Karel Prach

Ekologie obnovy narušených míst I. Obecné principy

Ekologie obnovy (restoration ecology) v sobě spojuje ekologickou teorii a praktické aplikace směřující k obnově člověkem narušených, nebo i zcela zničených ekosystémů. V šestidílném seriálu se pokusíme tento obor čtenářům představit. Po obecné úvodní části se budeme postupně věnovat stanovištím narušeným těžbou, deponiím průmyslových substrátů, jako jsou např. odkaliště elektrárenských popílků, obnově ekosystémů na zemědělské půdě a vybraným lesním ekosystémům. Závěrečná část nastíní výhledové uplatnění oboru v České republice.

Ekologie obnovy jako mladý obor

Člověk svou činností poškodil nebo zničil rozsáhlá území i jednotlivé ekosystémy od tropů až po polární oblasti (obr. 1). Např. roční úbytek tropických deštných lesů kácením před nedávnem dosahoval až 140 tisíc km^2, čili téměř dvojnásobku rozlohy celé České republiky. V posledních letech činí stále alarmujících asi 120 tisíc km^2. Celková rozloha tropických deštných lesů poklesla už asi o 61 %. V některých zemích byly tyto lesy zničeny téměř úplně: Filipíny 94 %, Bangladéš 92 %, Ghana 91 %. Tropické deštné lesy zaujímaly cca 7 % povrchu, ale hostí přes 50 % všech druhů na Zemi. Odvodněny a přeměněny na zemědělskou půdu byly rozsáhlé plochy mokřadů. Leckde to bylo (a stále je) nutné pro uživení rostoucí lidské populace, leckde však ne, nebo alespoň ne v takové míře. Uvádí se, že rozloha mokřadů v USA poklesla více než o polovinu, v některých státech unie i o mnohem více (Kalifornie 91 %). V Evropě (bez Skandinávie) bylo zničeno 62 % rozlohy rašelinišť. Ve Spojeném království zaniklo 80 % nížinných vřesovišť. Asi 1 % souše narušila těžba nerostných surovin. Tyto změny mají dalekosáhlé následky ve fungování ekosystémů i celých krajin: zvýšení eroze, snížení dostupnosti vody, nebo naopak její přebytek (zvýšené riziko záplav), degradace půd, negativní vlivy na klima aj. Nejde přitom jen o plošné ztráty. Negativním jevem je bezesporu fragmentace biotopů a její důsledky např. pro metapopulační dynamiku zúčastněných druhů, vedoucí třeba až k jejich vymizení. (Metapopulace je soubor dílčích populací nějakého druhu v krajině, mezi nimiž probíhá výměna genetické informace pomocí pylu, semen nebo u živočichů přímo jedinců, dílčí populace tedy spolu nějakým způsobem komunikují.) Fragmentované biotopy jsou často také náchylnější k invazím cizích organismů (viz též článek M. Chytrého a P. Pyška na str. 11), eutrofizaci apod.

Zhruba od 80. let 20. stol. se ve vyspělých zemích začaly objevovat snahy nejen tuto degradaci ekosystémů zastavit, ale pokud možno i přistoupit k jejich postupné obnově, ideálně do původního stavu, nebo alespoň do stavu přírodě blízkého. Začal se formovat obor restoration ecology, který se česky nazývá ekologie obnovy, i když překlad restaurační ekologie by měl také svůj půvab. Obor formuluje teoretické podklady pro praktickou ekologickou obnovu (ecological restoration) a je tedy součástí ekologie jakožto vědecké disciplíny, z níž vychází. Svými kořeny sahá do 30.–40. let 20. stol., kdy v kampusu wisconsinské univerzity v USA byl učiněn pokus (dosud běžící) o obnovu prérie v reakci na prašné bouře, které byly důsledkem velkoplošného rozorání prérií. Protagonisty oboru se později staly některé další univerzity hlavně ve Spojených státech amerických, Velké Británii (Liverpool) a v Holandsku (Groningen). V poslední době se oboru hodně věnují i v Německu, ve Španělsku, v Belgii,

1

1 Okolí závodu na zpracování rud ve městě Nikel v Murmaňské oblasti Ruska. Původně zde rostla subarktická křovinná formace s břízou *Betula tortuosa*. V současné době v okruhu 2 km neroste nic a obnova je reálně nemožná kvůli vysoké kontaminaci půdy.
2 Obnova otevřené vegetace písečných dun pomocí pastvy konika (plemeno blízké původnímu divokému tarpanovi), která brání další expanzi dřevin a místy i dřeviny omezuje. Západní Belgie
3 Hlavní procesy vážící se k ekologii obnovy. Obnovit strukturu a funkce ekosystémů je stěžejním cílem. Blíže v textu. Upraveno podle různých autorů, orig. K. Prach

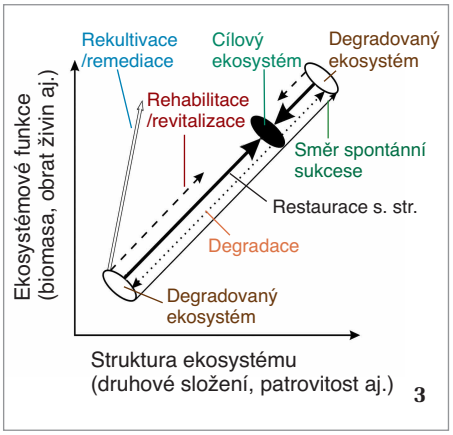
v Maďarsku a snažíme se ho propagovat i v České republice. Vedle akademické sféry spolupracují na ekologické obnově ve vyspělých zemích i různé rekultivační firmy, státní sféra, nevládní organizace apod. Ve Spojených státech byla v r. 1987 založena Společnost pro ekologickou obnovu (Society for Ecological Restoration), sdružující jak vědce, tak praktiky a lidi z rozhodovací sféry a politiky. Společnost vydává od r. 1993 časopis Restoration Ecology, který se stal hlavním časopisem oboru.

V přístupu člověka k přírodě lze rozlišit tři období, která se různě překrývají a prolínají. Jsou to období exploatační, konzervační a restaurační. Není třeba detailně popisovat dosud převládající exploatační přístup. Konzervační přístup, představovaný především institucionalizovanou ochranou přírody, jak se postupně ukázalo, nestačí. Význam restauračního přístupu by proto měl do budoucna narůstat. Ekologie obnovy a dnešní ochrana přírody se vzájemně doplňují, někdy se obnova i ochrana berou přímo jako součásti šíře pojaté ochranářské biologie (conservation biology).

V následujícím přehledu jsou uvedeny hlavní používané české a anglické výrazy, které souvisejí s ekologií obnovy:
- restaurace *sensu stricto* (restoration) – obnova původního stavu (před narušením, disturbancí) včetně téhož druhového složení a dalších znaků původního ekosystému;
- rehabilitace (rehabilitation) – částečná obnova směrem k původnímu stavu;
- remediace (remediation) – vylepšení (bez ohledu na směr), jde spíše o (eko)technologickou manipulaci, např. zlepšení vlastností půdy, inokulaci substrátu houbovými symbionty apod.;
- rekultivace (reclamation) – obnova stavu umožňujícího kultivaci (využití člověkem), zdůrazňuje hlavně praktický cíl, vztahuje se většinou k silně narušeným stanovištím;
- revitalizace (revitalisation) – zlepšení stavu ekosystému („oživení“).

Všechny tyto termíny lze zahrnout pod pojem obnova (restoration *sensu lato*, tedy v širokém slova smyslu). Společnost pro ekologickou obnovu vydala jakési hlavní teze oboru, kde pojem definují takto: „Ekologická obnova je proces podpory obnovy ekosystémů, které byly degradovány, poškozeny nebo zničeny.“ Hlavní procesy uvažované v ekologii obnovy jsou graficky znázorněny na obr. 3. Lze říci, že prakticky každá ekologická obnova má co činit se sukcesí. To je patrné i z obrázku 3. Buď se ji snaží urychlit (delší silná šipka), nebo naopak zpomalit či vrátit zpět (kratší protisměrná šipka). V poslední době se stále více začínají prosazovat přírodě blízké způsoby obnovy na úkor donedávna převládajících technických rekultivací. Spoléhá se více na zcela spontánní, nebo jen mírně usměrněnou sukcesi (příklady budou uvedeny v navazujících článcích).

Vedle praktických výstupů přispívá obor i k ekologické teorii mj. tím, že v projektech obnovy se mohou ověřovat a zpřesňovat teoretické koncepty, jakými jsou např. teorie sukcese, teorie disturbancí, vztahy diverzity, disturbací a produktivity, role species pool (soubor organismů nějakého území, které mohou potenciálně kolonizovat dané místo), již zmíněné metapopulace, teorie ostrovní biogeografie, modely organizace společenstev a teoretické aspekty invazí.



Cíle obnovy

Všeobecně se má za to, že je snazší obnovit funkce (např. vododržnost, snížení eroze, často i produkci) než strukturu (zde se převážně myslí druhové složení) ekosystémů. Pro dosažení prvního je možné i třeba vysázet monokulturu o nízké přírodní hodnotě. Ekologie obnovy si však většinou klade vyšší cíle, právě ve směru zvýšení přírodní hodnoty narušených stanovišť. Zásadní při jakékoli obnově je otázka: obnova čeho? Obnovovat můžeme strukturu krajiny, funkce ekosystémů, složení společenstev, velikost a kvalitu populací. Na začátku úvah o obnově konkrétního místa je nutné vymezit, jak má vypadat (alespoň rámcově) cílový ekosystém/společenstvo. Cílová společenstva jsou pochopitelně složena z cílových druhů. Pro správné vymezení cílového ekosystému či společenstva je dobré mít k dispozici referenční ekosystém, čili nějaký nenarušený (nedegradovaný) ekosystém na obdobném stanovišti, nejlépe v blízkém okolí. Ten se nutně nemusí stát cílovým, často to ani není možné (např. z praktických důvodů – finanční náročnost obnovy by byla příliš veliká). Ukazuje nám však směr, kterým bychom měli vyvíjet naše úsilí. Vymezení cílového ekosystému se často liší podle oblastí. V extrémních přírodních podmínkách, zvláště tam, kde je společnost úzce závislá na místních přírodních zdrojích (např. ve třetím světě), jde často o obnovu základních využitelných zdrojů – píce pro domácí zvířata apod. Ve vyspělých zemích jde hlavně o zvýšení přírodní hodnoty ekosystémů či celé krajiny. I tam jsou však rozdíly. Např. v USA, kde je sice tlak na přírodu intenzivní, ale ne tak dlouho trvající jako třeba v Evropě, je někdy možné ještě poměrně snadno obnovit původní společenstvo, jehož zbytky se zachovaly (např. keřovou formaci chaparral v Kalifornii). V Evropě jde spíše o obnovu stavu před intenzivním zemědělským či průmyslovým využíváním krajiny, u nás zhruba do poloviny 20. stol. Jak vypadaly skutečně původní ekosystémy, často ani nevíme.

Obecné cíle či důvody obnovy lze shrnout do čtyř bodů:
- obnovit silně degradovaná, až zcela zničená stanoviště (např. po těžbě),
- zlepšit produkční schopnost degradovaných produkčních území,
- zvýšit přírodní hodnotu chráněných území,
- zvýšit přírodní hodnotu produkčních území.

4 Obnova dříve zanedbaných nivních luk opětovným zavedením pravidelné seče v Národním parku Biebrza v severovýchodním Polsku. Pořádají se zde každoročně celostátní závody v sečení kosou.
5 Obnova teplomilných trávníků v NPR Vyšenské kopce. Tradiční pastva ustala před asi 50 lety, což vedlo k expanzi dřevin. Koncem 90. let 20. stol. byly nejprve dřeviny vykáceny a poté zavedena řízená pastva ovcí s občasným potlačováním dřevin křovinořezem (v přední části snímku). V pozadí je část ponechaná trvale bez zásahů. Snímky K. Pracha

Situace v České republice

Území České republiky bylo, hlavně v době komunistické diktatury, celkově značně narušeno, lokálně přímo devastováno (těžební oblasti, imisemi odumřelé lesy aj.). Celkem bylo odvodněno cca 10 000 km^2, tj. 1/8 (!) celého území. Z celkové rozlohy luk cca 1 milion ha bylo za minulého režimu cca 300 tisíc ha rozoráno. Od r. 1989 bylo sice obnoveno (většinou za použití různých komerčních směsí) cca 230 tisíc ha luk, ale jejich přírodní hodnota je většinou velmi malá. Jen na Mostecku bylo těžbou přímo zasaženo asi 400 km^2. Většina říčních toků byla zregulována (regulací např. došlo ke zkrácení Labe v ploché nivě o cca 1/3). A mohli bychom ve výčtu pokračovat dále.

U nás při rekultivacích narušených stanovišť (např. výsypek, lomů, okrajů silnic a vodních toků) bohužel stále převládají čistě technické přístupy. Často jsou vysloveně nesmyslné a drahé. Představují totiž výhodný obchod pro rozmanité pochybné firmy různých „rekultivátorů“ s minimálním nebo žádným ekologickým vzděláním. Plýtvá se tak ohromným množstvím peněz mnohdy tam, kde spontánní sukcese vede zadarmo k mnohem lepším výsledkům. Např. rekultivace jednoho hektaru mostecких výsypek, prováděná navíc často tam, kde spontánní sukcese dosáhla již velmi příznivého stavu, stála před několika lety cca 1 500 000 Kč (bez následné péče). Zmínit lze též problematické zásahy proti kůrovci v horských smrčinách NP Šumava, kde přirozená obnova po ponechání stojících suchých stromů vede k mnohem rozrůzněnějším porostům příznivého druhového složení, a co je zásadní, odolnějším k možným budoucím kůrovcovým kalamitám. Zcela absurdní případ jsem kdysi zaznamenal při „rekultivaci“ jedné pískovny: spontánně uchycený porost borovice byl ve stáří asi pět let odbagrován a vysázeny opět borovičky, které se lišily jen v tom, že byly v řádkách. Takováto „obnova“ stála rovněž asi 1 500 000 Kč na 1 ha.

Zcela tristní jsou v naprosté většině zásahy do říčních toků a jejich niv, zvláště po povodních z let 1997 a 2002. Do budoucnosti jsem však mírným optimistou a věřím, že tak, jak se stalo ve vyspělém světě před nějakými 20 lety, i u nás se postupně prosadí ekologicky podložené přístupy k obnově (rekultivacím) narušených stanovišť.

Mezi aktuální témata v České republice patří především obnova ekosystémů na orné půdě, obnova míst narušených těžbou a jiných industriálních stanovišť, obnova říčních ekosystémů, degradovaných lučních porostů, obnova přirozenější skladby lesů a další (např. skládky, sjezdovky, silniční okraje aj.). Hlavním z nich budou věnovány články v následujících číslech Živy; témata, jimiž se dále podrobněji zabývat nebudeme, jsou alespoň ilustrována některými fotografiemi zařazenými v tomto článku.

Vazba na jiné obory

Botanici (geobotanici, rostlinní ekologové), zoologové a třeba i půdní biologové a hydrobiologové mohou většinou přinést zásadní a nezastupitelné poznatky nutné pro úspěšnou obnovu. Nejčastěji ale převládají botanické přístupy. Rostliny jsou klíčovou složkou většiny ekosystémů, jsou na ně jakožto na primární producenty vázány další organismy. Navíc jsou poměrně dobře metodicky (vědecky) i smyslově uchopitelné díky své časoprostorové variabilitě (rozumná velikost, délka života odpovídající lidskému rozměru, „neuteču“). Souhrnným způsobem indikují vlastnosti prostředí, proto jsou vhodné i pro monitoring, který by měl následovat po každé obnově (ukáže její úspěšnost či neúspěšnost). Algologové se mohou dobře uplatnit v projektech obnovy vodních ekosystémů. Bez (geo)botanické expertizy by se neměl obejít žádný projekt obnovy, což se bohužel, a zvláště u nás, nerespektuje. Závěrem se lze zcela ztotožnit s apelem jednoho ze zakladatelů ekologie obnovy, anglickým ekologem A. Bradshawem, který již v počátcích oboru napsal, že bez vědeckých podkladů není možný žádný solidní projekt obnovy. Kéž by se tímto řídili ti různí rekultivátoři a „ozeleňovači“.

Pro detailnější seznámení se s oborem doporučuji především následující práce: J. van Andel a J. Aronson (2006), L. R. Walker a R. del Moral (2003), L. R. Walker a kol. (2007) a česky vydané monotematické číslo časopisu Zprávy Botanické společnosti (Prach a kol. 2006). Informace o Společnosti pro ekologickou obnovu a její činnosti lze nalézt na internetové adrese http://www.ser.org, připojením /europe se lze podívat na činnost evropské sekce.

U nás se oboru věnuje především pracovní skupina pro ekologii obnovy na katedře botaniky Přírodovědecké (dříve Biologické) fakulty Jihočeské univerzity (http://botanika.prf.jcu.cz/restoration), dále některé týmy na Přírodovědeckých fakultách v Praze a v Brně a začínají i některé neziskové organizace (např. Calla, http://calla.cz).

Karel Prach a kolektiv autorů

Ekologie obnovy narušených míst II. Místa narušená těžbou surovin

2 Historický snímek (r. 1982) zanikající obce Radovesice pod postupující výsypkou

V tomto dílu se zaměříme především na obnovu ekosystémů na výsypkách po těžbě uhlí, v lomech, vytěžených štěrkopískovnách a rašeliništích, s příklady hlavně od nás. Jak již bylo zmíněno v první části, těžba celosvětově ovlivnila zhruba 1 % souše, tedy asi 1,5 milionu km². U nás to je cca 700 km² (bez staré, historické těžby), tedy asi 0,89 % rozlohy republiky. Proto si obnova takovýchto míst pozornost jistě zaslouží. Rovněž ukážeme, že těžba a její následky nemusí mít na přírodu a krajinu vždy jen negativní dopad.

Těžba prakticky vždy představuje drastický zásah, většinou jde o přímé zničení stávajících ekosystémů. Proto byla jejím následkům záhy věnována pozornost. Výsypky a zbytkové těžebny se začaly většinou lesnicky rekultivovat, v Anglii ve velkém již mezi světovými válkami, u nás ve větší míře až od 60. let (ale snahy lze datovat již do konce 19. stol.). I obor ekologie obnovy má jedny ze svých počátků ve snaze ozelenit toxické výsypky po těžbě barevných kovů v Anglii, když A. Bredshaw hledal odolné genotypy psinečku obecného (*Agrostis capillaris*) a kostřav (*Festuca*), které pak experimentálně vysíval na výsypky. Zároveň se zkoumaly i přirozené procesy zarůstání výsypek a hledaly způsoby, jak je prosadit do rekultivační praxe. To nebylo zdaleka jednoduché, ve vyspělých zemích západní Evropy se to začalo dařit až v 80. letech. U nás se začíná se spontánní sukcesí oficiálně alespoň trochu počítat až nyní, přestože asi málokde na světě mají spontánní sukcesní pochody na rozmanitých místech narušených těžbou tak podrobně popsány, jako máme my. Je tedy z čeho vycházet.

Výsypky po těžbě uhlí na Mostecku

Výsypek je na Mostecku asi 200 km², a to jak vnějších (zakládané mimo těžební prostory), tak vnitřních (uvnitř těžebních jam, v jejich vytěžených částech). Největší vnější výsypkou je Radovesická výsypka, která zasypávala od konce 70. let donedávna jedno celé údolí na okraji Českého středohoří, včetně několika vesnic (obr. 2).

Mostecké výsypky mají pověst měsíční krajiny. Tak se ale mohou jevit jen krátce po nasypání. V podstatě okamžitě začne proces primární sukcese. (Primární sukcese probíhá na substrátech, na kterých není vyvinuta půda a neobsahuje semena ani jiné rozmnožovací částice rostlin – např. výsypky hlušiny, odledněná území, písečné duny. Naopak sekundární sukcese probíhá na stanovištích s již vytvořenou půdou a zásobou semen – např. opuštěná pole). Semena rostlin přináší na výsypky vítr, živočichové a někdy i člověk již při jejich zakládání. Nejprve převládnou jednoletky, jako jsou lebeda lesklá (*Atriplex sagittata*) a l. hálovitá (*A. prostrata*), merlíky (hlavně m. tuhý – *Chenopodium strictum*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), truskavec obecný (*Polygonum arenastrum*), starček lepivý (*Senecio viscosus*) a dvouletky (např. bodlák obecný – *Carduus acanthoides*); celková pokryvnost je v tomto stadiu, které trvá tak pět let, ještě poměrně nízká (většinou do 30 %). Vedle běžných druhů se zde můžeme setkat i s druhy vysloveně vzácnými, jako je třeba kriticky ohrožená lebeda růžová (*Atriplex rosea*). Tato raná stadia jsou vhodná např. i pro lindušku úhorní (*Anthus campestris*), bělořita šedého (*Oenanthe oenanthe*) či strnada zahradního (*Emberiza hortulana*) – údaje V. P. Bejčka. Mezi 5. a 15. rokem postupně převládnou vytrvalé širokolisté byliny (vratič obecný – *Tanacetum vulgare*, pelyněk černobýl – *Artemisia vulgaris* aj.), následovány trávami (hlavně pýr plazivý – *Elytrigia repens*, třtina křovištní – *Calamagrostis epigejos*, ovsík vyvýšený – *Arrhenatherum elatius*). Spolu pak vytvářejí i další sukcesní stadia, kdy postupně ubývá rumištních (ruderálních) druhů a přibývají druhy luční. Protože Mostecko je poměrně suchou a teplou krajinou, dřeviny se zde uplatňují méně, většinou s pokryvností do 30 % i v pozdních sukcesních stadiích. Zhruba po 20. roce sukcese se vytváří velmi pěkná mozaika jakési antropogenní (či polopřírodní) lesostepi, která zřejmě vytrvá velmi dlouho, jak můžeme vidět na nejstarší nerekultivované Albrechtické výsypce staré něco přes 50 let. Tato stanoviště se pak stávají útočištěm řady ohrožených druhů hmyzu, např. lišaje pupalkového (*Proserpinus proserpina*). Takto probíhá sukcese na většině ploch výsypek. Jen výjimečně se můžeme setkat s plochami bez vegetace, obvykle na místech, kde byly založeny kyselé písky (pH až 3,5). I taková místa, pokud nejsou příliš plošně rozsáhlá, mají svůj ekologický význam. Pro některé ohrožené skupiny bezobratlých živočichů (zejména samotářské včely a vosy, některé motýly, síťokřídlé apod.), kterým z běžné krajiny vhodné biotopy velmi rychle mizí, jsou klíčovými útočišti.

Velmi cenné bývají mokřady, které se poměrně rychle formují ve sníženinách na vlastní výsypce i na jejím úpatí (jsou zde

1 Asi 50 let stará nerekultivovaná kladenská výsypka po těžbě černého uhlí je už zcela zarostlá lesem. Snímky K. Pracha, není-li uvedeno jinak

příznivé stanovištní podmínky dané dostatečnou vlhkostí a splavovanými živinami). Většinou převládají orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) a rákos obecný (*Phragmites australis*), najdeme zde ale i některé vzácnější rostliny, jako jsou skřípinec dvoublizný (*Schoenoplectus tabernaemontani*) a bahnička jednoplevá (*Eleocharis uniglumis*). Ve vodních nádržích rostou parožnatky (*Chara*) i další zajímavé druhy řas. Takovéto mokřady jsou přímo rájem pro mnoho druhů hmyzu, obojživelníků (Živa 2000, 1: 41–43) i ptáků.

Bohužel právě v době, kdy se na výsypce do značné míry zformovaly cenné biotopy, přijedou rekultivátoři s těžkou technikou. Přemodelují terén do normovaného sklonu svahu 5°, většinou navezou nějaký organický materiál (štěpku, drcenou kůru, orniční vrstvy shrnuté před postupující těžbou jinde) a vysázejí převážně stromky, pěkně v řádkách (srovnej obr. 3 a 4). Je to drahé a většinou zbytečné. Příroda si poradí sama a zadarmo. Navíc živiny vnesené organickým materiálem podpoří uchycení a růst konkurenčně silných rumištních, expanzních a invazních druhů, hlavně třtiny křovištní. Takto technicky rekultivované výsypky jsou druhově mnohem chudší než spontánně zarostlé, jak jsme už dříve ukázali při porovnání většího počtu stejně starých rekultivovaných a nerekultivovaných výsypek (obr. 5).

Nechceme zde vystupovat zcela proti technickým rekultivacím (pod pojem technické rekultivace zahrnujeme nejen samotnou úpravu terénu, ale i navazující lesnické a zemědělské fáze rekultivace). Na místech, kde hrozí eroze (na strmých okrajích), případně kontaminace (např. výtoky kyselých vod vyluhovaných z některých výsypek), v těsném sousedství sídlišť či komunikací, nebo tam, kde je žádoucí nějaké rekreační aj. využití, mají své oprávnění. Většina výsypek, až 95 % jejich rozlohy, má však potenciál dobře se obnovit sama. (Zdůrazňujeme potenciál, který samozřejmě nemusí být všude využit.) Netrvá to ani tak dlouho. Víceméně souvislý vegetační kryt se vytváří v průměru do 15. roku sukcese a po 20 letech je vegetace výsypek již poměrně dobře stabilizovaná, se vzrostlejšími stromy a keři (bez černý, bříza bělokorá, místy javor klen, jasan, růže šípková, hloh aj.). Když vezmeme v úvahu, že rekultivátoři musejí počkat obvykle asi 8 let, než si výsypkový substrát sedne, pomalejší průběh spontánní sukcese se v podstatě časově vyrovná s technickými rekultivacemi. Vysázené stromky také nevyrostou okamžitě, a ty, které se spontánně uchytily již v prvních letech sukcese, mají naopak náskok. Při obnově mosteckých výsypek tedy vše hovoří pro využití spontánní sukcese. Proč se tak pořád neděje (až na malé první vlaštovky), probereme v závěrečném dílu seriálu (a třeba se do té doby poměry zlepší).

3 Spontánně zarostlá část Radovesické výsypky 15 let po nasypání. Pozoruhodná a mimořádně biologicky cenná je pestrá mozaika mokřadů, předlesních stadií a ploch nezarostlých v důsledku nízkého pH substrátu.
4 Lesnicky rekultivovaná část Radovesické výsypky

Výsypky po těžbě uhlí na Sokolovsku

Na Sokolovsku je dnes asi 90 km^2 výsypek, z toho asi 55 km^2 představují ukončené nebo rozpracované rekultivace, další se plánují. Zatím je však naštěstí značná část výsypek ponechána bez zásahů a i zde úspěšně probíhá spontánní sukcese. Sokolovská uhelná společnost má vstřícnější přístup k přírodě blízkým rekultivacím, včetně spontánní sukcese, než některé jiné těžební organizace. I tak považujeme dalších cca 35 km^2 plánovaných rekultivací z velké části za zbytečných.

Na vlhčím a chladnějším Sokolovsku běží spontánní sukcese poněkud odlišně od Mostecka. Málo nebo nepatrně se na začátku uplatňují jednoleté druhy, většinou se hned začnou šířit druhy vytrvalé, jakými jsou především podběl lékařský (*Tussilago farfara*), třtina křovištní, místy i některé další ruderální druhy. Zároveň se ale mnohem lépe uchycují dřeviny, především bříza bělokorá, vrba jíva a topol osika. To platí hlavně pro členitě sypané výsypky. V současné době se vytvářejí výsypky se zarovnanějším povrchem, což vede ke snazší expanzi nežádoucí třtiny křovištní. Ta může vytvářet až téměř kompaktní porosty a blokovat další sukcesi. Pokud tomu tak není, zhruba kolem 25. roku od nasypání dochází k dosti zásadní přestavbě společenstva. Ruderální druhy ustupují a začínají se více uplatňovat druhy luční a lesní, včetně např. vstavačovitých – kruštíku bahenního (*Epipactis palustris*), prstnatce májového (*Dactylorhiza majalis*) a Fuchsova (*D. fuchsii*), nebo druhů z čel. hruštičkovitých, jako jsou hruštička menší (*Pyrola minor*) a hruštice jednostranná (*Orthilia secunda*). Nástup náročnějších lučních a lesních druhů souvisí se změnou půdních poměrů. Především zásluhou aktivity žížal, ale i některých dalších skupin půdních bezobratlých se vytvářejí strukturovanější a hlubší organické horizonty. Jejich činnost je ale podmíněna přísunem příznivého, dobře rozložitelného opadu, hlavně listí jívy. K dispozici je tak v té době více živin. V podrostu pionýrských dřevin se celkem úspěšně uchycují smrk, borovice, dub letní a dokonce i buk, ačkoli semenné stromy jsou někdy i dosti daleko. Listnáče však značně trpí okusem hlavně srnčí zvěře, která se stahuje na klidné výsypky z rušné okolní krajiny. Zatím nejstarší, téměř 50 let staré porosty vzniklé spontánní sukcesí představují rozvolněnější les s převahou břízy a v podrostu s celkem bohatou garniturou bylinných druhů.

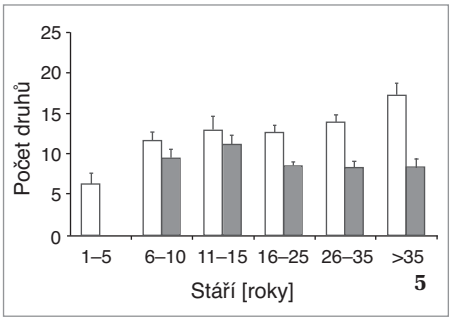
Co se týče hub, zjistila zatím A. Lepšová na sokolovských výsypkách více než 450 druhů velkých hub (makromycetů).

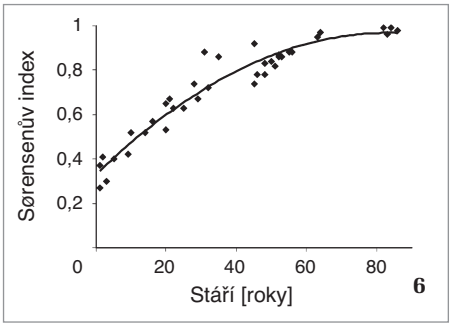
Podobně jako na Mostecku se ve sníženinách vytvářejí velmi hodnotné mokřady a cenná jsou i maloplošná prameniště, vznikající většinou v dolních částech a na úpatí výsypek. Pokud nejsou chemicky nepříznivé (místní zasolení, vysoký obsah železitých sloučenin), mohou stojaté i tekoucí vody hostit mnohé vzácné a ohrožené živočichy, jakými jsou ropucha krátkonohá (*Epidalea calamita*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), čolek velký (*Triturus cristatus*), čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*) a horský (*Mesotriton alpestris*), chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), některé buchanky, potápníci, vířníci aj. Pro území republiky byly na výsypkách zjištěny nové druhy pakomárů, chrostíků a kotulí.

Lesnicky rekultivované výsypky i zde vykazují nižší biodiverzitu než spontánně zarostlé části. Neplatí to jen pro některé skupiny půdních bezobratlých, které vyžadují větší přísun listového opadu. Z hlediska tvorby půdy jsou nejpříznivější olšové a lipové výsadby, nejméně vhodné jsou výsadby jehličnanů, zvláště exotických. Potěšitelné je, že z rekultivací jsou již dnes vyjmuty některé části výsypek, které spontánně zarostly.

Ostatní výsypky po těžbě

Na Kladensku najdeme asi tři desítky spíše menších výsypek po těžbě černého uhlí. Protože těžba skončila již před delší dobou, iniciální sukcesní stadia jsou zde poměrně vzácná. Tak jako jinde je tvoří převážně ruderální druhy, ze zajímavých je typický merlík hroznový (*C. botrys*). Vzhledem k menší rozloze zde výsypky poměrně rychle zarůstají dřevinami (obr. 1), hlavně





5 Porovnání průměrného počtu druhů vyšších rostlin na ploše 25 m^2 na nerekultivovaných (bíle) a rekultivovaných (šedě) výsypkách na Mostecku (Hodačová, Prach 2003)
6 Vzrůstající podobnost mezi druhovým složením uvnitř lomů a v jejich nejbližším okolí (do 100 m od okraje) v průběhu spontánní sukcese. Stupnici na ose Y lze číst jako procentickou podobnost od 0 do 100 %. Zhruba po 80 letech lom úplně splyne s okolím. Podle dat R. Trnkové z Českomoravské vrchoviny

břízou, osikou, jívou, javorem klenem, ale i nepůvodním akátem, který je bohužel v celém území hojný. Z biologického hlediska jsou nejcennější mladší sukcesní stadia s dosud nezapojenými porosty dřevin. Na nich se vyskytuje většina ochranářsky významných bezobratlých, např. soumračník skořicový (*Spialia sertorius*), modrásek jetelový (*Polyommatus bellargus*) nebo saranče modrokřídlá (*Oedipoda caerulescens*). Nezapojená křovinatá stadia pak hostí např. ostruháčka kapinicového (*Satyrium acaciaea*) nebo celoevropsky ohroženého přástevníka kostivalového (*Euplagia quadripunctaria*). Řada těchto druhů je na Kladensku extrémně vzácná nebo dokonce regionálně vyhynulá. Bylo by žádoucí tato mladší stadia blokovat, nebo i místy pokročilou sukcesi vrátit zpět lokálním narušením, včetně využití méně tradičního managementu (motokros, paintballová hřiště, podpora nárazového táboření apod.), pokud možno i cíleného, který by měl být financován z rekultivačních fondů jako účelová rekultivace s cílem podpořit diverzitu v krajině. Na technicky rekultivovaných haldách totiž většina ohrožených druhů přežít nedokáže. Technické rekultivace tak byly oprávněné jen v případě těch hald, které bylo nutné překrýt inertním materiálem kvůli riziku samovolného zahoření. Toto nebezpečí snad již bylo zažehnáno, doufejme tedy, že žádné další technické rekultivace již probíhat nebudou.

Na Ostravsku je pro iniciální stadia typická vrbovka rozmarýnolistá (*Epilobium dodonaei*). I zde se často šíří třtina křovištní, která může místy sukcesi blokovat. Většina výsypek ale opět poměrně rychle zarůstá dřevinami, především břízou bělokorou, topoly (hybridní populace topolu černého, topol kanadský) a vrbami (jívou, červenou, bílou, křehkou). Po 60 letech se zde můžeme setkat i s přírodě blízkou dubohabřinou. Na ostravských výsypkách bylo nalezeno 17 druhů Červeného seznamu vyšších rostlin, např. zeměžluč spanilá (*Centaurium pulchellum*), okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium*), kruštík tmavočervený (*Epipactis atrorubens*), hruštička okrouhlolistá (*Pyrola rotundifolia*) aj. a 14 druhů ohrožených živočichů (viz též Živa 2000, 4: 173–176), např. svižník polní (*Cicindela campestris*), skřivan lesní (*Lullula arborea*), pisík obecný (*Actitis hypoleucos*) a včelojed lesní (*Pernis apivorus*), převážně na spontánně zarostlých plochách, velmi málo z nich na lesnicky rekultivovaných.

Většina kuželovitých hald po těžbě černého uhlí byla snížena nebo rozvezena snad i s dobře míněnou snahou začlenit je do krajiny (vedle Kladenska a Ostravska třeba i na Plzeňsku). Domníváme se, že alespoň některé by bylo dobré zachovat jako jakési svědky minulosti. Není-li jich moc, krajinu oživují. Reliéfová heterogenita s sebou přináší i žádoucí heterogenitu biologickou, zejména v oblastech silně postižených lidskou činností pak slouží jako poslední útočiště ohrožených druhů. To platí rovněž pro výsypky po těžbě uranu na Příbramsku. Ty zarůstají poměrně pomalu, vzhledem ke strmému reliéfu a tím dosud mírně pohyblivému hrubozrnnému substrátu. I po více než 20 letech se zde můžeme setkat jen s řídkými porosty hlavně břízy bělokoré, místy téměř bez podrostu (obr. na 2. str. obálky). I tak jsou, pokud nebyly rekultivovány, biologicky cenné, roste zde např. řada druhů lišejníků.

Lomy

Kamenolomů různé velikosti, od malých až po velkolomy, najdeme na území ČR stovky, možná i tisíce. Podrobně byly studovány převážně čedičové lomy v Českém středohoří, vápencové lomy v Českém a Moravském krasu a některé silikátové lomy na Českomoravské vrchovině.

V Českém středohoří postupuje sukcese poněkud odlišně v závislosti na klimatu. V teplé a suché lounské části mají starší stadia spontánní sukcese (nad 25 let) charakter křovinaté stepi s výskytem např. kostřavy walliské (*Festuca valesiaca*) a žlábkovité (*F. rupicola*) a sveřepu vzpřímeného (*Bromus erectus*), postupně i s řadou vzácných druhů typických pro okolní xerotermní lokality, jakými jsou hlaváček jarní (*Adonis vernalis*), bělozářka liliovitá (*Anthericum liliago*), pelyněk pontický (*Artemisia pontica*), kozinec rakouský (*Astragalus austriacus*) a bezlodyžný (*A. exscapus*), plamének přímý (*Clematis recta*), koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*), několik druhů kavylů aj., a také s roztroušenými keři, převážně hlohy a trnkou. V poněkud vlhčí, ale stále teplé milešovské části se více uplatňují dřeviny, vedle zmíněných keřů hlavně javor babyka a jasan. Podíl otevřených stepních formací v lomu je hodně ovlivněn vzdáleností od xerotermních stepních porostů v okolí lomu. Pakliže jsou blízko, zhruba do 30 m od okraje, je vysoká pravděpodobnost, že se podobné porosty zformují zpravidla do 25 let i na vhodných stanovištích v lomu (na jižních svazích a mělké půdě). Jsou-li stepní porosty dále než zhruba 100 m, zformují se v lomu většinou kompaktní porosty dřevin. Brzký příchod či absence relativně konkurenčně silných, teplo- a suchomilných trav rozhoduje o tom, zda bude sukcese směřovat ke xerotermnímu trávníku s rozptýlenými keři, či k mezofilním porostům dřevin. Ve vlhké a chladnější verneřické části Českého středohoří běží sukcese k zapojeným porostům dřevin s převahou jasanu, břízy bělokoré a místy i dubu zimního, v podrostu s hojnou lískou a lesními druhy bylinného patra (např. lipnice hajní – *Poa nemoralis*) včetně nitrofilních (kakost smrdutý – *Geranium robertianum*, kuklík městský – *Geum urbanum* aj.).

Průběh sukcese ve vápencových lomech v Českém krasu je v zásadě podobný jako v milešovské části Českého středohoří. V závislosti na stanovišti v lomu a charakteru okolí se formují stepní (s dominantami kostřavou žlábkovitou, sveřepem vzpřímeným aj.), křovinaté (trnka, hlohy, svída krvavá, babyka) a v nejvlhčích a nejstinnějších částech lomu i lesní porosty (bříza bělokorá, jasan, javor mléč, místy v pozdějších stadiích i habr – obr. na 2. str. obálky). I zde byl prokázán zásadní vliv bezprostředního okolí lomu: 98 % druhů zjištěných v lomech rostlo do vzdálenosti 100 m od jejich okrajů. V lomech Českého krasu bylo zaznamenáno 49 druhů rostlin červeného seznamu (20 druhů chráněných vyhláškou), mezi jinými např. trnka křovinná (*Prunus fruticosa*), kyvor lékařský (*Ceterach officinarum*), hvozdík sivý (*Dianthus gratianopolitanus*), okrotice bílá, kruštík tmavočervený, třemdava bílá (*Dictamnus albus*), kosatec bezlistý (*Iris aphylla*) a chruplavník větší (*Polycnemum majus*). V lomech Českého krasu bylo zjištěno rovněž mnoho desítek ohrožených druhů bezobratlých živočichů, z nejzajímavějších např. kriticky ohrožení soumračník podobný (*Pyrgus armoricanus*), okáč metlicový (*Hipparchia semele*), saranče německá (*Oedipoda germanica*) nebo křís *Platymetopius guttatus*, jenž je jinak v celé ČR považován za vyhynulého. Z praktického hlediska je významné, že drtivá většina ohrožených živočichů se nevyskytuje v technicky rekultivovaných lomech.

Hodně vzácných a ohrožených druhů najdeme i v lomech Moravského krasu, především v jeho jižní části, na Hádech u Brna (viz též Živa 2001, 4: 172–174). Ačkoli původní velmi cenné xerotermní lokality byly těžbou téměř zničeny, řada populací těchto druhů našla v rekultivacemi vůbec nebo jen málo dotčených lomech svá náhradní stanoviště. Byla zde úspěšně použita i řízená obnova populací výsevem semen sebraných v okolí. Např. do Růženina lomu (obr. 7) bylo vyseto 65 druhů rostlin, z nichž se 2/3 uchytily, mezi nimi i 20 druhů červeného seznamu. Tak se podařilo podpořit původní populace např. hadince červeného (*Echium maculatum*), omanu srstnatého (*Inula hirta*) nebo bílojetele německého (*Dorycnium germanicum*). V příkladné spolupráci s re-

7 Růženin lom u Brna, kde proběhla jen mírná rekultivace ve spolupráci s biology. Do lomu byly vysety nebo vysázeny některé vzácné a ohrožené druhy. Foto L. Tichý

8 Pestrá mozaika stanovišť ve starší pískovně u obce Františkov na Třeboňsku, která je dnes vyhlášena za přírodní památku. V posledních letech zde byl v rámci managementu této lokality vykácen nálet borovic se snahou uchovat cenná nelesní stanoviště. Foto K. a J. Řehounkovi

kultivátory se na Moravě podařilo vhodně zkombinovat technickou a ekologickou obnovu již celkem v 6 lomech.

I v silikátových lomech (41 kamenolomů různého stáří) na chladnější a vlhké Českomoravské vrchovině bylo zaznamenáno 10 druhů červeného seznamu. Vlivem klimatu zde sukcese postupuje rychleji k zapojeným porostům dřevin, které se formují cca do 15. roku po opuštění. Druhové složení závisí hlavně na vlhkosti stanoviště a vegetaci v blízkém okolí. Nejčastějšími dřevinami jsou bříza bělokorá, jíva, osika, borovice lesní a smrk, na vlhkých místech olše lepkavá a vrba popelavá. Dřevinami nezarostlá místa se pochopitelně udržují jen na strmých stěnách a v zatopených částech lomů, kde často dominuje orobinec širokolistý a rákos. Platí i zde, že druhy rostoucí v lomu najdeme ve většině případů i v jeho nejbližším okolí (97 %). Obr. 6 ukazuje, jak v průběhu sukcese vzrůstá vzájemná podobnost druhového složení uvnitř lomu a v jeho okolí do vzdálenosti 100 m. Po 80 letech sukcese je druhové složení v lomu a v okolí téměř stejné a lom tudíž zcela splyne se svým okolím. Že se mohou v silikátových kamenolomech ve vyšších nadmořských výškách formovat biotopy cenné i pro živočichy, potvrzuje např. kolonizace lomů v Blanském lese ohroženými druhy pavouků.

V případě lomů lze jednoznačně konstatovat, že jakákoli rekultivace je zbytečná a z hlediska obnovy přírodních ekosystémů vysloveně škodlivá. Spontánní sukcese probíhá všude poměrně rychle, většinou k biologicky příznivým porostům.

Štěrkopískovny

Písky a štěrkopísky se tradičně těží po celém území ČR, v současné době minimálně na 210 místech. Převážnou část těžby vždy tvořily štěrkopísky, jejichž ložiska nalezneme především v nivách řek. Hlavními oblastmi jejich těžby jsou střední a východní Polabí (Živa 2005, 6: 251–252), Poohří, Třeboňsko, Českolipsko, moravské úvaly či Ostravsko. Ložiska vátých písků jsou u nás vzácnější. Najdeme je především v Polabí, na jižní Moravě či na Třeboňsku.

Průběh spontánní sukcese v pískovnách závisí podobně jako u jiných těžebních míst především na stanovištních podmínkách a okolní krajině. Krajinné faktory ovlivňující sukcesi jsou hlavně makroklima, využití okolní krajiny a přítomnost (polo)přirozené vegetace v blízkém okolí těžebny. Ze stanovištních faktorů hraje největší roli vlhkost stanoviště. Podle ní můžeme rozlišit tři hlavní sukcesní série, a sice suchou (hladina více než 1 m pod povrchem), vlhkou (do 1 m) a litorální ve zbytkových vodních nádržích a tůních.

V suché sérii se nejprve uplatňují jednoleté byliny a trávy, včetně vzácnějších psamofytních druhů, jako je nahoprutka písečná (*Teesdalia nudicalis*) či kolenec Morisonův (*Spergula morisonii*). Později jsou jednoleté druhy nahrazovány vytrvalými, např. třtinou křovištní, silně expandující na místech s vyšším obsahem jílovitých částic, a paličkovcem šedavým (*Corynephorus canescens*) na čistém písku. Oproti jiným těžebním prostorům se v pískovnách dříve objevují dřeviny, zejména borovice lesní a bříza bělokorá. Semenáčky borovic obvykle vyrůstají již v prvním roce sukcese přímo na holém písku a později lze proto podle počtu jejich přeslenů odhadovat dobu od ukončení těžby. Pokud se pískovny nacházejí v teplých a suchých oblastech ČR, směřuje jejich vývoj k lesostepním formacím s převahou vytrvalých trav a keřů. Tento trend může změnit výskyt akátu v okolí těžebny. Jestliže nezasáhneme proti šíření akátu do pískovny, vznikají místo cenných lesostepí druhově chudé akátiny s podrostem nitrofilních bylin, jako je vlaštovičník větší (*Chelidonium majus*). V chladnějších a vlhčích oblastech jsou pozdními sukcesními stadii lesy, v nichž se kromě již dříve uvedených druhů více uplatňuje také dub letní a v podrostu časem dominuje borůvka (*Vaccinium myrtillus*) či metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*). Vlhká stanoviště kromě vytrvalých graminoidů (druhů z čel. lipnicovitých, šáchorovitých a sítinovitých) rychle osidlují keře, především různé druhy vrb. Spontánní sukcese zde nejčastěji vede ke stadiím vrbin a olšin. V litorální sukcesní řadě postupně převládnou konkurenčně zdatné graminoidy, hlavně rákos nebo orobinec širokolistý.

V současné rekultivační praxi se většinou spontánní či usměrňované sukcese ve štěrkopískovnách příliš nevyužívá, přestože jde o šetrnější a levnější variantu obnovy. Nejčastější jsou dnes rekultivace lesnické (zpravidla borové monokultury), zemědělské (pole, trvalé travní porosty) a hydrické (antropogenní jezera). Tyto rekultivace vedou namnoze ke vzniku biologicky bezcenných území. Písčiny, suché trávníky a oligotrofní mokřady v pískovnách (obr. 8) se v dnešní krajině naopak stávají důležitými refugii pro řadu druhů vzácných a chráněných organismů. Z rostlin můžeme jmenovat např. plavuňku zaplavovanou (*Lycopodiella inundata*), která vyhledává vlhké písčiny. Z mokřadních druhů můžeme dále zmínit přesličku různobarvou (*Equisetum variegatum*), žebratku bahenní (*Hottonia palustris*) či rosnatku okrouhlolistou (*Drosera rotundifolia*). Písčiny a suché trávníky hostí např. smil písečný (*Helichrysum arenarium*), chruplavník rolní (*Polycnemum arvense*), diviznu brunátnou (*Verbascum phoeniceum*) aj.

Některé druhy živočichů jsou v naší krajině závislé na vhodném managementu těžebních prostorů. Typickým příkladem takového druhu může být norující břehule říční (*Riparia riparia*), pro kterou se pískovny staly náhradním stanovištěm za původní hnízdiště v březích neregulovaných vodních toků. Drtivá většina populací v současné době hnízdí v činných či opuštěných pískovnách, odkud ovšem bez patřičné péče o hnízdní stěny, tj. jejich pravidelné obnovování, po několika letech mizí. Pískovny jsou také významnými stanovišti plazů a obojživelníků. Pro ropuchu krátkonohou tvoří dokonce většinu lokalit výskytu v ČR. Ohrožené druhy hmyzu (brouci, motýli, síťokřídlí, blanokřídlí aj.) osidlují pískovny především v raných sukcesních stadiích, takže je pro ně žádoucí

narušování povrchu a blokování sukcese. V rámci přírodě blízké obnovy pískoven doporučujeme kromě spontánní sukcese věnovat zvýšenou pozornost také managementu již zmiňovaných raných sukcesních stadií (blokování sukcese nebo i jejímu vracení zpět), hlavně aktivnímu narušování povrchu třeba pojezdy techniky. Podstatné je také zachování či zvýšení stanovištní rozmanitosti v pískovně během těžby (členitosti georeliéfu a navazující variability vlhkostních poměrů apod.).

Rašeliniště

Těžba rašeliny se provádí v zásadě třemi způsoby: ručním borkováním, které skončilo u nás asi před 50 lety, velkoplošným průmyslovým způsobem, u nás tzv. frézováním, a maloplošnou, tzv. mokrou těžbou, většinou pro lázeňské účely. Borkované plochy byly v naprosté většině ponechány spontánnímu vývoji, který obvykle směřoval přímo k obnově rašelinotvorného procesu a k uchycení typických rašelinných druhů. Hladina vody zůstala vysoko a ložisko nikdy nebylo vytěženo celé, takže v bezprostředním okolí zůstala zachována typická rašelinná vegetace, která se poté stala zdrojem šíření rašelinných druhů na vytěžené plochy. Podobně dobře regenerují, nebo lze předpokládat, že zregenerují i místa těžená mokrou těžbou.

Naprosto odlišná je však situace v případě průmyslově těžených rašelinišť. Nejprve dojde k hlubokému odvodnění celého ložiska a většinou i k odstranění veškeré původní rašelinné vegetace. Po těžbě zbudou rozsáhlé odvodněné plochy protkané sítí hlubokých kanálů, většinou jen malá vrstva zbývající rašeliny (někde bylo těženo až na minerální podloží), navíc zhutnělá pojezdem strojů. Obnova rašelinotvorného procesu a rašeliništní vegetace za těchto podmínek možná není. Na velkých plochách tmavé, přesušené a špatně smáčivé rašeliny může být místy sukcese i velmi pomalá (byly zaznamenány lokality, kde zůstal povrch prakticky holý i po 10 letech). Ve většině případů však spontánní sukcese směřuje poměrně rychle k březo-borovému lesu (dřeviny se uchycují již v prvních letech po opuštění). Později (zhruba po 30 letech) se v podrostu březo-borového lesa uchycuje smrk a zvláště ve vyšších polohách a na vlhčích místech může postupně převládnout. V podrostu těchto spontánně vzniklých lesů najdeme většinou jen běžné lesní druhy metličku křivolakou, třtinu chloupkatou (*Calamagrostis villosa*), někde bezkolenec modrý (*Molinia caerulea*), místy též borůvku, kapradiny, nebo přetrvává třtina křovištní. Na suchých místech může uchycení dřevin v časných stadiích sukcese omezovat konkurenčně silná třtina křovištní. Takto běží sukcese při hladině vody v průměru více než 30 cm pod povrchem.

Na místech s vyšší hladinou spodní vody (např. na okrajích těženého ložiska, ve zvodnělých sníženinách nebo po úmyslném zvýšení vody) je šance, že se uchytí mokřadní a rašelinné druhy včetně rašeliníků. Při malé vrstvě zbylé rašeliny a/nebo pod vlivem minerálně bohatší vody převažují druhy pramenišť, podmáčených luk či přechodových rašelinišť, např. ostřice, sítiny, psineček psí (*Agrostis canina*) a metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*), někde i suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*), z dřevin je častá vrba popelavá (*Salix cinerea*). Při mocnosti rašeliny alespoň 40–50 cm se objevují hojněji rašelinné druhy, zejména suchopýr pochvatý (*E. vaginatum*), později i vlochyně (*Vaccinium uliginosum*) a někde dokonce i rojovník bahenní (*Ledum palustre*). Spontánně se může uchytit i borovice blatka (*Pinus rotundata*) či její kříženci s borovicí lesní (kříženec je obecně na narušených místech častější než čistá blatka).

9 Iniciální stadia sukcese na revitalizovaném rašeliništi Soumarský most na Šumavě. Po zahrazení odvodňovacích kanálů a stoupnutí vody blízko povrchu se zde spontánně uchytil typický rašeliništní druh suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*). Foto P. Konvalinková

U nás bylo velkoplošně průmyslově těženo 12 rašelinišť, na 7 z nich se dosud těží. Žádné další ložisko by se otvírat nemělo. Rašelinišť máme u nás málo, jsou to vysoce reliktní lokality ostrovního charakteru s kontinuálním vývojem většinou od pozdního glaciálu či časného holocénu. Jejich úplná ochrana je proto nanejvýš nutná. Přesto je i na průmyslově těžených lokalitách určitá šance na obnovu rašeliniště, především cestou řízené obnovy. Zásadní je trvalé zvýšení hladiny vody zhruba k úrovni povrchu zahrazením odvodňovacích kanálů. Protože typické rašeliništní druhy se obvykle špatně šíří na větší vzdálenost a původní rašeliništní vegetace byla většinou na celém ložisku zničena, je žádoucí tyto druhy podpořit např. formou výsevů, rozhozením sena se zralými semeny z blízkých mokřadních luk, nebo rozhozením rozlámaných stélek rašeliníku, které ve vlhku dobře regenerují. Tímto způsobem se běžně velkoplošně obnovují vytěžená rašeliniště např. v Irsku nebo v Kanadě, u nás se s tím započalo zatím jen na rašeliništi Soumarský most v NP Šumava. Již po několika letech se zdá, že alespoň částečná obnova rašeliništní vegetace je zde možná (obr. 9).

Co mají těžebny společné?

Pokud není zničena nějaká cenná lokalita, maloplošná těžba může často být obohacením krajiny. Nejlepšími příklady jsou rozmanité malé lomy, štěrkopískovny nebo v minulosti borkovaná rašeliniště, někdy i menší výsypky. Ani v případě větších těžeben a navazujících výsypek a odvalů, pakliže již existují, nemusí být za určitých okolností jejich existence negativní. Mohou se stát útočišti pro mnoho druhů rostlin i živočichů, které z běžné, intenzivně využívané krajiny mizejí. To se týká především konkurenčně slabých druhů vázaných na stanoviště chudá živinami (hlavně dusíkem a fosforem). Podmínkou ovšem je, že těžbou narušená místa nejsou technicky rekultivována, nýbrž jsou ponechána spontánní, případně mírně řízené (usměrňované) nebo uměle blokované sukcesi. Mimořádný význam mají v případě všech druhů těžeben spontánně vzniklé mokřady a místa s velmi řídkým vegetačním krytem. Lesnické nebo zemědělské rekultivace prakticky vždy snižují prostorovou a tudíž i stanovištní heterogenitu a hostí nižší počet druhů, navíc většinou zcela běžných. Technické zásahy by měly být směrovány jen k tvorbě členitých, reliéfově pestrých útvarů, nejlépe již v průběhu těžby, případně k blokování nebo vrácení sukcese tam, kde je to z hlediska zachování přírodních hodnot území žádoucí. Na základě našich dlouholetých studií na rozmanitých stanovištích narušených těžbou můžeme jednoznačně konstatovat, že spontánní sukcese je na těchto stanovištích v naprosté většině případů nejlepším způsobem obnovy přírodě blízkých porostů. Navíc cestou levnou. I rychlost spontánní sukcese, tj. dosažení stabilizovaného vegetačního krytu, je obvykle srovnatelná s technickými rekultivacemi. Můžeme jen doufat, že v naprosté většině zbytečným a drahým technickým rekultivacím bude brzy odzvoněno.

Kolektiv spoluautorů: Jan Frouz, Petra Karešová, Petra Konvalinková, Věra Koutecká, Ondřej Mudrák, Jan Novák, Jiří Řehounek, Klára Řehounková, Lubomír Tichý, Romana Trnková, Robert Tropek.

Pavel Kovář a kolektiv autorů

Ekologie obnovy narušených míst III. Cizorodé substráty v krajině

Pokud se o druhu *Homo sapiens* nezřídka mluví jako o novodobém geochemickém činiteli, dokládá to rozměr, v jakém lidská civilizace převrací a rozrušuje zemský povrch, obnažuje horninové podloží a otevírá biogeochemické cykly. Do prostředí se dostávají jednak látky, které v něm sice už kdesi v „klidovém" stavu pod vegetací jsou, ale jejich míra expozice transportem mnohořádově vzrostla, jednak látky, které se chemickými procesy při využívání surovin spontánně nebo uměle rozpadají, přeměňují a posléze zamořují atmosféru i biosféru. Některé z nich jsou vyloženě toxické. Naše krajina se po desetiletí až staletí plní vnesenými útvary, v moderní době známými nejspíš pod pojmem deponie (odpadních, průmyslových aj.) substrátů. Jejich znovupohlcení přírodou trvá různě dlouho, spíše déle a po etapách. Pokud známe souvislosti a jsme schopni znalosti použít, lze snížit ekonomickou náročnost obnovy a vyhnout se riziku neúspěchu nákladné klasické rekultivace „rychle za každou cenu".

Pro ekologické studie jsou v mnohém směru modelovým objektem odkaliště (kalojemy), sloužící lidem k navršení předtím zvodnělého, resp. suspendovaného strusko-popílkového materiálu vznikajícího spalováním uhlí v elektrárnách nebo rudného koncentrátu jako vedlejšího produktu výroby chemikálií z nerostného výtěžku dolování. Zatímco opuštěné doly, pískovny nebo výsypky či odvaly po povrchové těžbě jsou blízké procesům primární sukcese v přírodě (časovým řadám ve vývinu vegetace tam, kde nikdy předtím rostlinstvo nebylo), narušené lesní nebo rašeliništní ekosystémy a orná půda na sebe vážou fenomény spjaté se sukcesí sekundární (předchozí přítomnost vegetace stanoviště „poznamenala"; půdní semenná banka nebo zásoba humusu jsou jedněmi z významných symptomů).

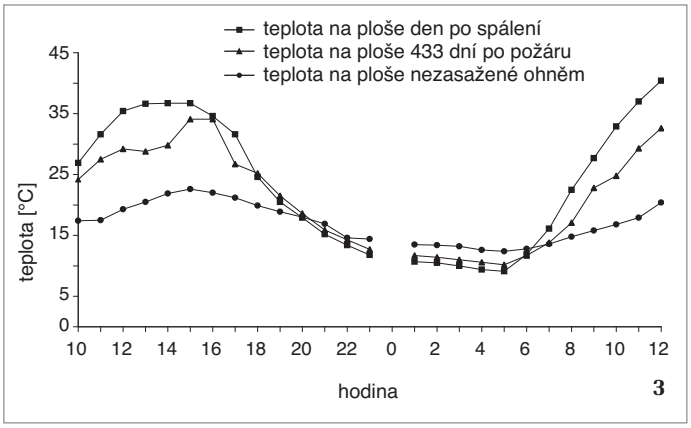
Technologie vršení

Odkaliště, ať už za provozu anebo až poté, co byla opuštěna, dávají sice možnost studia primární ekologické sukcese, ale substrát přece jen prošel úpravami: zejména textura se homogenizací částic ukládaných v jistém velikostním rozmezí zjednodušila. Hydraulický způsob přemisťování odpadu – tj. vstřikování suspenze do sedimentačního bazénu obehnaného hrázemi s přívodním potrubím – dále materiál spontánně třídí, takže po sedimentaci vznikají plynulé gradienty v rozložení jak fyzikálních, tak chemických vlastností. To je z hlediska terénního experimentování příznivé: variabilita některých faktorů je lépe předvídatelná. „Rybník na kopci" se posouvá do výše s tím, jak se sedimentační nádrž plní a nad ní vzniká nová navršením nových hrází (obr. 1). Proces se pak opakuje do technicky povolené míry. Dříve po naplnění kapacity úložišť zůstávaly nějaký čas vodní plochy tak, jak vznikly, doplňovány dešťovou vodou; častější však bylo, že na povrchovou úpravu složiště nastoupila těžká technika a srovnala konkávní i konvexní tvary do jednolité plochy „náhorního plató". Pokud zůstalo jen u toho, přerušení započatého zvětrávání materiálu a půdotvorného procesu vedlo k rizikům větrné a vodní eroze často toxického materiálu a jeho roznosu do okolí. Z toho důvodu nařízené meliorace byly vedeny snahou co nejjednodušeji odkaliště po ukončení provozu stabilizovat. Zásahy spočívaly v potažení povrchu kalojemů poblíž shrnutou zeminou a osetím nějakou směsí bylin, zpravidla takovou, která byla zrovna na trhu bez ohledu na lokální podmínky, anebo v lesnickém ozelenění sortimentem sazenic, jež byly právě k dispozici v nejbližší školce. To nemohlo fungovat za podmínek extrémní výsušnosti/zasolování povrchu deponie, případně toxicity v dosahu kořenů rostlin. Po r. 1989 vznikla nová legislativa, která požadavky na sanaci jakýchkoli skládek zpřísnila, ale mechanismy kontroly vhodnosti postupů při takové činnosti stále chybějí, stejně jako dodnes schází zahrnutí přirozených mechanismů a elementárních principů ekologie obnovy.

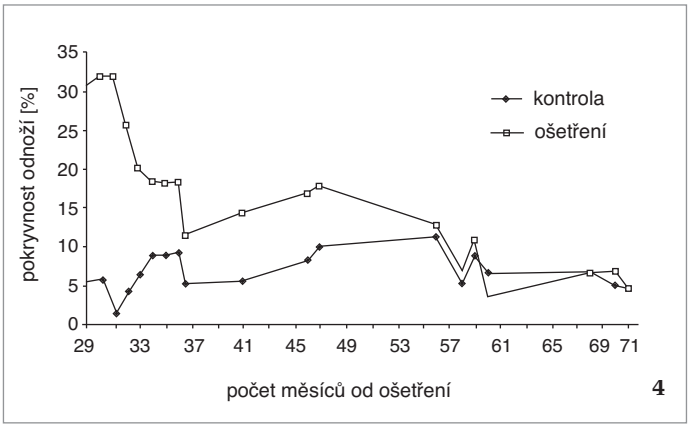
Kulturní divočina nebo umělá pustina?

V Živě zazněla možná poprvé kacířská myšlenka o potřebě chránit spontánně vzniklou umělou divočinu – jak z důvodu sukcesního úspěchu v přirozeně dosaženém vegetačním stadiu, tak z důvodů studijních – právě v souvislosti s odkališti (Živa 1982, 4: 124). Můžeme v nich spatřo-

1 Zvyšování hrází na odkališti v Horních Počaplech u Mělníka (blíže v textu)
2 Pásy substrátu o různé zrnitosti kolem středu sedimentační nádrže vznikly hydraulickou technologií přepravy a vršení materiálu. Jejich koncentrické rozložení kopírují i pásy vegetace s pionýrskými dřevinami (břízy, vrby, topoly) anebo bez nich, pokud kořeny semenáčů narazí na podpovrchové neprostupné krusty a hynou.



3



4

3 Denní průběh teplot povrchu půdy na rudném odkališti Chvaletice, srovnání ploch ovlivněných požárem (v různém odstupu), a bez požáru. Orig. M. Štefánek
4 Změny pokryvnosti třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) na substrátu odkaliště Chvaletice v průběhu sledování (1996–99). Pokrytí substrátu uschlou trávou (mulčování) výrazně zvýšilo šanci na přežití mladých jedinců třtiny. Tento typ managementu má ale krátkodobý vliv, neboť v průběhu následujících čtyř let dochází k snížení pokryvnosti na úroveň kontroly. Orig. V. Dlouhá

Tab. Koncentrace prvků v nadzemní biomase vybraných dřevin, trav, mechů, lišejníků a hub na opuštěném rudném odkališti [mg/kg suché biomasy]

	Pb	Mn	Fe	Al	Zn	Cu	Cd	Ag	Hg
bříza bělokorá (*Betula pendula*)	0,58	799,1	34,20	37,52	232,73	0,81	0,59	0,29	0,03
topol osika (*Populus tremula*)	1,49	1263,42	71,62	106,72	233,40	1,19	1,56	0,25	0,03
třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*)	1,15	1835,22	56,00	36,35	19,62	0,39	0,06	0,25	0,02
rákos obecný (*Phragmites australis*)	1,33	1845,66	118,80	58,56	25,63	0,58	0,06	0,25	0,02
rohozub nachový (*Ceratodon purpureus*)	6,71	213,80	630,60	299,20	28,40	0,60	0,08	0,25	0,09
dutohlávka královská (*Cladonia rei*)	3,69	2294,10	3689,8	1053,8	34,40	2,23	0,23	0,25	0,12
ryzec pýřitý (*Lactarius pubescens*)	0,23	114,57	87,80	72,32	94,25	2,44	0,17	2,11	0,62

vat terestrické ostrovy „pustin“ vložené do matrice ekosystémů v různé míře ovlivněných člověkem. Strusko-popílková odkaliště vázaná na odpadní produkt tepelných elektráren nebo tepláren tvoří poměrně homogenní skupinu. Rudná odkaliště nejčastěji spojená s úpravou těžených hornin u povrchových, vzácněji hlubinných dolů oplývají větší heterogenitou, nicméně s ohledem na převládající typ podloží v hercynském masivu jsou pro ně téměř vždy význačným rysem nízké pH a vysoký obsah těžkých kovů. Větší stanovištní extrémy vykazuje druhá skupina opuštěných kalojemů, působená zejména postupným zvětráváním jemného (kalového) horninového materiálu s velkou iontovou dynamikou v průběhu celého ročního cyklu, ale i pouhé vegetační sezony v závislosti na srážkově vydatných nebo suchých obdobích. Kolísá stupeň zasolenosti povrchových vrstev, s tím také pH, a mění se dostupnost prvků pro rostliny.

Vlastnostem povrchu neovlivňovaného a již bezvodého odkaliště (s výjimkou dočasné stagnace srážkové vody v centrální prohlubni) odpovídají selekční tlaky. 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 popílky 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 rudných odkalištích a pískomilných rostlin na strusko-popílkových deponiích. V pokročilejších sukcesních stadiích se na extrémních substrátech rudných odpadů uplatňují z klonálních (snadno vegetativně obnovujících) dřevin topol osika, případně vrby, a dále bříza (obr. 2), na úložištích popílků topoly, rovněž vrby, ale i růže, hlohy, javory, dub letní, borovice lesní (viz také Živa 2005, 5: 201–204). Většina odkališť se nachází v nížinách, v nivách velkých řek, takže vegetační srovnávání je v tomto směru na místě. Rudná odkaliště se však nacházejí převážně ve vyšších nadmořských výškách a v jejich kolonizaci rostlinstvem se logicky také projevuje zásoba druhů odpovídající těmto polohám.

Biologické půdní krusty

V posunu mikroekosystému, jaký představuje povrchová vrstva nerekultivovaného odkaliště, směrem k obyvatelnému prostředí s rostoucí druhovou početností hrají klíčovou roli bezcévné rostliny, houby a mikroorganismy. Roztoči a další rozkladači odumřelé organické hmoty, sinice, řasy, rozsivky, mikromycety, (mikro)lišejníky, mechy, játrovky – ti všichni tvoří primitivní společenstva nebo druhová seskupení a společně s produkty své metabolické činnosti tvoří povrchové biofilmy, resp. biologické půdní krusty (obr. 10). Role takových zpevněných povrchů je známa z aridních oblastí jako přirozená prevence větrné a vodní eroze. Krusty na povrchu odkališť mají svou dynamiku určovanou především srážkami a vysycháním. Pokud ještě povrch substrátu není kolonizován organismy, zpravidla je při zvýšení vlhkosti kompaktní a záleží na tom, jaký podíl jemných jílových částic zvyšuje jeho soudržnost. Při vysychání pak puká a odlupují se různě velké polygony v závislosti na textuře a koncentraci solí, které se při převažujícím výparu přesunou k povrchu. Jakmile dojde ke kolonizaci, zejména sinicemi, řasami, lišejníky a mechorosty, fragmentace krusty již do jisté míry přetrvává, její struktura se stává složitější a vzniká tak bohatší nabídka ekologických nik k osídlení dalšími organismy. Také se snižuje extremita povrchu odkaliště, a to v mnoha parametrech. Nyní se sem spíše dostanou např. roznašeči semen, jako jsou mravenci, kteří při zastínění zvednutými okraji fragmentů krusty snáze budují své komunikace a hnízda (přímo k této problematice viz Živa 2001, 4: 185).

Obecně lze říci, že biodiverzita drobných a primitivnějších organismů je na nových substrátech v krajině vyšší než rozmanitost taxonomicky výše postavených skupin, ať už jde o cévnaté rostliny nebo obratlovce. Prvními kolonizátory jsou mikroskopické houby – mohou jich být desítky až stovky druhů a mnohé z nich jsou klíčovými podpůrci zúrodnění neúživného substrátu coby rozkladači organické hmoty – např. listí opadaného ze stromů a zaneseného na místo větrem. Kloboukaté houby jsou pro zelené rostliny žijící ve stresu mimořádně důležité – vlákna houbového mycelia žijí v symbióze s kořeny rostlin (jev označovaný jako mykorhiza, Živa 2002, 5: 203–205; 2008, 5: 199–201) a fungují ve vztahu k nim jako dopravní kanály pro jinak těžko dostupné živiny, zejména fosfor. K houbám se v životadárném dekompozičním procesu brzy přidají další rozkladači, např. půdní roztoči – otázkou může být, zda jejich potravou je nerozložená rostlinná celulóza sama o sobě anebo houbové mycelium, které už ji spolu s další mikroflórou začalo rozkládat. Početnou složku fauny odkališť tvoří hmyz – ať už vodní nebo ten, který využije příznivých

vlastností substrátu (ty mu usnadňují pronikání pod povrch – vosičkám, mravencům aj.). Monofágové vázaní na některé rostlinné dominanty, které převládly v určitém sukcesním stadiu (např. můry) lákají predátory (pavouky, mravence, ptáky). Nejen vodních, ale také půdních řas mohou být na popisovaných místech desítky druhů – podílejí se na zlepšení mikroekologických podmínek stanoviště a připravují půdu pro další kolonizátory – např. lišejníky a mechy. Na složištích odpadů již byly objeveny nové druhy mikrolišejníků pro naše území. Shrneme-li: někdy odpudivé a opuštěné areály paradoxně oplývají neobvykle velkou druhovou rozmanitostí, hlavně vývojově nižších skupin organismů (včetně parazitických), nezřídka vyšší, než jakou nabízí okolní krajina.

Výběr zátěží a narušením – nápověda pro řízenou obnovu

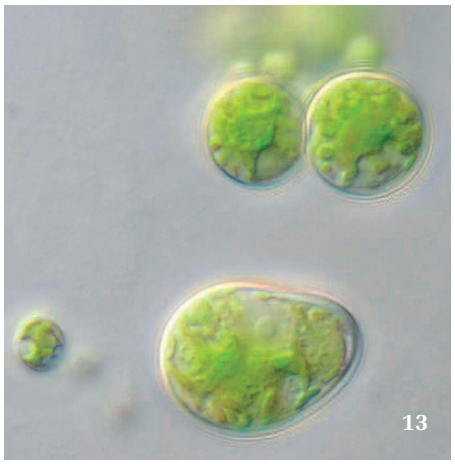
Chce-li rehabilitační ekolog pomáhat na svět nejen produkčně užitkovým směskám druhů, ale fungujícím společenstvům, musí ho zajímat následující otázky:

- Vzrůstá při zařazování většího počtu druhů (zvyšování biodiverzity) do konstruovaného společenstva jeho odolnost či pružnost, resp. stabilita?
- Jak ovlivňuje genetická diverzita určitého druhu stabilitu společenstva?
- Jak ovlivňuje věková struktura skladebného druhu celé společenstvo?
- Může být sukcese urychlena přeskočením sukcesních stadií?
- Jakou roli hrají v sukcesi živočichové?
- Jaká je role mutualismu nebo jiných mezidruhových interakcí?

Selekční působení substrátu vůči nabídce celkového spektra rostlin dostupných v území funguje v protisměru vysoké druhové rozmanitosti. Silně přehřívaný (v létě přes 50 °C), zasolovaný a nestabilizovaný povrch obnažených odkališť je bariérou nejdříve pro zachycení a vyklíčení semen, pak pro uchycení semenáčků a další růst rostlin do dospělosti. Pouze nejodolnější z cévnatých rostlin dokážou vyklíčit, přežít stadium semenáčku, vyrůst a ještě na místě vyprodukovat potomstvo. Častější jsou stres-tolerantní rostliny klonální, šířící se v prostoru vegetativně. U těch, které jsou odkázány na semena nebo plody, začínají problémy s fyzikálním charakterem půdního povrchu. Na plochém terénu ho vítr vyhlazuje a žene před sebou jak drobné částice deponovaného materiálu, tak lehká semena. Pokud se nenajde nerovnost, kde by se semeno mohlo zastavit a později zapustit kořeny, je povrch předurčen po dlouhou dobu k setrvání ve stavu, kdy není zpevněn rostlinami.

Namísto nákladné rekultivace tu však stačí např. nenáročný zásah, který se označuje jako mulčování (obr. 8). Jde o přenesení posečené nadzemní bylinné biomasy na žádoucí plochu a zatížení např. větvemi. Již v příští vegetační sezoně se může objevit značné množství semenáčů rostlin, jimž zdrsnění povrchu umožnilo se zachytit. Vyrovnávání výkyvů přízemního mikroklimatu nanesenou vrstvou pak dovolilo vyklíčení a rozkládající se biomasa navíc začala uvolňovat živiny a zlepšovat tak vlastnosti substrátu. Není divu, že se zakrátko objeví i dřeviny, převážně pionýrské, jako jsou břízy, topoly nebo vrby. Nastává další stadium sukcese, tedy porostního vývoje, v němž můžeme pozorovat a různými způsoby měřit konkurenční ovlivňování skladby dřevinného porostu. Po několika letech lze zjistit, že jakmile semenáče některé z dřevin dorostou jisté

5 Využití vypalování k řízení sukcese – podpora raných sukcesních stadií nebo klonálních typů rostlin (u dominant pionýrských dřevin např. osiky na úkor břízy); na rudném odkališti Chvaletice vzrůstá diverzita pionýrských druhů – hub, sinic, řas, lišejníků, mechů.
6 Odumírající porosty třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) po 25 letech sukcese poté, co došlo k mechanickému narušení povrchu a vrácení zvětrávacího procesu nově obnažených vrstev na počátek.
7 Třtina křovištní přežívá i za extrémně nepříznivých podmínek panujících na povrchu někdejšího rudného odkaliště – zbytek jejího „šiku“ (krátkých ramet nahloučených do falangy) udržuje kořeny kužel zasoleného substrátu, z jehož okolí materiál odvál vítr a odplavila voda. Analogii můžeme vidět na sopečných materiálech (viz článek Ekologie extrémů na str. 137).
8 Po třech letech od pokrytí zcela holého substrátu odumřelou nadzemní biomasou trav (mulčování) došlo k urychlení sukcese – zarůstáním mechy a nárůstem počtu semenáčů třtiny křovištní.
9 Detail povrchového zvětrávání substrátu odkaliště ve Chvaleticích po mechanickém narušení předtím již vegetací zarostlé partie. Foto O. Rauch



výše (a jisté hloubky prokořenění), odumírají. A za nimi dorůstají mladší, přičemž se jev může opakovat do kvalitativního zlepšení půdních podmínek vymytím toxických látek, změnou kyselosti a vznikem humusu. Retrogresivní vývoj (navracení zpět) se místo od místa liší a vyznačuje mozaikovitost plochy někdejšího odkaliště. Může vést k převaze jedné dominanty na některých místech a jiné dominanty na místech jiných. Na těch nejextrémnějších stanovištích obvykle vítězí klonální druh nad neklonálním, např. topol osika nad břízou, zvláště zasáhne-li vnější faktor, jako je třeba přízemní požár v době letního přísušku. Teprve dlouho po nástupu pionýrských dřevin, které se šíří v náletech (semen větrem), se začínají uchycovat dřeviny klimaxové, tzn. ty, které indikují pozvolné spění porostů k rovnováze s daným makroklimatem, v nížině např. duby. Jejich výskyt souvisí s přítomností semenožravých živočichů, jejichž pomocí se tyto druhy budoucího lesa rozšiřují.

Studium genetické variability potenciálních dominant bylinného patra v zápoji, v našem případě jedinců trávy třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*, obr. 6 a 7) v extrémně stresujícím prostředí rudného odkaliště, pomocí izoenzymové analýzy elektroforézou ukázalo, že téměř co jedinec třtiny na začátku osidlování substrátu, to geneticky jiný klon. Teprve v průběhu zarůstání (a zastiňování stromovým patrem po desítkách let) se vyselektuje jen několik málo genetických typů přizpůsobivých k daným podmínkám. Na odkališti strusko-popílkovém s mírnějšími poměry prostředí je už na počátku sukcese dík převažujícímu vegetativnímu rozmnožování populace třtiny křovištní daleko více homogenní a změny probíhají pomaleji a plynuleji. Tyto poznatky mohou promlouvat do výběru nejvhodnějších jak druhů, tak jejich genotypů, které lze s minimálními náklady uplatnit při revitalizačních zásazích v obnově. Třtina křovištní může být zároveň modelem velké plasticity ve svém chování. Při stanovištních extrémech dosahovaných hlavně na rudních odkalištích ovládá prostor krok za krokem stylem „falanga“, tedy v šiku (hustém, excentricky se rozšiřujícím trsu), zatímco na pískům podobných popílkových odkalištích expanduje dlouhými výběžky taktikou „guerilla“, jakoby partyzánským výsadkem nové sazenice do neobsazeného území.

Ovšem v nově utvářeném ekosystému zatím ještě chybějí některé složky, např. druhově specifičtí opylovači. Zachováme-li se jako ekoinženýři, lze po kvalifikovaném posouzení příslušnou funkční složku společenstva introdukovat, tedy uměle ji zavést – zůstane pak předmětem dalšího sledování, jestli přežije, začne se rozmnožovat a pomůže připravit poměry pro další posun rekonstruovaného ekosystému.

Pro tento text byly použity výsledky získané za podpory grantových projektů č. 206/93/2256 a 526/02/0651 GA ČR, č. 200/1997/B/BIO GA UK v Praze, tří projektů Fondu rozvoje vysokých škol MŠMT ČR, č. G4 1880 , č. G4 1792 a č. G4 2348, grantu MŽP VAV-SM/2/90/05 a výzkumného záměru MŠMT ČR č. 31300042.

10 V postupujícím oživení substrátu odkališť je klíčová dynamika svrchní krusty v závislosti na střídání sucha a vlhka, tepla a mrazu, kde hrají velkou roli mechy a lišejníky. Jejich zápoj a rozdíly v morfologii určují velikost a délku trvání fragmentů rozlámané biokrusty a vytvářejí tak mikroprostorové niky pro život dalších organismů. Foto K. Prášil

11 Hnízdo mravence *Lasius niger* s larvami po odkrytí kusu lepenky na povrchu odkaliště, pod nímž bylo vystavěno.

12 Semenáčky vikve čtyřsemenné (*Vicia tetrasperma*), jejíž semena si nanosil mravenec *L. niger* z periferie odkaliště do hnízda. Mnohá zůstala v nejbližším okolí mraveniště a úspěšně vyklíčila. Snímky P. Kováře, není-li uvedeno jinak

13 Buňky řasového fotobionta *Asterochloris glomerata* izolované ze stélky lišejníku *Cladonia squamosa*. Foto P. Škaloud

14 *Penicillium janthinellum* – nepohlavně se rozmnožující houba běžná na antropogenních stanovištích. Snáší vysoké obsahy kovů v půdě. Spory vyrůstají na konidiogenních buňkách se štíhlým krčkem. Foto A. Kubátová

15 Dosud neznámý druh vřeckovýtrusné houby *Paecilomyces* sp. izolovaný ze substrátu opuštěného odkaliště Chvaletice. Je nápadný malachitově zelenými koloniemi. Foto A. Kubátová

Kolektiv spoluautorů: Ota Rauch, Alena Kubátová, Jiří Neustupa, Zdeněk Soldán, Zdeněk Palice, Petr Dostál, Michal Štefánek.

Karel Prach, Ivana Jongepierová, Alena Jírová, Kamila Lencová

Ekologie obnovy
IV. Obnova travinných ekosystémů

V našich klimatických podmínkách můžeme uvažovat travinné ekosystémy primární a sekundární. Primární se vyskytují nad horní hranicí lesa (Krkonoše, Hrubý Jeseník, Králický Sněžník) a maloplošně hlavně v podobě xerotermních (tj. vyžadujících sucho a teplo) porostů stepního charakteru hlavně na jižních svazích kopců v nejteplejších částech státu. Třetím typem porostů s přirozenou genezí v našich podmínkách jsou rašeliniště, resp. rašelinné travinné formace (zpravidla s dominancí nízkostébelných graminoidních rostlin). Sekundární (lidskou činností podmíněné) travinné ekosystémy představují louky a pastviny. Skutečně primární bezlesí většinou nevyžaduje neodkladná nápravná (obnovná) opatření, i když také na něm můžeme pozorovat různé negativní sukcesní změny např. v důsledku spadu dusíku nebo zarůstání vysazenou klečí v Hrubém Jeseníku (Živa 2005, 6: 268–269). I primární bezlesí člověk většinou extenzivně využíval (hlavně se páslo) a toto extenzivní hospodaření obvykle zvyšovalo druhovou diverzitu žádoucím směrem. Jeho ústup (např. na krkonošských alpínských loukách) rovněž může s sebou nést negativní změny. Louky a pastviny, jakožto produkt dlouhodobého lidského hospodaření (v případě pastvin lze leckde předpokládat kontinuitu už od počátku neolitu asi před 7,5 tisíci lety) toto hospodaření vyžadují, pokud je chceme trvale udržet.

V uplynulém půlstoletí došlo k zásadním změnám tradičního hospodaření. Louky a pastviny se začaly buď příliš intenzivně využívat (hnojení, meliorace, příliš časté kosení nebo příliš intenzivní pastva), nebo naopak byly opuštěny (hlavně na obtížně přístupných místech). Obojí v převážné většině vedlo k jejich degradaci, nahlíženo přes biodiverzitu a ekologické funkce. Značné množství luk bylo rozoráno, část uměle zalesněna. (Pozn.: Termínem louky by se správně měly označovat jen kosené travinné porosty. Pro jednoduchost zde budeme většinou mluvit o loukách včetně pastvin. Ostatně travinné porosty se často kosily i pásly, takže rozlišení není tak striktní.)

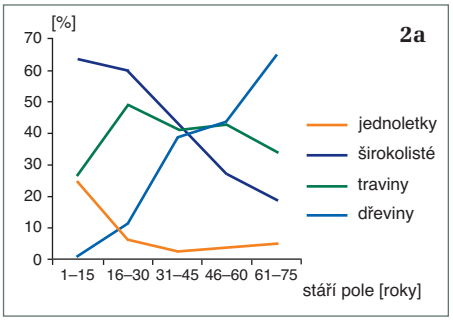
V první polovině 20. stol. bylo na území dnešní České republiky evidováno téměř 1,2 milionu hektarů trvalých travních porostů (TTP). Dvě třetiny z toho zaujímaly louky a třetinu pastviny. V 60.–80. letech 20. stol. v době kolektivního hospodaření však bylo asi 30 % rozlohy těchto TTP rozoráno. Po r. 1989 se změnila zemědělská politika a začalo se výrazně podporovat zpětné zatravňování orné půdy, zejména v méně produktivních oblastech. Zároveň došlo k rozpadu mnoha zemědělských družstev a dalších zemědělských subjektů, což spolu s pozemkovými restitucemi způsobilo, že mnoho polí bylo opuštěno a došlo k jejich zatravnění přirozenou sukcesí. Do r. 2006 se ve dvou výrazných vlnách během 90. let opětovně zatravnilo asi 150 tisíc hektarů, což je 35 % rozlohy předtím rozoraných TTP. Program rozvoje venkova na roky 2007–13 předpokládá další zatravnění orné půdy (je podporováno zvláštním ustanovením v rámci agroenvironmentálních programů) v rozsahu 300 tisíc hektarů. To by při plné realizaci znamenalo zvýšení rozlohy TTP na 110 % maxima známého z 30. let 20. stol. Hlavní motivací pro zatravnění je extenzifikace hospodaření, zachování zemědělského půdního fondu, ochrana půdy a vodohospodářské funkce TTP. Je tedy bezesporu žádoucí, aby se ekologie obnovy zabývala obnovou travních porostů na orné půdě.

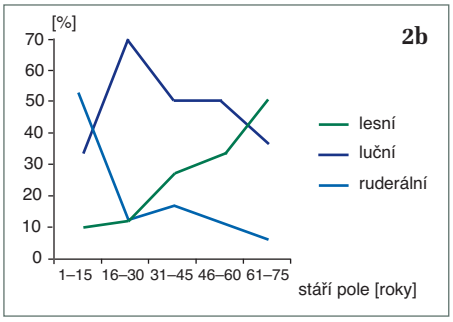
1 Spontánně zatravněné nekosené pole v Českém krasu asi 15 let po opuštění. Protože jde o suché stanoviště, vyskytují se zde jen roztroušené keře a porost postupně spěje k polopřirozené křovinaté stepi. Foto K. Prach

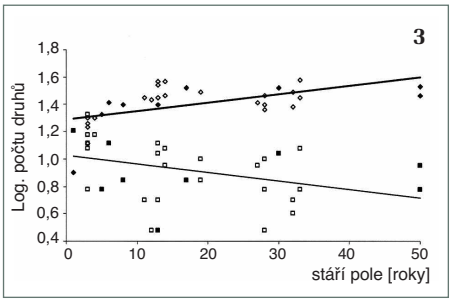
Obnova travinných porostů na orné půdě spontánní sukcesí

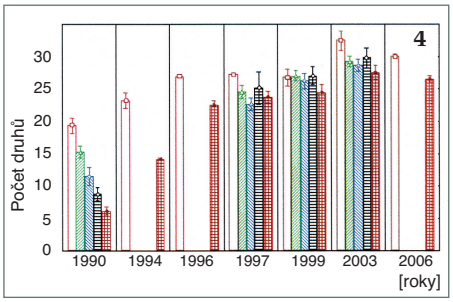
Travinné ekosystémy se mohou obnovit na bývalé orné půdě spontánně. V našich podmínkách však sukcese vede většinou zhruba po 15 letech k porostům dřevin. Výjimkou jsou jen nejsušší místa v teplých oblastech státu, jakými jsou Český kras (obr. 1) nebo jižní Morava (je však nutné připomenout, že opravdu suchá místa se nikdy jako orná půda nevyužívala). Stadiu s dřevinami však většinou předchází travnaté sukcesní stadium a pokud v tuto dobu (většinou tak mezi 7. až 12. rokem od opuštění pole – obr. 2) začneme příslušný porost pravidelně kosit, zabráníme expanzi dřevin a podpoříme dominanci trav a dalších lučních druhů. Rozšíření dřevin do určité míry (ale ne úplně) brání i pastva, vzniká většinou jakási křovinatá lesostep. Druhově pestrá louka, případně pastvina, se vytvoří spontánně, bez dalších zásahů. Prokázali jsme na příkladu souboru 35 bývalých polí v Pošumaví na Vimpersku, že uměle zatravněná a spontánně zarostlá a pravidelně kosená pole se nelišila v zastoupení žádoucích lučních druhů (obr. 3). Obnova druhově bohatších luk probíhala dokonce zpočátku i o něco rychleji na spontánně zarostlých polích než na polích uměle osetých komerční travní směsí, kde konkurenčně silné druhy (např. jílek) bránily nástupu konkurenčně slabších lučních druhů typických pro pošumavské louky. Spolehnutím se na spontánní sukcesi by bylo jistě v mnoha případech potenciálně možné ušetřit značné peníze za cenu jen malého zdržení v produkci kvalitní píce.

Častými dominantami spontánně vzniklých lučních porostů na bývalé orné půdě bývají na suchých stanovištích kostřava









2 Průběh změn v zastoupení základních životních forem (a) a zastoupení ruderálních (tj. rumištních a plevelných), lučních a lesních druhů (b) v průběhu spontánní sukcese na opuštěných polích v Českém krasu. Analyzováno bylo 143 různých polí. Pokud chceme zabránit expanzi dřevin, je nutné počínaje asi 7. rokem od začátku sukcese začít porost pravidelně kosit. Obrázek zároveň ukazuje častý průběh změn v zastoupení těchto skupin druhů v sukcesi na antropogenních stanovištích ve střední Evropě. Orig. A. Jírová

3 Vztah počtu ruderálních (tenká čára) a lučních (silná čára) druhů (v logaritmické stupnici) a stáří pole. Plné symboly představují nezatravněná, prázdné zatravněná pole. Z obrázku je patrné plynulé přibývání lučních a úbytek ruderálních druhů a skutečnost, že uměle zatravněná a spontánně zarostlá pole se nelišila. Z tohoto pohledu se tedy umělé zatravňování jeví jako zbytečné. Orig. K. Lencová

4 Vzrůst počtu druhů na kontrolách (prázdné sloupce první zleva) a na plochách 4×2 m odstupňovaně hnojených dusíkem (60, 160, 240 a 320 kg/m²/rok), kde hnojení skončilo v r. 1989. Podrobnosti v textu. Orig. J. Královec a kol. (2009), upraveno

žlábkatá (*Festuca rupicola*) a lipnice úzkolistá (*Poa angustifolia*). Na mezických (ani vlhkých, ani suchých) stanovištích se nejčastěji uplatní ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), někdy kostřavy luční a červená (*F. pratensis*, *F. rubra*), ve vyšších polohách medyněk měkký (*Holcus mollis*). Na vlhkých bývalých polích např. v aluviích toků bývají časté lipnice bahenní (*P. palustris*), lipnice obecná (*P. trivialis*), je-li v okolí, pak i psárka luční (*Alopecurus pratensis*), někdy i rákos obecný (*Phragmites australis*), jenž ale není z hlediska zemědělské produkce žádoucí (kosením však poměrně rychle ustupuje). V takových loukách někdy může přežívat i několik desetiletí pýr plazivý (*Elytrigia repens*) z časných sukcesních stadií úhoru, kdy bývá dominantou (většinou mezi 3. a 7. rokem sukcese). Po nějaký čas mohou přežívat i některé další plevelné a rumištní druhy (např. pcháč rolní – *Cirsium arvense* nebo pelyněk černobýl – *Artemisia vulgaris*), postupně se však porosty spontánně dosycují rozmanitými lučními druhy v závislosti na charakteru stanoviště a hojnosti jejich výskytu v okolí (obr. 2 a 3).

Zatravňování komerčními a regionálními směsmi

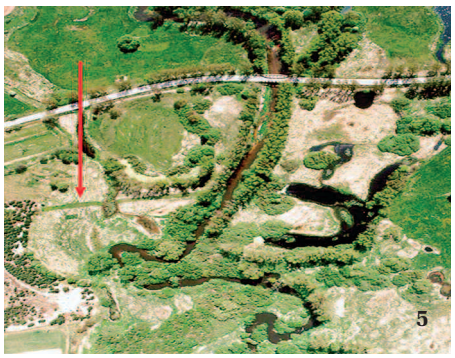
Umělé zatravnění je možné provádět, jak již bylo řečeno, buď běžnými komerčními směsmi, nebo tzv. regionálními směsmi. Druhý způsob se u nás i v okolních zemích používá zatím málo, i když existují už specializované komerční firmy, které míchají a nabízejí někdy spíše jen zdánlivé regionální směsi. Mohou tak způsobit více škody než užitku, protože zavlékají do krajiny někdy i cizí genotypy (i pokud ne přímo cizí, tak místu neodpovídající druhy), které nejsou přizpůsobeny daným podmínkám prostředí tolik jako místní typy. Vnesené genotypy se navíc kříží s původními, a tak rozšiřují regionálně méně vhodné geny a „zřeďují“ původní genetickou pestrost a flexibilitu populace. Takovému genetickému ničení přírodních populací by se proto mělo zabránit používáním místních genotypů.

Kladem regionálních travino-bylinných směsí semen je i jejich vysoká druhová bohatost a vyšší zastoupení bylin na úkor trav. Biologická hodnota vysetých travních porostů je pak mnohem větší, neboť diverzita bylin umožňuje také větší diverzitu živočichů, kteří jsou na ně potravně či jinak vázáni. Mezi bylinami jsou navíc mnohé léčivé druhy, které zvyšují dietetické vlastnosti píce. Respektování skutečné regionality osiva by mělo být při umělém zatravňování podmínkou.

V komerčních směsích se převážně používá několika druhů trav a jetelovin, z nichž většina byla doposud šlechtěna na vysokou produkci. Obvyklou složkou bývají kostřavy luční a červená, jílek mnohokvětý a vytrvalý (*Lolium multiflorum*, *L. perenne*), lipnice luční a jetel luční a plazivý (*Trifolium pratense*, *T. repens*). Tyto druhy se do směsí dávají v celé České republice bez ohledu na regionální vegetační a fytogeografické poměry. Regionální typy trav, jetelovin ani dalších bylin téměř nejsou k dispozici.

Z hlediska ochrany přírody by bylo mnohem vhodnější zatravňovat regionálními travino-bylinnými směsmi semen, tedy osivem pocházejícím přímo z oblasti, kde se směs k zatravnění používá. Hlavní předností regionálního osiva je, že umožňuje do značné míry udržet přirozenou genetickou variabilitu populací, důležitou zejména kvůli zachování potenciálu pro další evoluci druhu. Mnozí ekologičtí zemědělci i ostatní zájemci z řad veřejnosti by rádi měli na svých loukách více druhů trav a bylin, mají však problém získat vhodné osivo. Donedávna jedinou firmou v ČR se širokým sortimentem trav a bylin byla Planta Naturalis v Markvarticích. Travinno-bylinné směsi nyní nabízí i Agrostis–trávníky, s. r. o., z Rousínova. Tyto komerční firmy však nezohledňují původ semen a regionalitu a své směsi nabízejí a prodávají zájemcům po celé republice. Na zatravnění regionální směsí mohou vlastníci či uživatelé vybraných pozemků využívat zemědělské dotace (nyní program EAFRD). Bohužel k použití regionálního osiva však chybí finanční motivace, protože dotace v prvním roce nestačí ani na jeho nákup. Osivo s místními druhy bylin a trav je totiž podstatně dražší než klasická jetelotravní směs – při ceně 700 Kč/kg a obvyklém výsevu 20 kg/ha vyjde cena regionálního osiva na 14 000 Kč/ha. Pro zájemce o toto osivo je ale výhodnější využít dotaci Ministerstva životního prostředí ČR z Programu péče o krajinu. Jednorázově tak lze získat 20 000 až 25 000 Kč/ha, což pokrývá náklady na osivo i vlastní výsev.

Doposud jediným územím, kde se regionální osivo velkoplošně používá, je Chráněná krajinná oblast (CHKO) Bílé Karpaty (obr. 7). Příprava tohoto osiva byla zahájena začátkem 90. let 20. stol. z iniciativy Základní organizace Českého svazu ochránců přírody (ZO ČSOP) Bílé Karpaty ve spolupráci se Správou CHKO Bílé



5 Letecký pohled na část nivy řeky Lužnice u obce Halámky. Sytě zelené jsou pravidelně kosené louky, světle okrové odpovídají porostům chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*). Zelená místa uvnitř těchto ploch značí převahu kopřivy na sušších, nekosených místech. Patrný je experimentální transekt, kde byla obnovena pravidelná seč (šipka). Blíže v textu. Foto J. Ševčík

Karpaty a Výzkumnou stanicí travinářství (VST) Zubří. Od r. 1999 se regionální travino-bylinnou směsí zatravňuje několik desítek hektarů orné půdy ročně, a to jak v CHKO Bílé Karpaty, tak v jejím nejbližším okolí. Doposud se podařilo zatravnit přibližně 400 ha. V tomto rozsahu je to jeden z mála projektů obnovy luk v rámci celé Evropy. Na druhově bohatých loukách Bílých Karpat byla sesbírána semena stovky běžných lučních druhů. Sběr většinou prováděli studenti – účastníci letních pracovně pobytových táborů. Semena byla usušena a přečištěna ve VST Zubří. Poté se pokusně pěstovala – část ve VST Zubří, zbytek u několika pěstitelů v regionu. Pokusy ukázaly, které druhy dobře klíčí a rostou a které se snadno sklízejí a mají kvalitní úrodu semen. Přes 30 nejúspěšnějších druhů trav a bylin se doposud množí na větších výměrách.

Složení směsi pro jednotlivé lokality v Bílých Karpatech se liší v závislosti na geografické poloze, nadmořské výšce, přírodních podmínkách, následném využití a množství osiva jednotlivých druhů, které je daný rok k dispozici. Optimální výsev je 17–20 kg/ha. Doposud se vysévalo bez krycí plodiny (např. jílku), i když je možný výsev i s ní. Doba výsevu je na jaře během dubna a května nebo koncem léta od srpna do poloviny září. Při stanovování vhodného poměru trav a bylin byla důležitým faktorem kromě znalosti stavu přirozených porostů také ekonomika, protože osivo trav je mnohonásobně levnější než osivo bylin. Současné směsi obsahují hmotnostně 85–90 % trav, 3–5 % jetelovin a 7–10 % bylin. Podle množství dostupného osiva se používá 20–30 jednotlivých druhů.

V letech 1999–2006 se část osiva získávala kombajnovou sklizní původních druhově bohatých luk. Kombajny se však v členitém terénu příliš neosvědčily. Řešením se zdá být použití kartáčového sběrače semen, který byl pokusně sestrojen v r. 2007 podle vzoru získaného od firmy Emorgate Seed z Velké Británie. Tento stroj se připojuje k traktoru, takže jej lze použít i na místech kombajnu nepřístupných. Umožňuje také postupnou sklizeň, protože „vykartáčovávána“ jsou pouze zralá semena. V r. 2007 i 2008 se takto podařilo každoročně získat asi 1 000 kg osiva. Jde především o sveřep vzpřímený (*Bromus erectus*) a další druhy trav, které byly zralé začátkem července. Lze tak omezit používání kulturních trav, které se doposud do směsí semen v Bílých Karpatech přidávaly. Kartáčování vhodných luk i v jiných regionech by mohlo významně přispět k rychlému zajištění alespoň nosných druhů bez zdlouhavého procesu množení osiva v matečných porostech.

Regionální bělokarpatskou semennou směs dnes tvoří osivo vypěstované v matečných porostech (byliny) a osivo získané kartáčováním původních lučních porostů (především trávy). Každá vysetá směs se v dalších měsících a letech pravidelně sleduje – k tomu se daří formou diplomových prací získávat studenty vysokých škol. Úspěšnost klíčení jednotlivých druhů je přes 90 %. K druhům, které nejlépe vzcházejí, patří kromě trav – sveřepu vzpřímeného a kostřavy žlábkaté – také pampeliška srstnatá (*Leontodon hispidus*), chrpa luční (*Centaurea jacea*), chrpa čekánek (*C. scabiosa*), černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*) a jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*). Některé druhy však vzcházejí až druhým nebo třetím rokem – např. bukvice lékařská (*Betonica officinalis*) nebo tužebník obecný (*Filipendula vulgaris*). Pouze dva vysévané druhy – devaterník velkokvětý tmavý (*Helianthemum grandiflorum* subsp. *obscurum*) a oman vrbolistý (*Inula salicina*) – vzcházely velmi špatně, a proto se již do semenných směsí nepoužívají.

ZO ČSOP Bílé Karpaty vydala metodickou příručku, ve které jsou shrnuty doposud získané zkušenosti se zatravňováním (I. Jongepierová, H. Poková: Obnova travních porostů regionální směsí. Veselí nad Moravou, 2006). Jsou zde také zpracovány návrhy směsí pro 14 vybraných regionů ČR a několik společenstev – ovsíkové louky, sveřepové louky, poháňkové pastviny a smilkové pastviny. Cílem publikace bylo mj. motivovat zájemce z dalších regionů, především zemědělce a úředníky z Ministerstva životního prostředí ČR a Ministerstva zemědělství ČR odpovědné za dotace k používání místního osiva při zatravňování orné půdy.

Obnova degradovaných luk

Upuštění od pravidelného hospodaření na stávajících loukách má za následek buď expanzi dřevin (k tomu se trochu vrátíme v dalším dílu seriálu) nebo konkurenčně silných bylinných dominant, které uchycení dřevin brání, někdy i dlouhodobě. Expanze konkurenčně silné dominanty s sebou většinou nese výrazný pokles druhové diverzity. K zablokování sukcese na zanedbaných loukách konkurenčně silnou dominantou dochází většinou na dostatečně vlhkých místech bohatých živinami, např. v nivách řek. Tam je častá chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*). Podobně mohou expanzi dřevin bránit např. ostřice třeslicovitá (*Carex brizoides*), tužebník

6

7

6 Spontánně zatravněné pole u obce Dolní Kožlí v Pošumaví, stáří 30 let. Foto K. Lencová

7 Pohled na komplex bělokarpatských luk zatravněných regionální travní směsí – v pozadí. V popředí jsou vidět referenční trvalé louky. Foto K. Prach

jilmový (*Filipendula ulmaria*) nebo třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Obnova pravidelné seče může vést někdy i k rychlému ústupu dominantního druhu a uchycení řady konkurenčně slabších druhů, jak je vidět na příkladu z nivy Lužnice (viz dále). Někdy je však obnova pomalá, až téměř nemožná (např. v případě úplné dominance ostřice třeslicovité). S obnovou rozmanitých zanedbaných luk má mnohostrannou zkušenost ochrana přírody při managementu chráněných území. Ve většině případů uspořádání ploch v takovémto ochranářském managementu neumožňuje rigorózní vědecké hodnocení výsledků pomocí statistických metod. Je to pochopitelné, z provozních technických důvodů nelze plochy třeba náhodně uspořádat.

V letech 1986–96 probíhal rozsáhlý ekologický výzkum nivy řeky Lužnice v jižní části Třeboňské pánve a v rámci toho i pokus s obnovou zanedbaných lučních porostů. V části nivy, která se předtím asi 20 let neobhospodařovala, byla obnovena pravidelná seč podél transektu od terasy k řece (obr. 5). Během pouhých čtyř let téměř vymizely dominanty chrastice rákosovitá a kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a expandovala žádoucí psárka luční. Počet druhů na celém transektu se téměř ztrojnásobil, přibyly hlavně druhy typické pro nivní louky. Po skončení experimentu však celý porost opět rychle degradoval a vrátil se prakticky k předchozímu stavu, jak je vidět z tabulky. Rychlou obnovu do značné míry podpořily pravidelné krátkodobé záplavy, které přinesly semena rostlin.

Obnova intenzivně využívaných a často silně hnojených (eutrofizovaných) luk je procesem spíše dlouhodobým. Poté, co se přestane hnojit a intenzita seče či pastvy se sníží, velmi záleží na tom, jaké luční druhy rostou v blízkém okolí (to ostatně vždy, když spoléháme na spontánní sukcesi). Tyto druhy pak mohou postupně dosycovat obnovující se porost. To ilustruje následující příklad.

V lukařsko-pastvinářské stanici v Závišíně byl v r. 1966 založen poměrně rozsáhlý experiment zjišťující vliv různého hnojení dusíkem (0–320 kg/m^2/rok) na travní porost. Podhorská louka byla rozorána, oseta běžnou travní směsí a do r. 1990 hnojena odstupňovanými dávkami dusíku (obr. 4) a pravidelně kosena. V r. 1990, po skončení experimentu, na nejvíce hnojených plochách dominoval medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*). Průměrný počet druhů činil pouze cca pět na ploše 4×2 m, zatímco na kontrolních plochách, které byly jen koseny a nehnojeny, byl průměrný počet cca 18 druhů. Očekávali jsme, že po skončeném hnojení (a pokračujícím kosení) se bude počet druhů na hnojených plochách zvyšovat a postupně blížit kontrolám. Počet druhů v následujících 16 letech ale výrazně vzrůstal i na kontrolách (obr. 4). Vysvětlit to lze celkovým vzrůstem počtu druhů v příslušném krajinném úseku po skončení intenzivního zemědělského hospodaření. Příklad ukazuje značnou schopnost zemědělské krajiny obnovit druhové bohatství na dříve intenzivně využívaných plochách. Jsou známy ale i příklady, kdy obnova takto rychle neběží.

Tab. 1 Změny pokryvnosti dominant (v %) a počtu druhů v průběhu experimentu (1989–94) s obnovou luk v nivě Lužnice a po jeho skončení (1998, 2001). Rok 1989 odpovídá stavu před obnovením pravidelné seče.

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1998	2001
Psárka luční (*Alopecurus pratensis*)	14,4	20,3	21,8	26,5	33,1	30,4	23,5	11,6
Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*)	28,0	35,1	9,5	4,4	0,7	0,9	32,8	37,0
Kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*)	18,4	7,8	2,6	0,2	0,1	0,0	1,8	13,6
Celkový počet druhů na transektu	28	48	61	71	79	70	31	29
Průměrný počet druhů na 1 m^2	4,0	7,3	8,9	6,9	8,1	8,2	5,0	4,5
Počet lučních druhů	3	4	14	17	19	18	6	6

8 Aktuální ilustrace lučního komplexu u Dlouhé Třebové, jehož problematika v souvislosti s výstavbou železniční estakády byla popsána v Živě (2003, 6: 244). Poté, co byla v r. 2008 zcela novým zásahem zničena narušením povrchového krytu a zřízením navážky jediná mikrolokalita společenstva *Valeriano dioicae–Caricetum davallianae* v rozsáhlém lučním komplexu, dalo by se teoreticky uvažovat o možném způsobu obnovy popsaném v textu, tj. přenesením semenné zásoby příslušných druhů z nejbližší, již ojedinělé, asi 5 km vzdálené lokality (ta je v měřítku okresu možná poslední). Předpokladem by byla obnova vodního (půdně-vlhkostního) režimu. Zachycen je jediný vykvetlý exemplář prstnatce májového (*Dactylorhiza majalis*) na okraji někdejšího porostu. Ve zbytkovém společenstvu původní krátkostébelné zrašelinělé louky s ostřicí Davallovou (*Carex davalliana*) kromě desítek exemplářů prstnatce přežívala do r. 2008 garnitura dalších mokřadních rostlin, převážně zařazených do červeného seznamu chráněných druhů, např. škarda měkká čertkusolistá (*Crepis mollis* subsp. *hieracioides*), kozlík dvoudomý (*Valeriana dioica*) a další. Foto P. Kovář

Závěr

Louky a pastviny jsou výrazným zdrojem biodiverzity v naší krajině (např. na Šumavě hostí až dvě třetiny druhů tamější flóry, Prach a kol. 1997). Často jsou významnými refugii (útočišti) druhů mizejících z naší krajiny, omezují erozi, zlepšují mikroklima, mohou působit jako ochranné pásy (buffer zones) vůči splachům apod. Zároveň je můžeme považovat za kulturní dědictví a svědka 7,5 tisíce let trvajícího zemědělského hospodaření v naší krajině. Výrazným způsobem se podílejí na pestrosti mozaiky krajiny a spoludodávají jí její malebný charakter. Proto by se jejich obnově měla věnovat náležitá pozornost. Za zhoubné ve většině případů považujeme zalesňování luk, zvláště monokulturním způsobem. Velmi destruktivní účinky na biotu luk mohou mít jinak dobře míněné dotační programy, kdy se třeba během několika málo dnů posekají všechny louky v určité krajině a příslušná firma získá dotace. Zničí se tak často živná rostlina nějakého vzácného druhu hmyzu, který může v dané krajině naráz vyhynout. Dlouhodobě pak může docházet i k ochuzování flóry, protože řada lučních druhů nestačí odplodit, když se louky posečou více let v příliš časné fázi vegetační sezony.

Základem pro obnovu luk a pastvin by měl být přístup diferencovaný v čase a prostoru a odpovídající konkrétnímu typu louky. V případě obnovy luk na orné půdě se lze v našich podmínkách ve většině případů spolehnout na spontánní sukcesi, je však nutné začít porost včas kosit nebo pást.

Karel Prach, Magda Jonášová, Miroslav Svoboda

Ekologie obnovy narušených míst V. Obnova lesních ekosystémů

Jak názorně ukazuje geobotanická rekonstrukční mapa (Mikyška 1968) nebo mapa potenciální vegetace (Neuhäuslová a kol. 1998), jsou lesní ekosystémy potenciálním klimaxovým stadiem na naprosté většině území státu, vyjma nejvyšších horských poloh, silně zamokřených míst a maloplošně v nejsušších a nejteplejších oblastech. Tyto mapy zároveň ukazují, jaké by teoreticky mohlo být jedno z cílových stadií (target stage) v ekologii obnovy příslušného místa. Realisticky ale málokdy jde o obnovu přímo takového hypotetického koncového stadia, i když v případě obnovy přirozenějšího složení stávajících lesních porostů by tomu tak být mohlo, ba přímo mělo, a zmíněné mapy jsou pro to dobrým vodítkem.

V souvislosti s obnovou lesních ekosystémů je nutné připomenout, že nejméně lesů u nás bylo v období od 14. do 18. stol. (pokrývaly asi 20 % našeho území), od té doby rozšíření lesů stoupalo na současných cca 33 % rozlohy státu. V naprosté většině šlo ale o obnovu technickými lesnickými metodami, většinou cestou výsadby monokultur stanovištně neodpovídajících dřevin, z ekologického hlediska naprosto nevhodných. Tento fakt byl historicky dán zvýšeným požadavkem společnosti na produkci dřevní hmoty. V současné době jsou však požadavky společnosti na les mnohem rozmanitější. Této a další lesnické problematice se v Živě podrobně věnoval seriál J. Fanty (2007, 1–6), na který v tomto článku odkazujeme a částečně v některých směrech navazujeme. Jsou v něm mimo jiné nastíněny možnosti obnovy přirozenějšího druhového složení našich lesů. V této části se věnujeme jak obnově nynějších lesů, tak lesních porostů na nelesní půdě. Za les zde budeme považovat jakékoli porosty s větším zastoupením dřevin stromového vzrůstu, bez ohledu na to, zda je konkrétní lokalita administrativně vedena v kategorii lesní nebo nelesní půdy. Pokud jde o obnovu lesních porostů na nelesní půdě, navazujeme zde částečně na II. a IV. díl tohoto seriálu (Živa 2009, 2: 68–72; 4: 165–168).

Spontánní obnova lesních porostů na nelesní půdě

Na opuštěné orné půdě se spontánními sukcesními pochody obnoví porosty dřevin stromového vzrůstu většinou tak po 40 až 80 letech od opuštění pole. Tyto porosty navazují většinou na křovinatá sukcesní stadia. Jak nám ukazují některá nejstarší opuštěná pole v Doupovských horách (60 let po opuštění, obr. 2) nebo v Českém krasu (40 a více let, obr. 3), nejčastějšími dřevinami těchto pozdních sukcesních stadií jsou osika (*Populus tremula*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*) a babyka (*A. campestre*). Nástup dřevin v sukcesi na opuštěných polích bývá omezen na suchých stanovištích fyziologicky nedostatkem vody, naopak na velmi úživných (tj. dostatečně vlhkých a živinami bohatých) konkurencí bylinného patra. V pozdních sukcesních stadiích se někde uplatňují i druhy klimaxových lesů – buk, dub, habr. Protože nemáme podchycena starší stadia opuštěných polí, než je cca 80 let, těžko můžeme nyní říci, jak rychle poběží spontánní obnova porostů blížících se předpokláda-

1 Krátkostébelné, nízkoprodukční louky zarůstají po jejich opuštění zpravidla velmi rychle. V popředí je dva roky nekosená louka s počínající expanzí dřevin. V pozadí 10 let starý porost. Šumava (2009). Snímky K. Pracha, pokud není uvedeno jinak

nému klimaxu. Může to zjevně trvat i staletí, nebo nemusí dojít k obnově vůbec. Chybějí totiž často zdroje diaspor výše uvedených druhů v okolní krajině a nástup těchto listnáčů často brzdí okus přemnožené zvěře, jak o tom ještě bude řeč. Proto předpokládáme spíše uplatnění snadno šiřitelných, nebo zvěři méně chutnajících druhů – břízy, borovice, někdy jasanu a bohužel i invazního akátu.

Rámcově totéž, co bylo výše napsáno o obnově lesa na orné půdě, se děje i při zarůstání opuštěných luk a pastvin. I zde platí, že na úživnějších, produkčních stanovištích mnohdy bylinné patro brání uchycení dřevin, často prostřednictvím nahromaděné vrstvy odumřelé biomasy. To platí např. pro opuštěné nivní louky, kde často dominuje chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), nebo v horských polohách třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Naopak velmi snadno dřevinami zarůstají živinami chudé krátkostébelné louky, kde mají dřeviny uvnitř porostu dostatečný prostor k vyklíčení (obr. 1). Do opuštěných krátkostébelných luk snadno pronikají bříza, borovice, v horských oblastech i smrk, na vlhkých stanovištích vrby. V kompaktním trávníku se naopak špatně uchycují olše (*Alnus glutinosa* a *A. incana*), které dobře klíčí na holé půdě, v případě luk po nějakém mechanickém narušení. Na některých loukách je tedy možné vidět velmi rychlý nástup dřevin již v prvních letech po jejich opuštění, jindy se mohou dřeviny uplatnit až za dost dlouhou dobu a postupně. Často záleží na vzájemných konkurenčních vztazích s bylinami, na zdrojích diaspor v okolí (včetně výskytu semenných roků) a třeba i chodu počasí v jednotlivých letech. Pro některé dřeviny (a platí to nejen pro ně) se může otevřít tzv. sukcesní okénko třeba jen jednou za čas, kdy se pak během jednoho roku masově uchytí (např. při kombinaci semenného roku a vlhkého jara). Uchycení dřevin ve vztahu ke gradientům vlhkosti a živin na opuštěné zemědělské půdě (polích nebo loukách a pastvinách) shrnuje obr. 5.

Spontánní obnovu lesních porostů můžeme pozorovat i leckde jinde, např. na zbořeništích (tam bývá rychlá, protože na takových místech se konkurující bylinné patro tvoří pomalu), či na jiných opuštěných místech (obr. 4). Některé další příklady týkající se rozmanitých narušených míst byly uvedeny ve II. a III. dílu seriálu (Živa 2009, 2: 68–72; 3: 116–119).

Umělé zalesnění na nelesní půdě

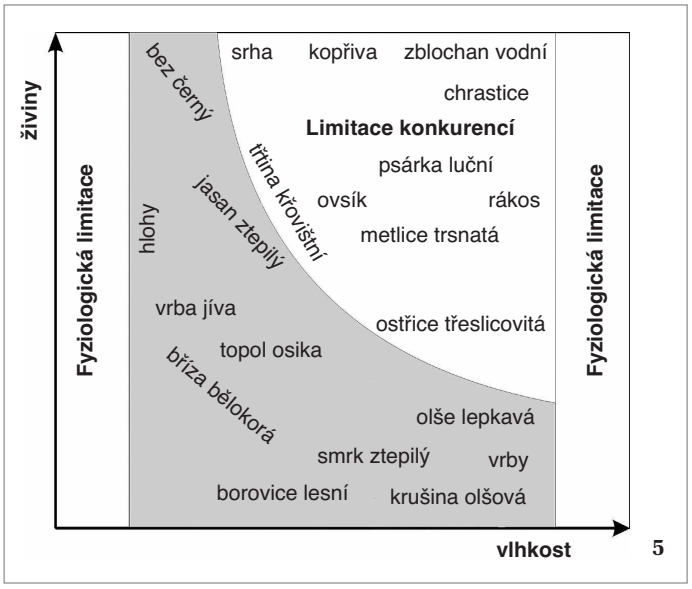
Umělé velkoplošné zalesňování nelesní půdy je další kontroverzní téma. Česká krajina je z větší části kulturní, a proto bychom se měli snažit udržet pestrou krajinnou mozaiku se zastoupením lesních i nelesních porostů. Často se totiž zalesňují cenné nelesní lokality, např. malé luční či prameništní enklávy uprostřed lesů, nebo se spojují lesní celky na úkor sousední nelesní půdy. Nemluvě o tom, že oblíbenou dřevinou některých našich lesníků je stále smrk, často se sází téměř všude a bez ohledu na stanovištní poměry. Zalesňování nelesní půdy smrkem v nižších lesních vegetačních stupních se ve světle potenciální klimatické změny jeví jako nedostatečně promyšlené. Bohužel se toto děje velmi často za podpory různých dotačních programů na zalesňování zemědělské půdy. Jako odstrašující, ale ilustrativní příklad lze uvést zalesnění smrkem staršího opuštěného pole s již vyvinutou polostepní vegetací pozorované před několika lety na hraně vápencového kaňonu Berounky v CHKO Český kras, v samotném sousedství NPR Karlštejn. Většina smrků v následujících letech naštěstí uschla. Ne však na jiných dalších uměle zalesněných cenných místech. Vysloveně nevhodnými dřevinami používanými stále ještě k novým výsadbám jsou i nepůvodní a invazní druhy, především borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) a dub červený (*Quercus rubra*). Jejich výsadby se posléze stávají ohnisky šíření těchto druhů do okolních porostů.

Problematické jsou rozmanité dotace paušálně podporující zalesnění nelesní půdy bez ohledu na biologickou hodnotu dané lokality, stanovištní podmínky a použitou dřevinu. Velkoplošné zalesňování nelesní půdy by bylo žádoucí podpořit v některých silně odlesněných a především nadměrně zorněných částech státu (oblasti jižní Moravy, Polabí), avšak jen dřevinami odpovídajícími danému místu. V jiných případech pak diferencovaně, např. v sousedství komunikací, zástavby aj.

Přirozená versus umělá obnova ve stávajících lesích

Prosazení přirozené obnovy v našich lesích naráží na názor části lesníků, kteří stále nahlížejí na umělé vysazování především smrku jako na ekonomicky nejvýhodnější způsob obnovy lesa. Přitom spontánní obnova lesních porostů má ve

2 Les s dominancí jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) vznikl spontánní sukcesí na zhruba 60 let starém opuštěném poli v Doupovských horách.
3 Pestrý porost dřevin na asi 80 let starém opuštěném poli v Českém krasu. Na ploše 25 m^2 zde bylo zaznamenáno 12 druhů dřevin.



srovnání s obnovou umělou mnoho ekologických, ale částečně i ekonomických výhod a v četných evropských zemích se v hospodářských lesích zcela běžně využívá. Většina našich druhů dřevin, pokud jsou v dosahu semenné stromy, zmlazuje obvykle velmi snadno a rychle (obr. 6). Na druhou stranu ani přirozená obnova nemůže vše zachránit. Pokud se v horním stromovém patře vyskytuje jen smrk, přirozenou obnovou zase vyroste pouze smrk. V tomto případě je pak na místě i umělý zásah, který zajistí vnesení chybějících druhů dřevin do porostu. Pořád jsme ale svědky toho, že i do spontánně zmlazeného např. bukového porostu se opět sází smrk (obr. 7), případně i jiné, někdy i nepůvodní dřeviny, a bukový nálet se vykácí, aby neomezoval růst vysázené kultury. Přirozená obnova původními dřevinami by samozřejmě měla být dominantním způsobem lesního hospodaření ve zvláště chráněných územích. Na těchto lokalitách mají orgány ochrany přírody i určité legislativní nástroje k tomu, aby ji podpořily.

Jedním z nejkontroverznějších metod obnovy některých lesních porostů je tzv. velkoplošná příprava půdy, kdy se po holosečném smýcení porostu zbylé pařezy odfrézují a paseka se před osázením zoře (obr. 9). Jde o velmi radikální zásah, který ničí populace vzácných druhů rostlin i bezobratlých (Živa 2007, 6: 266–268 a kulér tohoto čísla str. LXXXV). Odstraní se nejen přirozený nálet dřevin, ale i bylinné patro předchozího lesa. Navíc se tím otevře cesta různým ruderálním a invazním druhům. Tento způsob obnovy se používá na vybraných stanovištích především borových a lužních lesů. V současné době jsme svědky tohoto naprosto destruktivního přístupu např. v jednom z našich nejcennějších lesních komplexů na soutoku Moravy a Dyje, navíc v nedávno vyhlášené biosférické rezervaci.

K nerespektování spontánní obnovy stále dochází i např. v nejcennějších prvních zónách NP Šumava, kde je Správa NP vystavena neustálému tlaku ze strany různých zájmových lobbistů a nezodpovědných ekologicky nevzdělaných politiků, kteří neznají reálnou situaci (nebo jen z letadla) a celé kauzy využívají pouze k politické propagandě (k problematice šumavských smrčin více také Živa 2009, 2: XVII–XVIII a Živa 2001, 2: 63–64). Souhrnně lze říci, že tam, kde je spontánní obnova místu odpovídajících dřevin dostatečná, lze se na ni spolehnout. Je to v mnoha případech levné a obnova ekologicky stabilního lesa bývá zaručena. Ve smrkových monokulturách mají mimořádný význam pionýrské listnáče jako bříza a jeřáb, které zlepšují půdní vlastnosti stanovišť negativně poznamenaných pěstováním smrku a celkem snadno se šíří i na velké vzdálenosti od semenných stromů. Ve starších smrkových monokulturách ale často

4 Dřeviny mohou v našich klimatických podmínkách poměrně snadno zarůstat rozmanitá opuštěná místa. Foto L. Oplatková

5 Graf rámcově shrnuje uplatnění dřevin v sukcesi na opuštěné zemědělské půdě (polích, loukách i pastvinách) a dalších opuštěných místech ve vztahu ke dvěma hlavním faktorům prostředí – vlhkosti a obsahu živin v půdě. Uchycení dřevin je limitováno fyziologicky na velmi suchých a velmi vlhkých stanovištích a konkurencí bylinného patra na vysoce produkčních, tj. dostatečně vlhkých a živinami bohatých lokalitách. Znázorněny jsou nejčastější dominanty bylinného patra, které brání uchycení dřevin. Upraveno podle K. Pracha (2009)

6 Příklad snadné a rychlé přirozené obnovy na pasece s ponecháním semenných stromů. Bučina na Drahanské vrchovině (2007)

7 Zcela zbytečný převod bukového lesa na smrkovou monokulturu v situaci, kdy přirozená obnova buku je snadná a rychlá. Nízký Jeseník (2008)

8 Spontánní sukcese dřevin na imisních holinách v Krušných horách cca 22 let po odumření smrkové monokultury. Je to jeden z mála případů, kde na imisních holinách nebylo provedeno umělé zalesnění.
9 Z ekologického hlediska zcela destruktivní způsob obnovy lužního lesa tzv. velkoplošnou přípravou půdy. Polabí (2008)
10 Rozdíl v přirozené obnově v oplocenkách a mimo ně dokumentuje negativní vliv zvěře. Přírodní rezervace Velký Blaník

dobře zmlazují i jiné listnáče, čehož lze využít při přeměně těchto porostů na smíšené. Tam, kde spontánní obnova není dostatečná, je žádoucí obnova umělá, avšak s použitím dřevin odpovídajících místu. Dnes existuje nařízení lesního zákona, které praví, že při obnově lesního porostu je nutné v závislosti na stanovištních podmínkách použít určité procento melioračních a zpevňujících dřevin, jako jsou různé druhy listnáčů, případně jedle. Toto zákonné nařízení se však v lesnické praxi velmi často obchází. Po uplynutí zákonné lhůty, po kterou musí být tyto dřeviny v porostu přítomny, dojde k jejich odstranění nebo je další péče zanedbána, takže z porostu vymizejí a opět převládne smrk.

Velkým problémem, který redukuje spontánní i umělou obnovu, je také okus přemnoženou zvěří (obr. 10) – v obrovském rozsahu ničí hlavně listnáče a jedli (Živa 2000, 6: 278–280). Na příkladu Krušných hor bylo spočteno, že současný stav jelení zvěře desetinásobně převyšuje přirozenou únosnost území (Bláha a Kotecký 2008). Byly vyčísleny i přímé škody na lesních výsadbách, které se odhadují na 1,5 miliardy Kč za rok pro celé území státu. Problém uměle vyvolali hlavně myslivci a platné zákonné předpisy, které umožnily po celá léta nepravdivě vykazovat nižší stavy zvěře, než byly skutečné. Současné přemnožení zvěře v naší krajině považujeme za zásadní omezení pro obnovu přirozenějšího druhového složení našich lesů, ať již spontánní nebo umělou. Připomínáme, že nejde samozřejmě jen o druhové složení samo o sobě. Lesy s přirozenou skladbou druhů a rozrůzněnou věkovou a prostorovou strukturou plní mnohem lépe řadu důležitých ekologických funkcí, jsou odolnější k přemnožení hmyzu, velkoplošným polomům apod.

Závěr

Závěry uvedené v článku se nemusejí nutně týkat všech našich lesů. Předpokládáme, že i nadále budou existovat lesy zaměřené především na produkci (plantáže na dřevo), kde hlavním cílem bude získat co největší množství kvalitního dřeva. Takové lesy by ale neměly převažovat a naopak by jich mělo ubývat, jak se to děje v některých vyspělých zemích. Stále více bychom měli spoléhat na přirozenou obnovu (obr. 8). Les by měl plnit více funkcí. Druhově a prostorově rozrůzněný les např. zadrží více vody než monokultura, což je obzvláště důležité v souvislosti s hrozbou povodní. Významné jsou rovněž půdoochranné funkce, pozitivní vlivy na klima, udržení biodiverzity jako celku, rekreační funkce aj. Proto se obnově přirozenějšího druhového složení a struktury lesa věnuje v ekologii obnovy hodně pozornosti. K tomu snad i u nás napomůže Národní lesnický program schválený v r. 2008 vládou, ve kterém se zdůrazňuje mnoho prvků přírodě blízkého hospodaření. Je otázka, jakým způsobem se podaří prosadit tento program do praxe, jak se k němu postaví lesnický provoz a především jak se podaří uplatnit ho alespoň ve státem vlastněných lesích. Lesy jsou z principu přírodním bohatstvím celé společnosti. Hospodaření v nich by mělo respektovat současné vědecké poznatky a naplňovat i ostatní funkce lesa, nejen funkci hospodářskou. Ve zvláště chráněných územích by pak mělo dodržovat zájmy ochrany přírody nebo se jim přímo podřídit.

Pro obnovu nebo zachování biodiverzity lesních porostů je podstatné na jedné straně ponechat významné rozlohy lesa především v národních parcích a rezervacích samovolnému vývoji včetně působení přírodních narušení. Na druhé straně pro zachování biodiverzity v některých typech lesa především v nižších polohách je důležitá obnova tradičního lesnického managementu, jako např. výmladkové hospodářství. I v běžných hospodářských lesích by obhospodařování mělo napodobovat přirozené procesy včetně přírodních narušení a ponechávání neživé části dřevní hmoty v porostu. S ohledem na zachování struktury naší krajiny považujeme za nežádoucí rozsáhlejší zalesňování, včetně spontánní sukcese na opuštěné zemědělské půdě, s výjimkou některých hodně odlesněných oblastí.

Karel Prach

Ekologie obnovy narušených míst VI. Shrnutí a závěrečné poznámky

V předcházejících pěti dílech seriálu (Živa 2009, 1–5) se nám snad podařilo představit mladý dílčí obor ekologie a ilustrovat jej hlavně příklady z České republiky. I za pouhé tři čtvrtiny roku od napsání první části je možné zaznamenat další rozvoj ekologie obnovy, jak bylo patrné na celosvětové konferenci v australském Perthu nebo jak ukazuje zvláštní sekce v renomovaném časopisu Science (2009, 5940: 525–574). V tomto článku jsou shrnuty některé obecnější aspekty oboru, čímž tento díl do určité míry navazuje na díl první.

Potenciál spontánní obnovy

Jak už bylo ilustrováno (hlavně v II. dílu, Živa 2009, 2: 68–72), v mnoha případech se můžeme spolehnout na spontánní (přirozenou) obnovu i v případě hodně degradovaných stanovišť. Neplatí to pro příliš extrémní stanoviště, jakými jsou substráty silně kyselé (obr. 1), toxické nebo příliš suché (spíše v jiných klimatických oblastech), nebo někdy místa eutrofizovaná, tj. živinami příliš bohatá. Na eutrofizovaných stanovištích obnovu často blokuje nějaká konkurenčně silná dominanta (obr. 2), někdy i cizího původu. Nepůvodní druhy mohou spontánní obnovu znevýhodňovat především v oblastech světa hodně invadovaných cizími druhy, jako jsou jihozápad Spojených států, Austrálie či některé ostrovy (viz také Živa 2009, 1: 11–14). U nás může být takovou hrozbou především akát, jestliže se vyskytuje v okolí narušeného místa, jak už bylo rovněž zmíněno. Další invazní druhy se výrazně uplatňují spíše výjimečně.

Na obr. 6 vidíme, jak se mění preference spontánní obnovy a technických rekultivací v závislosti na obecném ekologickém gradientu stresu a produktivity. Tam, kde působí nějaký extrémní faktor prostředí (např. sucho, nízké pH, absolutní nedostatek živin), mohou být výhodná některá opatření (pohnojení, povápnění, mulčování, postřik vodou v době klíčení semen apod.), včetně výsadeb už vzrostlých jedinců, čímž se překoná nejcitlivější fáze života rostlin – fáze malých semenáčků. Uchycení cílových druhů je na takových stanovištích limitováno fyziologicky. Je však nutné připomenout, že i dlouhodobě nezarostlá místa mohou významně přispívat ke stanovištní diverzitě a tím i diverzitě druhové, např. v případě hub, bezcévných rostlin nebo některých skupin hmyzu vázaných na takováto stanoviště. Na opačném konci gradientu, na místech příliš bohatých živinami, je např. žádoucí potlačit konkurenčně silnou dominantu vysekáním nebo vytrháním, v odůvodněných případech i použitím herbicidů. I zde lze vysázet odrostlé jedince cílových druhů a tím překonat konkurenční bariéru, která nejvíce působí na stadia klíčících rostlin a semenáčků. Pozice obnovovaného místa na gradientu stresu a produktivity má některé další ekologické souvislosti naznačené v obrázku.

Úspěšná spontánní obnova je pravděpodobnější v krajinách méně ovlivněných lidskou činností, kde se v okolí vyskytuje dostatečné množství cílových druhů, které mohou narušené místo kolonizovat. Na více příkladech z našeho území (lomy, pískovny) jsme ukázali, že až 98 % cílových druhů rostlo do 100 m od okraje těžebního prostoru (viz též II. díl). Čím je krajina více pozměněná, tím více se v ní nachází plevelných nebo invazních druhů a přirozená obnova, ve smyslu uchycení žádoucích (cílových) druhů, je obecně méně účinná. Někdy se v ekologii obnovy musíme smířit i se vznikem zcela nových ekosystémů (novel ecosystems) tvořených neobvyklými kombinacemi druhů, včetně těch nepůvodních. Svoji roli v rychlosti a směru obnovy hraje i rozloha narušeného místa. Malá stanoviště se většinou rychle začlení do okolí sama.

Přes svůj velký potenciál je spontánní sukcese v ČR alespoň dodatečně uznána jako dobrá cesta obnovy ekosystémů jen v méně než asi 0,05 % rozlohy narušených stanovišť, jako jsou těžební prostory, výsypky, opuštěná pole, okraje silnic a industriální a stavební plochy. Potenciál pro spon-

1 Ukázka zablokované sukcese na příliš kyselé Lítovské výsypce na Sokolovsku. Sukcesi lze nastartovat navezením příznivějšího materiálu, avšak i nezarostlé plochy jsou cenné. Mohou hostit skupiny organismů vázaných právě na taková místa. Snímky K. Pracha, pokud není uvedeno jinak

2 Ukázka zablokování sukcese konkurenčně silným druhem, v tomto případě třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*) na opuštěném poli bohatém živinami. Třtinu by bylo možné alespoň částečně potlačit buď pravidelnou sečí několikrát ročně, nebo pole osázet domácími dřevinami odpovídajícími stanovišti, pokud bychom chtěli obnovit druhově a strukturně bohatší porost.

3 Z hlediska biodiverzity nevhodná obnova vodních nádrží (financováno Státním fondem životního prostředí ČR v rámci Operačního programu Životní prostředí a EU, náklady 1 126 tisíc Kč). Rakovnicko, jaro 2009. Foto J. Prach

4 Jednorázové velkoplošné kosení luk je z biologického hlediska obecně nežádoucí, zvláště provádí-li se po více let ve stejnou dobu. Může dojít k předčasnému pokosení živné rostliny pro nějaký význačný druh hmyzu, a tím k jeho okamžitému vymizení z krajiny. Nedozrají-li opakovaně semena některých rostlinných druhů, i ty postupně ustoupí až vymizí. Podmínkou příslušných dotací by mělo být zajištění časo-prostorové heterogenity takovéto seče, včetně občasného ponechání některých částí neposečených.

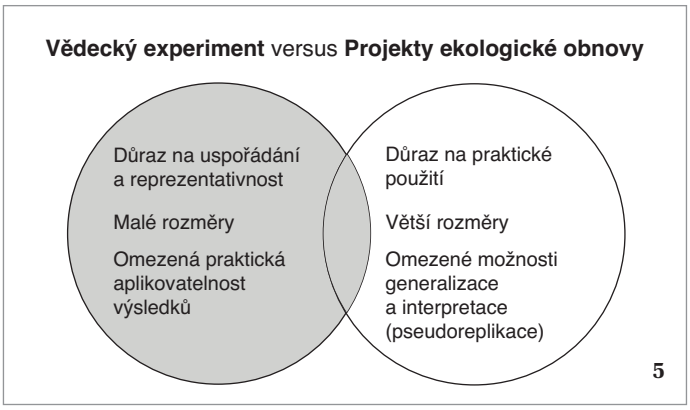
5 Porovnání vědeckých experimentů a projektů ekologické obnovy. Přes důraz na různé parametry se ekologická obnova bez vědeckých podkladů neobejde (blíže v textu).

6 Měnící se preference spontánní sukcese a technických rekultivací podél ekologického gradientu stresu a produktivity. Podle: K. Prach a R. J. Hobbs (2008), podrobnosti jsou uvedeny v textu.

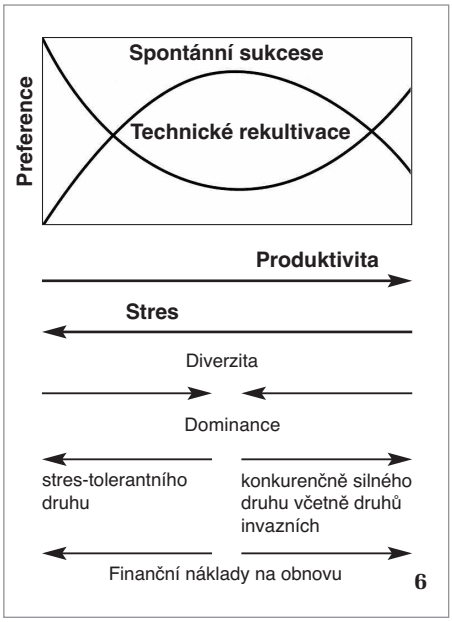
2

3

4



5



6

tánní obnovu má však zhruba 95 % těchto stanovišť. Je zajímavé, že 16 % chráněných území ve středních Čechách se nachází v bývalých těžebních prostorech či jiných antropogenních tvarech povrchu, v hlavním městě Praze dokonce třetina. Ve všech případech byla tato místa ponechána spontánní sukcesi, bez technických rekultivací. Někdy je nutné vracet sukcesi zpět např. odstraňováním náletů dřevin, aby byl zachován předmět ochrany.

Stanovištní heterogenita – předpoklad obnovy biotické diverzity

Důležitým aspektem obnovy v naší krajině je udržení stanovišť chudých živinami (oligotrofních), kompaktně nezarostlých ubikvistními (rostoucími v širokém spektru stanovišť) druhy. Tato stanoviště z naší krajiny výrazně vymizela a stále jich ubývá. Rozumně prováděné těžební či stavební aktivity mohou pomoci taková místa vytvořit. Žádoucí je udržet nebo i obnovit živinami chudé louky a pastviny i lesní porosty. V lesích by bylo místy dobré vrátit se ke starým způsobům obhospodařování, k pařezinám a pastevním lesům, případně k vyhrabávání steliva, kterézto aktivity dlouhodobě snižují obsah živin v půdě. Z přírodovědného hlediska je většinou žádoucí otevřený charakter krajiny s mozaikou dřevin, travnatých porostů a mokřadů – často ji poskytují nerekultivovaná stanoviště narušená těžbou. To mají rádi nejen botanici, ale i ornitologové, entomologové aj. a takovou mozaiku většinou pozitivně vnímá i veřejnost. Strukturní diverzita vegetace silně podporuje diverzitu jiných skupin organismů. Proto je mimo jiné žádoucí udržet reliéfovou a managementovou pestrost obnovovaných míst, nikoli povrch uniformně zarovnat, osít či osázet, nebo zde monotónním způsobem hospodařit (obr. 4).

Pro udržení nebo i vytvoření mozaikovitosti vegetace je tudíž někdy žádoucí vrátit sukcesi zpět směrem k mladším sukcesním stadiím (tzv. rejuvenace) cestou řízených technických zásahů. Bylo by vhodné s tím počítat v budoucích projektech obnovy tak, jak se už dnes v některých chráněných územích děje formou ochranářského managementu. V případě míst vytvořených těžbou by těžební organizace mohly z povinných rekultivačních fondů místo drahých a ekologicky většinou nežádoucích rekultivací financovat právě tyto řízené rejuvenační zásahy.

Na co v seriálu nedošlo

V našem seriálu jsme se blíže nezabývali obnovou vodních ekosystémů, jako jsou rybníky, přehrady, vodní toky. Tudíž tuto problematiku alespoň velmi stručně připomeneme, protože představuje důležitou součást ekologie obnovy. Hlavním problémem u nás je přetrvávající eutrofizace vodních toků a nádrží, i když třeba v případě toků se díky čističkám kvalita vody v posledních 20 letech výrazně zlepšila. Dějí se i pokusy revitalizovat některé vodní nádrže, hlavně přehrady, kde vysoký obsah živin projevující se masivním rozvojem vodního květu (především toxických sinic) brání rekreačnímu využití nebo zhoršuje kvalitu pitné vody. To vše je však poněkud speciální problematikou pro hydrobiology. V rámci rozmanitých snah udržet více vody v krajině se tzv. obnovují nebo nově budují různé malé rybníčky, poldry a další nádrže. Dochází k tomu však často zcela nevhodným způsobem, kdy se vytvoří i mimo vlastní hráz strmé břehy, převážně obložené kamením či betonovými tvárnicemi (obr. 3). To nemá s ekologickou obnovou nic společného. Základním požadavkem pro obnovu nádrží je vytváření povlovných břehů bez materiálů cizích místu. To platí i o velkoplošných nádržích vznikajících na místě vytěžených povrchových dolů nebo pískoven. Z hlediska ekologie obnovy je žádoucí, aby břehy byly co nejvíce členité. Do budoucna by si jistě zasloužily ekologickou obnovu i rybníky dnes bezohledně využívané, ba přímo drancované rybář-

skými firmami. Odstrašujícím případem jsou třeba rybníky na Třeboňsku, jejichž přírodní hodnota se neustále snižuje. O problematické revitalizaci říčních systémů, podporované hlavně v 90. letech značnými dotacemi Ministerstva životního prostředí, jsme se již zmínili.

Důležitost vědeckých podkladů

Úspěšná ekologická obnova musí nutně vycházet z vědeckých poznatků, přičemž i v ekologii jako takové je základním metodickým přístupem experiment. Také v ekologii obnovy nějakého místa by bylo žádoucí předem uskutečnit dobře založený experiment, na to však většinou není čas. Navíc, pokus musíme uspořádat tak, aby se výsledky daly statisticky vyhodnotit, tj. abychom měli především dostatek nezávislých opakování a experimentální plochy byly reprezentativní. Tyto požadavky nás nutí použít malé plochy o velikosti většinou do několika m^2. Můžeme si to třeba představit na příkladu vlivu seče na louku. Z hlediska vědeckého experimentu není možné třeba horní půlku louky sekat a druhou nechat nesečenou jako kontrolu, i když každou část s velkým množstvím vzorkových ploch, např. fytocenologických snímků, odběrů půdních vzorků či pastí. Ty by byly tzv. pseudoreplikacemi. Mohlo by se totiž stát, že vliv seče přehluší, nebo alespoň silně ovlivní např. rozdíly ve vlhkosti horní a dolní části louky. Musíme proto kosené a nekosené plošky promíchat a to velmi komplikuje technické zajištění experimentu ve větším prostorovém měřítku a alespoň při pěti opakováních v každé variantě. Naopak praktické ekologické obnově jde většinou o to, aby zajistila vhodný zásah na co největší ploše. Výsledky z malých ploch se navíc mohou lišit od toho, jak se obnova realizuje na plochách velkých (jiné vstupy semen, jiné mikroklima, jiná aktivita herbivorů

7 Koniklec velkokvětý (*Pulsatilla grandis*) na odvalu vápencového lomu na Hádech u Brna

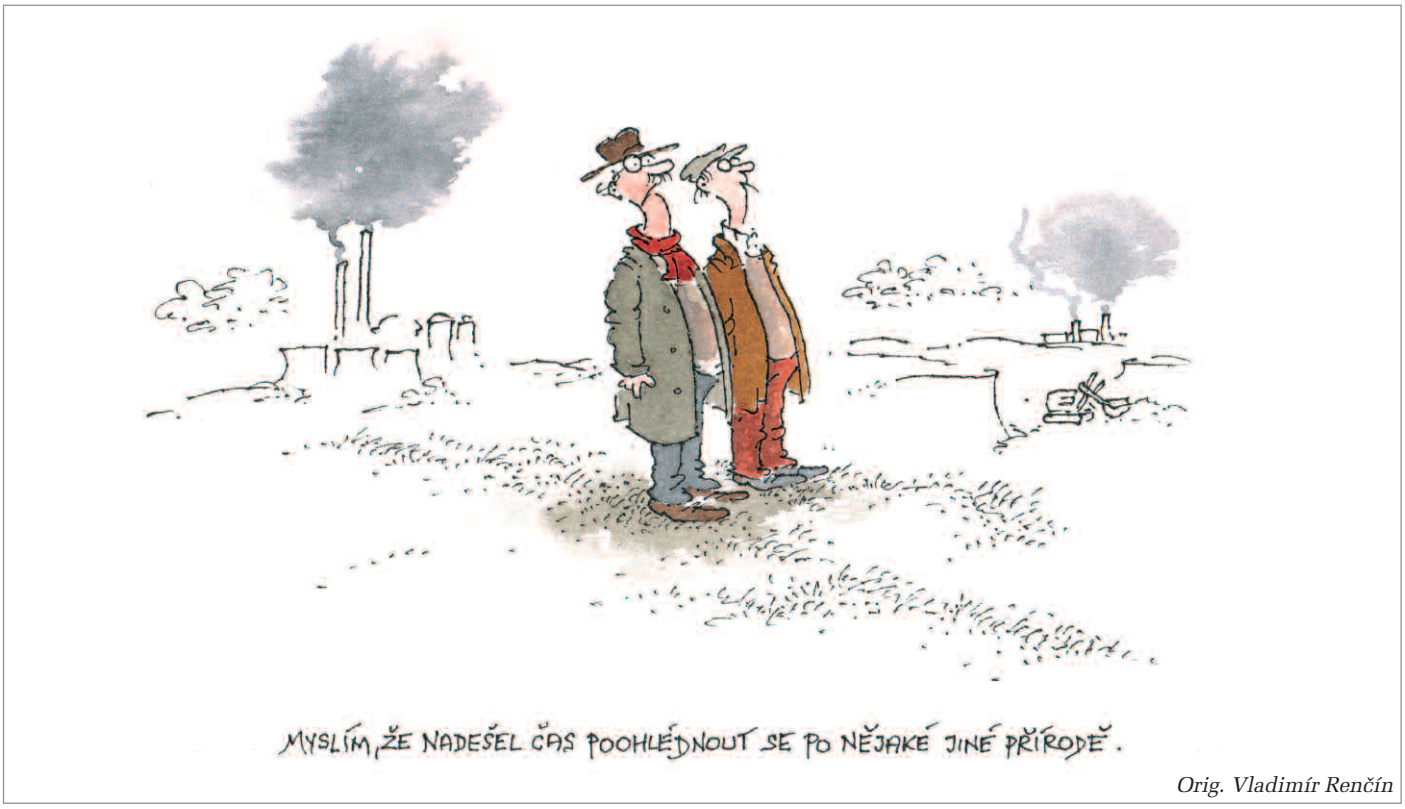
apod.). Z toho všeho vyplývají některá omezení při přejímání vědeckých poznatků v praktické obnově, nicméně tyto podklady jsou pro ekologii obnovy skutečně nezastupitelné. Požadavky na exaktní experiment a projekty ekologické obnovy jsou shrnuty v obr. 5.

Závěr

Proč je v České republice praktická, ekologicky podložená (přírodě blízká) obnova zatím málo přijímána a skutečně zodpovědně prováděna, vyjma některých ochranářských managementů, ač máme dost vědeckých podkladů? Příčiny zřejmě vězí ve špatně nastavených ekonomických a legislativních mechanismech a malém nebo žádném ekologickém vzdělání mnoha lidí odpovědných za rozmanité rekultivace, revitalizace a dotace do nich. Technicky prováděná „obnova“ někdy bývá ekonomicky výhodná pro konkrétní firmy, nikoli však pro společnost jako celek. Stát, místo aby šetřil, vyhazuje peníze formou různých dotací do nevhodných rekultivací, špatně realizovaných „revitalizací říčních systémů“ nebo do problematické politiky státního podniku Lesy ČR.

Obecně rozšířeným nešvarem, který dozajista brání prosazení vědecky podložené ekologické obnovy (a nejen té), bývá téměř národní folklór, že každý mluví do všeho a všechno ví nejlépe, místo aby byli vyslyšeni odborníci. Politici a úředníci často bez znalosti věci ovlivňují dotace do úprav toků, zalesňování nelesní půdy a rozmanitých agro-environmentálních programů. Přesto bychom mohli být do budoucna opatrnými optimisty. Jako se postupně úspěšně prosazují ekologicky podložené projekty obnovy narušených míst jinde ve světě a získávají i čím dál tím větší veřejnou podporu, tak i u nás se snad prosadí rozumnější přístupy. Jednou z možností je osvěta, s níž u nás úspěšně vystupují některé neziskové organizace a sdružení (Calla, Rezekvítek aj.) A snad i tento seriál rozšíří povědomí o oboru a jeho aplikacích alespoň mezi čtenáři Živy. K jeho propagaci u nás by mohla významně přispět i 8. evropská konference o ekologii obnovy, kterou chystáme na r. 2012. Bude to jistě příležitost představit nejen vědecké poznatky, ale i výsledky prakticky zaměřených projektů obnovy. Závěrem bych rád poděkoval všem, kteří se přímo nebo nepřímo zasloužili o vznik tohoto seriálu.

Pro přípravu celého seriálu byly částečně využity výsledky projektů IAA600050702, MSM6007665801, AVOZ60050516 a DBU (AZ26858-33/2).



Orig. Vladimír Renčín