavní pionýrské druhy dřevin, vrba jíva (*Salix caprea*), bříza bělokorá (*Betula pendula*) a topol osika (*Populus tremula*). Kolem 15.–25. roku se utváří souvisle zarostlá plocha. V této ruderalní fázi se v depresích vln začíná akumulovat opad, který je za pomoci fyzikálně-chemických a mikrobiálních procesů rozkládán a za přispění půdní mezofauny se začne tvořit tenká fermentační vrstvička. Pro tvorbu humusu je zásadní přítomnost žížal, které se objevují přibližně po 24 letech po nasypání substrátu a následná bioturbace, tedy promíchávání opadu se substrátem. Právě tvorba humusu je rozhodujícím faktorem pro přechod z fáze ruderalní do post-ruderalní.



Jedna ze starších sukcesních ploch na Sokolovské výsypce. Foto Erika Reitschmiedová



Terénní výzkum na sukcesní ploše. Foto Jan Frouz

Během post-ruderální fáze dochází k zásadním změnám ve složení bylinného společenstva, některé ruderální druhy jsou nahrazovány druhy lesními a lučními. Dřeviny nadále přetrvávají. V jejich podrostu se uchycuje smrk (*Picea sp.*), borovice (*Pinus sp.*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), dub letní (*Quercus robur*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*).

Pionýrské druhy dřevin tedy fungují jako jakýsi přípravný les pro následující druhy klimaxové. Dub letní i buk lesní se uchycují mnohem lépe a úspěšněji v těchto přirozených sukcesních porostech než v porostech rekultivovaných. Zároveň jsou tyto pionýrské druhy jedním z nejdůležitějších zdrojů opadu v iniciálních fázích sukcese. Pro úspěšnou přirozenou obnovu nerektivovaných ploch se zdá být právě přítomnost pionýrských druhů dřevin zásadní. Jak tedy vybrat lokality, na které se budou tyto druhy úspěšně šířit? Jaké podmínky prostředí budou preferovat?

MECHANIZMY ŠÍŘENÍ JAKO ROZHODUJÍCÍ FAKTOR

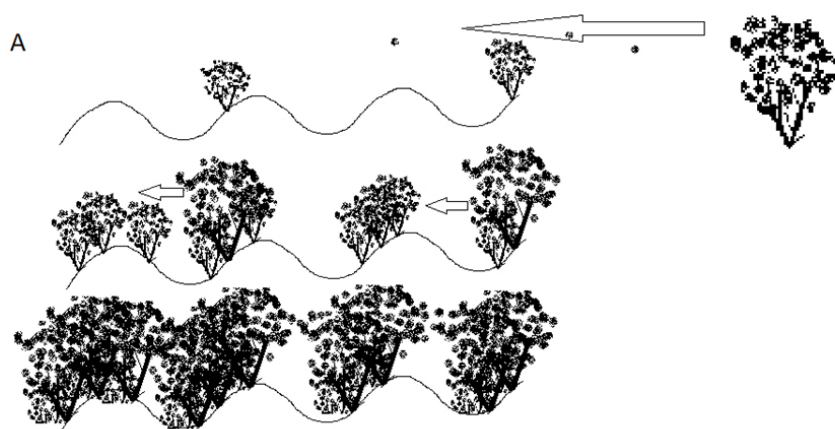
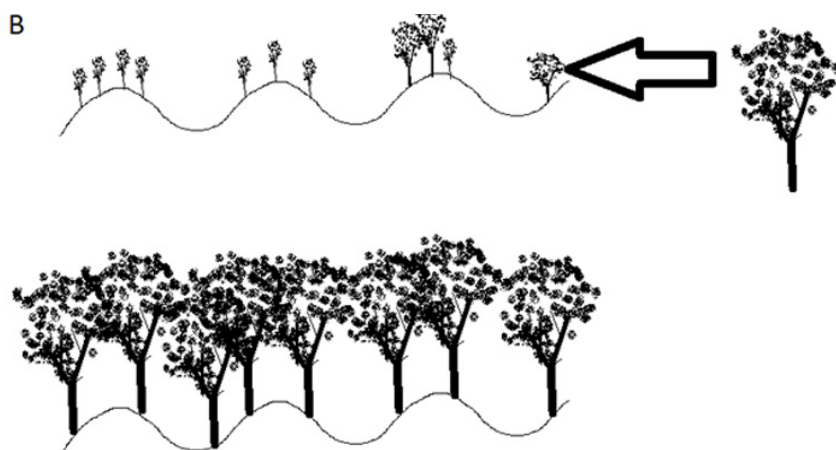
Abychom mohli zdárně určit, jaké plochy budou úspěšně kolonizovány pionýrskými druhy dřevin, musíme znát jejich mechanismy šíření a uchycování. Obecně jsou rané sukcesní druhy dřevin náročné na světlo a jejich semena potřebují pro vyklíčení vlhké prostředí. Pro jejich uchycení je tedy zásadní přítomnost různých dutin, rýh, vlnek, prohlubní a depresí, ve kterých se mnohem lépe udržuje vlhkost. Všechny tři hlavní pionýrské druhy dřevin (vrba jíva, bříza bělokorá a topol osika) vytváří velký počet malých, větrem přenosných semen. Produkce semen se během jednotlivých let

liší, což souvisí hlavně s klimatickými podmínkami v konkrétním roce. Příznivé roky, kdy stromy vyprodukují obrovské množství semen, se nazývají roky semenné, stromy jsou schopny v těchto letech vyprodukovat až o 60 % více semen než v letech méně

příznivých. Avšak vzdálenost doletu semen může být různá.

Rozlišujeme dva krajní typy kolonizace otevřených stanovišť a následného šíření v rámci lokality.

První typ je šíření tzv. skautů, kdy je nová lokalita kolonizována jedním nebo jen několika jedinci, skauty, kteří vytvoří rodičovskou základnu pro následné šíření (obr. A). Pro druhy preferující tento typ šíření nejsou hlavním faktorem klimatické podmínky, ale přítomnost jedinců v okolí výsypky, což se projevuje na jejich věkovém složení, které je více méně kontinuální. Tento typ šíření preferuje vrba jíva, u které bylo zjištěno, že uchycování jedinců na výsypce není ovlivněno klimatickými faktory, ale přítomností různě starých jedinců na lokalitě, tedy přítomností skautů, ze kterých se dále vrba rozšířila po celé lokalitě. Tento trend byl zkoumán na několika lokalitách na Velké podkrušnohorské výsypce, kde byla provedena věková analýza a byl testován vliv klimatických faktorů, průměrných


Krajní typy šíření dřevin. A) typ šíření tzv. skauty (*salix caprea*)

Krajní typy šíření dřevin. B) typ šíření pomocí dálkové migrace (*betula pendula*)



Navrtaný strom Presslerovým nebozezem, vývrt slouží k odečtení letokruhů a určení stáří stromu. Foto Erika Reitschmiedová

měsíčních a ročních srážek a teplot a přítomnost různě starých stromů v okolí na uchycení vrb.

Druhým typem šíření je tzv. dálková migrace (obr. B), která je úzce spojena právě s klimaticky příznivými podmínkami v konkrétním roce. V takovém roce stromy vytvoří obrovské množství semen, které se šíří na větší vzdálenost, přičemž ve věkovém složení se to projeví tak, že na lokalitě existují jednotlivé věkové kohorty, které souvisí právě s příznivými semennými roky.

Zdá se, že tento způsob šíření preferuje bříza bělokorá, u které byl tento trend zkoumán stejně jako u vrby jívy. U topolu osika se domníváme, že se šíří nejprve semena a po zdařilém uchycení se rozmnožuje nepohlavně, pomocí klonů, jeho semena mají extrémně nízkou životnost.

Můžeme předpokládat, že rozdíly v mechanismech šíření, tedy jestli je druh schopný šíření na velké vzdálenosti či preferuje šíření do okolí od původních jedinců, se projeví v druhovém zastoupení na sukcesních plochách různě vzdálených od okraje výsypky anebo již zarostlých lokalit, ze kterých se semena mohou šířit. Tyto rozdíly znatelně pozorujeme na Velké podkrušnohorské výsypce, kde se vzdáleností od okraje ubývá vrb, zatímco bříza přibývá, početnost topolu

osika je v podstatě konstantní, což může být způsobeno právě velice rozšířeným klonálním růstem. Přítomnost stromů jednotlivých keřů (skautů) v bezprostředním okolí dotčené lokality na výsypce (optimálně ve vzdálenosti desítek metrů) je tedy zásadní pro šíření vrb, ovšem i pro šíření břízy je nutná přítomnost jedinců v okolí, i když ne tak bezprostředním, a patrně je významnější i samo okolí výsypky. Při výběru lokalit, které budou schopny úspěšně a rychle zarůst těmito pionýrskými druhy, tedy musíme brát v potaz vzdálenost těchto lokalit od již zarostlých ploch. Jaké jsou další faktory, které mohou ovlivnit kolonizace pionýrských druhů dřevin?

HETEROGENITA PROSTŘEDÍ JAKO KLÍČOVÝ FAKTOR UCHYCENÍ DŘEVIN

Výsypky jsou tedy sypány do vln, což vytváří značně heterogenní terén, který preferují dřeviny. Některé plochy jsou následně zarovnané těžkou technikou, což se dělá hlavně kvůli následným rekultivacím. Srovnáním dochází ke značnému utužení půdy a snížení heterogenity povrchu. Což podporuje růst travin, na Sokolovské výsypce především uchycení nežádoucí

ticí o živiny a vodu, ale také zastíněním kvůli vysokému vzrůstu. Pro dřeviny je také velice důležitá makroporozita substrátu, protože budují rozsáhlejší kořenovou soustavu, která jim umožňuje čerpat živiny a vodu z větší plochy. Ve slehlých, utužených půdách je makroporozita velice nízká a je tedy mnohem náročnější takovou soustavu vybudovat.

Na Velké podkrušnohorské výsypce jsme vliv heterogenity prostředí zkoumali na několika testovacích plochách na lokalitě, kde se vedle sebe nachází v těsné blízkosti povrch zvlněný a následně zarovnaný

„Pro úspěšnou přirozenou obnovu nerektifikovaných ploch se zdá být přítomnost pionýrských druhů dřevin zásadní.“

a povrch zarovnaný. Výsledky jen potvrdily to, co je v podstatě vidět na první pohled. Zvlněný povrch je zarostlý zástupci všech tří dominantních druhů dřevin všech velikostí, od semenáčků až po stromy vyšší než 2,5 m s bylinným podrostem, zatímco na zarovnaném povrchu v hustém porostu



Velká podkrušnohorská výsypka, vpravo zarovnaná část s převažujícími travinami. Foto Jan Frouz

třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Třtina je nesmírně konkurenčně schopná travina, která se dokáže během krátké doby rozrůst po celé lokalitě a pozastavit sukcesi na velmi dlouhou dobu. Uchycení a růst semenáčků dřevin inhibuje nejen kompe-

třtiny roste jen pár jedinců dřevin, kteří nedosahují výšky 1 m. Na zvlněném, heterogennějším substrátu se tedy stromy uchycují mnohem rychleji, což dokládá přítomnost vyšších, tedy starších jedinců. Ukazuje se tedy, že zachování zvlněného povrchu je

klíčové pro uchycení pionýrských dřevin alespoň na Sokolovsku.

Pro pionýrské druhy dřevin jsou velice důležitá polopřírodní a přírodní stanoviště, ze kterých se mohou šířit na výsypky. Zároveň ale jsou výsypky jako pionýrská stádia sukcese potenciálně náchylná k invazi nepůvodních druhů, a proto je důležitá také likvidace invazních druhů z okolí výsypky. S tímto by se mělo počítat již při plánování těžby a tvorbě výsypek, stejně

tak i se způsobem sypaní či následným urovnáváním substrátu.

Tyto poznatky pomohou nejen k lepší predikovatelnosti mechanismů šíření druhů na výsypky, ale jsou i velice cenné pro třetí typ obnovy, tzv. řízenou sukcesí, která je jakýmsi kompromisem mezi rekultivací a spontánní sukcesí. Řízenou sukcesí rozumíme jakési směřování sukcesních pochodů k námi požadovanému cíli. Můžeme vysévat druhy do sukcesních porostů, naopak eliminovat

některé nežádoucí druhy, uměle vytvářet světliny kosením či pastvou a vyřezáváním keřů a stromů atd. Tím se vytvoří mnohem heterogenější prostředí, než by tomu bylo u rekultivace či spontánní sukcese, kdy oba dva přístupy vedou k lesnímu či lesu blízkému společenstvu, které má nižší diverzitu, než takto vytvořená mozaika otevřené krajiny, lesa a různých mezistupňů.

Podpořeno projektem TAČR TB030MZP214

POUŽITÁ LITERATURA:

- **Dvorščík, P., 2012.** Uchycování a růst semenáčků v různých sukcesních stádiích spontánní sukcese na výsypkách po těžbě uhlí. *Nepublikováno, ČZÚ, FŽP, Praha, 45pp.*
- **Frouz, J., Prach, K., Pižl, V., Háněl, L., Starý, J., Tajovský, K., Materna, J., Balík, V., Kalčík, J., Řehounková, K., 2008.** Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European Journal of Soil Biology* 44, 109–121. Frouz 2006
- **Frouz, J., Kalčík, J., Velichová, V., 2011.** Factors causing spatial heterogeneity in soil properties, plant cover, and soil fauna in a non-reclaimed post-mining site. *Ecological Engineering* 37, 1910–1913.
- **Frouz, J., Vobořilová, V., Janoušová, I., Kadochová, Š., Matějíček, L., 2015.** Spontaneous establishment of late successional tree species English oak (*Quercus robur*) and European beech (*Fagus sylvatica*) at reclaimed alder plantation and unreclaimed post mining sites. *Ecological Engineering* 77, 1–8.
- **Prach, K., 2014.** Vegetation development in Central European coal mining sites. In: Frouz, J. (ed.). *Soil Biota and Ecosystem Development in Post Mining Sites*. CRC Press, 39 – 51.
- **Reitschmiedová, E., 2015.** Uchycování spontánní dřevité vegetace na Sokolovských výsypkách. *Nepublikováno, PŘF, UK, Praha, 63pp.*
- **Řehounek, J., Řehounková, K., Prach, K. (eds.), 2010.** Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice, 171pp.