

Problémy s mineralizací organických substrátů při revitalizaci

Filip Lysák

Organické sedimenty a půdy s vysokým podílem organické hmoty typicky provázejí nivy, prameniště, rašeliniště v nejširším slova smyslu a vůbec mokřady všeho druhu. Vznik horizontů s vysokým zastoupením organické hmoty je dlouhodobým procesem odehrávajícím se v řádu staletí až tisíciletí, kdy docházelo k postupnému, pomalému hromadění převážně rostlinných

zbytků v anaerobních podmínkách. Organická hmota v trvale zamokřených horizontech tak poutá vysoké množství živin a potažmo i uhlíku. Jakmile dojde k antropické změně vodního režimu, resp. k poklesu či sezonnímu rozkolísání (do té doby víceméně stabilní) hladiny spodní vody, dochází k prokysličení substrátů a zrychlené mineralizaci čili k uvolňování živin a CO₂.



Lokalita Dušejov. Kvalitně provedená revitalizace znamená plnou obnovu vodního režimu. Ustane mineralizace, obnoví se sekvestrace – poutání a ukládání uhlíku do odumřelé organické hmoty v prostředí oligotrofního mokřadu. Foto Filip Lysák

Mineralizace půdy jako globální zdroj CO₂

Nejrychleji se mineralizace děje při pravidelné orbě a pak dochází k tak rychlému rozkladu, že úbytek organické hmoty představuje destrukci horizontu rychlostí až přes 1 cm ročně. Každý 1 cm úbytku rašeliny přitom znamená

emisi cca 28 t CO₂/ha. Za příklad nám může sloužit bavorská krajina Donaumoos, kde kdy si bývala rákosová slatina s ostřicí plstnatoplo- dou o velikosti neuvěřitelných 180 km². K plánitému odvodnění došlo již před 200 lety a od té doby probíhá intenzivní zelinářství a pěstování brambor. Za tu dobu došlo k poklesu te-

rénu rozkladem slatiny asi o 3 m čili rychlostí cca 1,5 cm ročně. Živiny uvolňované z odvodněné rašeliny jsou odpovědné za pravidelnou bohatou úrodu, CO₂ uvolňovaný rozkladem organické hmoty samozřejmě uniká do atmosféry (v tomto případě se jedná o kumulovanou ztrátu 8400 t CO₂/ha). V ČR nemáme tak markantní případy, ale nelze pominout snad až 1,6 mil. hektarů pozemků odvodněných trubkovou drenáží (Vašků 2011), plus další statisíce ha odvodněné otevřenými melioračními příkopy (včetně lesů), vytěžená rašeliniště; nebo se jedná o nivy, jejichž vodní režim je narušený regulací toků. Reálně asi čtvrtina území České republiky má tedy vodní režim narušený systémovým odvodněním. Původní mokřadní stanoviště byla přitom typická zvýšeným obsahem nebo i výraznou akumulací organické hmoty. Na většině této plochy dnes probíhá zrychlená mineralizace půdní organické hmoty, a mnohde byla, či stále ještě je, odpovědná za většinu hospodářského výnosu. Mimochodem, úspěch socialistického zemědělství v zemědělsky méně příznivých regionech ČR byl do značné míry postaven právě na mineralizaci dosažené odvodněním a rozoráním rašelinných a slatinných luk, pramenných oblastí a niv vodních toků. Hospodářský efekt je samozřejmě dočasný, neboť dříve či později dojde k úplnému rozložení nahromaděné organické hmoty. Obvykle se jedná o desetiletí, v případě mocnějších horizontů o staletí rozkladu. Půda přitom přichází o stovky až tisíce tun

organické hmoty na hektar, a pak se není co divit, že emise CO₂ z mineralizace půdy dosahují ve světovém měřítku 20–30 % objemu emisí ze spalování fosilních paliv (Kutílek 2001). V tomto smyslu je péče o půdu a vodu v krajině zatím stále silně podceňovaná.

Pro ochrannářskou praxi je třeba si uvědomit, že mineralizace v krajině působí všude tam, kde během 19. až 20. století došlo k odvodnění, tj. trvalému poklesu či výraznějšímu sezonnímu rozkolísání hladiny spodní vody. Obvykle jde o povrchové odvodnění regulacemi toků a otevřenými melioračními příkopy, podzemní trubkovou drenáží nebo jímáním vody (zdroje pitné a užitkové vody). Pro vegetaci to znamená nejen změnu stanovištních podmínek poklesem hladiny spodní vody (odvodněním, vysycháním), ale právě i mineralizací, která je tu doprovodným efektem odvodnění.

Jak už bylo řečeno, mineralizace bývá odpovědná za vysoké výnosy. V neudržované vegetaci bez sklizně se však projevuje jako silná eutrofizace, neboť přístupné živiny jsou v trvalém přebytku a není tu sklizeň, která by znamenala export živin z plochy. Právě eutrofizace „in situ“ způsobená mineralizací substrátů je v ochrannářské praxi silně podceňovaná. Často je totiž příčina eutrofizace takto postiženého stanoviště přičítána jiným důvodům, např. důsledkům vydatného hnojení v minulosti, splachy ze vzdálenějších území či zdánlivě „nevy- světlitelným příčinám“. Takto přitom trpí řada poříčních mokřadů a celých narušených niv, rašelinišť „sensu lato“, ale i mnoho původních mokřých luk. Zavedení sklizně může částečně zlepšit stav porostů, ale biodiverzity oligo- a mezotrofních stanovišť se nedočkáme a navíc je nutné připravit se na trvale velké objemy sklizené biomasy. Mnoho postižených porostů na první pohled vypadá „docela dobře“, avšak bližší průzkum odhalí, že nejen vodní režim je v nesouladu s typem vegetace (a druhovým složením), ale právě i úroveň mineralizace. Stejně tak jsou ohroženy zbytkové mokřady, do kterých se vyluhují živiny z mineralizujícího okolí, a proto není možné udržet jejich původní (oligo- či mezotrofní) podmínky a biodiverzitu. V dlouhodobém horizontu přináší péče o takto narušená stanoviště neuspokojivé výsledky, přitom při vysokých nákladech, nárocích na čas a na pracovní síly. Známým příkladem z tohoto ranku jsou třeba problémy repatriačního pro-

gramu matizny bahenní (cf. Horydská & Zmeškalová 2014).

Situace mineralizujících mokřadů je řešitelná jedině revitalizací, resp. důslednou a promyšlenou obnovou vodního režimu, lokality.

Problémy revitalizace míst postižených mineralizací

Tato stať nemá za cíl být vyčerpávající kuchařkou pro řešení všech problémů a zaměřuje se na případy, kdy je obnova principiálně možná (za skutečně problémové je třeba považovat případy bodového či plošného jímání podzemní vody). Má spíše za cíl upozornit na některá úskalí a časté chyby v projektování, při provádění revitalizačních opatření a při následné péči o revitalizované biotopy. Příspěvek se prakticky nevěnuje lesním mokřadům a horským vrchovištím, ale přiměřeně pro ně platí také.

Pokud jsou k dispozici údaje o původní biodiverzitě, dá se z ekologických nároků druhů v postižených mokřadech dosti přesně stanovit původní úroveň hladiny vody a další ekologické parametry stanoviště. Dalšími vodítky jsou charakter substrátů, historické mapy, analogie, vzpomínky pamětníků a řada dalších zdrojů.

Obecným cílem revitalizace je obnova přírodních podmínek a původní dynamiky stanoviště (obnova podmínek, za jakých se stanoviště vyvíjelo a dlouhodobě udržovalo). Obvykle jde o obnovu pokud možno původního reliéfu, resp. původní či analogické morfologie vodních útvarů, se kterými se vrátí i odpovídající vodní režim a také biodiverzita. Rozhodně není od věci na části revitalizované lokality nebo v sousedící ploše přidat o něco více zamokřená stanoviště, než jaké byly původní podmínky.

Nejčastější problémy s mineralizací v revitalizačních projektech:

1. Vybujení porostů po provedení revitalizace
Dlouhodobě mineralizující vrstva obsahuje množství volných živin, a při zavodnění substrátu proto dojde k vybujení vegetace, s maximem obvykle ve druhém roce. Situace se komplikuje s rostoucí mírou rozkladu substrátu (humolitu) a se zmenšujícím se poměrem C : N. Jakmile se v půdě obnoví anaerobní prostředí, příp. dostatečně stoupnou obsahy látek blokujících přístupnost živin, mineralizace ustane a naopak se obnoví sekvestrace

(ukládání organické hmoty a CO₂). Pokud existuje možnost kosení porostů, je určitě výhodné sklizeň provádět:

a) sklizeň je účinným způsobem exportu živin pryč z plochy,

b) první roky po revitalizaci jsou zásadní pro zformování vegetace. Revitalizační opatření by měla též vést k aktivaci semenné banky, a pokud skutečně aktivují citlivé, gracilní a krátkověké druhy, je vhodné vytvořit podmínky pro růst jejich populací. Intenzivnější kosení je může etablovat až coby porostotvorné druhy a takto se pak mohou v porostech udržet nadlouho (natrvalo). Vtip je v udržení vysokého světelného požitku na povrchu půdy po celou vegetační sezonu, který dovolí zmíněným druhům obstát. Naopak vybujení porostů spojené s nekosením nebo nedostatečným kosením povede ke vzniku méně kvalitní vegetace, kde se gracilním druhům nebude dařit. Revitalizační potenciál tak může v tomto směru zůstat nevyužit, nebo být přímo zmařen.

U tohoto bodu je nutné zmínit odlišný postup v případě maloplošných biotopů, jako jsou třeba vyschlá sapropelová ramena, kde při revitalizaci říční nivy (při obnově úrovně hladiny spodní vody v nivě) má například smysl odtěžit mineralizovanou část organické výplně. Vyhne se tak vybujení porostů a často tímto způsobem dojde k překvapivé aktivaci semenné banky. Diaspory uložené v mineralizované vrstvě zdaleka nemají tak dlouhou životaschopnost jako ve vrstvě anaerobní a jedině při odtěžení vrchní vrstvy se dostanou „do oběhu“. Jinde bylo s úspěchem odzkoušeno též odtěžení silně mineralizovaného substrátu, jeho pohřbení (stržení a zakopání) a také převrstvení jalovou zeminou. Přitom je ale třeba mít na paměti ochranu „přírodního archivu“, kterým vrstvy organických substrátů jsou, a práce provádět s maximálním respektem k rostlému terénu (jakkoliv revitalizace může být dost „drastickým“ opatřením).

2. „Máme málo vody“

Představa, že více (zdrojů) vody je pro revitalizační akci lepší, nemusí vždy vést k dobrým výsledkům. Pokud chceme zachovat a podpořit biodiverzitu oligo- a mezotrofních stanovišť, často je nutné vody ovlivněné zemědělstvím a komunální sférou z revitalizace naopak vyloučit (odklonit mimo, zvolit alternativní trasy a způsoby použití) nebo udělat rozsáhlá opatře-

ní ke zlepšení jakosti. Přivedení nekvalitní vody do mokřadního území s organickými substráty může znamenat závažné a prakticky trvalé systémové znehodnocení lokality (hromadění P, dusičnany jako oxidační činidlo, změna poměru C : N a další). „Přidání“ nedostatkových živin též notně podpoří mineralizaci a ve výsledku destrukci organických horizontů. Mělo by snad smysl jedině pro zemědělce, kteří stojí o co možná největší objem sklizně biomasy. Naopak kvalitní vodu je v revitalizaci obvykle možné využít daleko efektivněji, než se na první pohled zdá.

3. Nedostatečná obnova vodního režimu

Obnova vodního režimu má vždy dva rozměry:

a) výškový (dosažená úroveň hladiny spodní vody; na každém centimetru přitom záleží),

b) plošný (podíl dobře revitalizované plochy z celkové rozlohy mineralizované plochy).

Pokud mineralizující plochu nezvládneme dostatečně revitalizovat výškově nebo plošně, nedosáhneme požadovaného efektu. Zní to banálně, ale v revitalizačních akcích se jedná o častý problém, pramenící buď z neznalosti (problému mineralizace, místních podmínek či rozsahu melioračních soustav), nebo z návaznosti na majetkové poměry v lokalitě.

Nedostatečná obnova vodního režimu se ve vegetaci projeví vybušením, ale zde vybušením trvalejšího charakteru, neboť mineralizace běží dál, jelikož nedojde k obnově anaerobního prostředí v původním rozsahu. V takovém případě snadno může vzniknout zavádějící dojem o (ne) účinnosti revitalizačního opatření. Problém vzniká též v momentě, kdy se voda z okrajových, nedostatečně revitalizovaných ploch tlačí do cennější či revitalizačně lépe zvládnuté části. Tam pak zaručeně dojde k degradaci.

Nezvládnutí výškového rozměru je časté také u revitalizačních koryt toků, kde přílišné zahloubení je příčinou trvalejší mineralizace okolí. Inu, je tu zase o důvod více dělat koryta přiměřeně mělká a raději ještě mělčí, vždyť voda si je pak snáze domodeluje sama.

Nezbývá než apelovat na důsledný počáteční rozbor podmínek v lokalitě, na důslednou a do detailů dovedenou realizaci. Důslednost

se tu zkrátka vyplatí, ať už v dobré reakci biodiverzity, nebo v podobě sklizně nezanedbatelně menšího objemu biomasy v budoucnu.

Pochopitelně, mnohdy není snadné se s řešenou situací dobře popasovat, zvláště pokud jde o lokality, kde probíhala těžba substrátů či jiná závažná narušení reliéfu nebo revitalizovaná plocha navazuje na meliorační systémy v okolí. I tam se ale často dají najít schůdná řešení.

4. Mineralizace a tůň

Budování tůní je v ochranné praxi velmi oblíbené, ale je nutné varovat před nadužíváním. Řada „revitalizačních“ projektů obsahuje především budování tůní, jakkoliv tůně jsou v daných lokalitách především antropogenním novotvarem. Málokde dimenzování tůní ctí místní přirozenou předlohu, málokde odpovídá možnostem dynamiky přirozených ekosystémů, málokde je dimenzování tůní „šité na míru“ ekologickým nárokům cílové biodiverzity. Nicméně, i tak mohou tůně sehrát významnou úlohu pro zachování biodiverzity nebo mohou pomoci rozrůznění nabídky stanovišť v revitalizovaných plochách. Nelze je tedy odmítat šmahem, jen je třeba vzdát se dosavadních představ a pokročit v revitalizační praxi o krok dál.

Nevhodné umístění tůně

Řada nově budovaných tůní i v dobře zavodněných lokalitách znamená menší či větší odvodnění okolí, potažmo i mineralizaci substrátů. Riziko se objevuje tam, kde je část jámy na suchu, čili jsou to (i) tůně umístěné už jen do nepatrně svažitého terénu; (ii) kdy se jedná o velké tůně nebo tůně protažené ve směru proti svahu; (iii) kdy je zvolen soustředěný a zahloubený odtok vody z tůně. V prvním případě k odvodnění dochází především v terénu nad tůní (na přítoku). Soustředěný odtok z tůně znamená stažení vody z širšího okolí do jednoho bodu, a proto často i poškození vodního režimu v území ležícím po spádu. Celkově tak dojde k urychlení odtoku vody z území. Zahloubení odtoku (otevřené koryto, zatrubněný odpad) způsobí odvodnění celého okolí, plus se v tomto případě relativně nejvíce změní místní teplotní a výparné podmínky.

Při projektování je nutné vyhodnotit původní hydrologické podmínky, zejména charakteristiky prostupu vody terénem jak u povrchové, tak u podzemní vody (směry, vydatnost, sezonní dynamika), jak na přítoku, tak v prostoru po spádu.

Kromě přiměřeného dimenzování tůní je situace docela univerzálně řešitelná přihrazením tůně nízkým zemním valem. Modelování valu přitom nutně nemusí působit násilně. K tvorbě valu použijeme část výkopku nebo i celý, kdy na povrch pak umístíme jalový substrát z hlubších vrstev. Pokud se jedná o neprůtočné tůně, lze si dovolit neřešit odtok a tůň se pak naplní až po okraj valu. Mírné zaplavení porostů v okolí hloubené jámy přináší významné benefity. U větších tůní lze pro odvod vody vytvořit velmi mělký širší průleh, či dva průlehy se shodnou niveletou v zavázání valu. Dokonce i část valu se pak může stát mokřadním biotopem.

Výkopek zeminy ukládaný do okolí tůní

Pokud uložíme výkopek z tůně do její blízkosti, můžeme očekávat vždy hned několik negativních efektů:

Živinami bohatá voda vyluhovaná z mineralizujícího výkopku bude trvale ovlivňovat kvalitu vody v tůni, případně i kvalitu porostů v okolí. Většina uhlíku nahromaděného v organické hmotě bude v podobě CO₂ postupně emitována do ovzduší.

Existuje riziko zničení cenných biotopů se vzácnými organismy. Bohužel dosud takové příběhy nepatří jen minulosti.

Snad jakákoliv mokřadní vegetace je cennější než ruderal, který vznikne na deponii výkopku. Deponie bývají atakované expanzivními a invazními rostlinami a může jít o ohniska jejich šíření. Jaký smysl dává vytvořit na jedné straně „mokřadní ráj“ a hned vedle natrvalo zmařit potenciálně stejně zajímavou plochu?

Trvalé deponie přitahují predátory, myslivce a divoká prasata.

Situace je řešitelná:

Použitím výkopku pro přihrazení tůně, na tvorbu valu, jako je zmíněno v předchozím bodě.

Odvozem alespoň humózní části výkopku pro použití v zemědělství či na kompostárně.

Použitím pro sanaci melioračních příkopů, případně pro modelování žádoucích tvarů reliéfu v okolí (jalový substrát ze spodních vrstev umístíme do finální vrstvy modelovaného terénu).

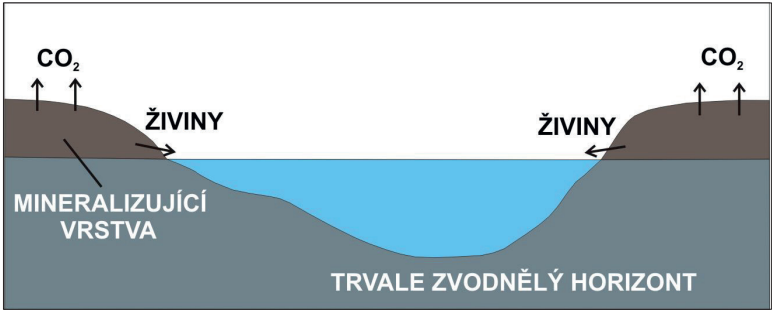


Lokalita Makolusky. Tmavé vrstvy prozrazují půdy s vysokým podílem organické hmoty. Odvodnění znamená jejich provzdušnění a mineralizaci – rozklad organické hmoty na jednoduché anorganické látky, včetně základních živin a CO₂. Makolusky. Foto Filip Lysák

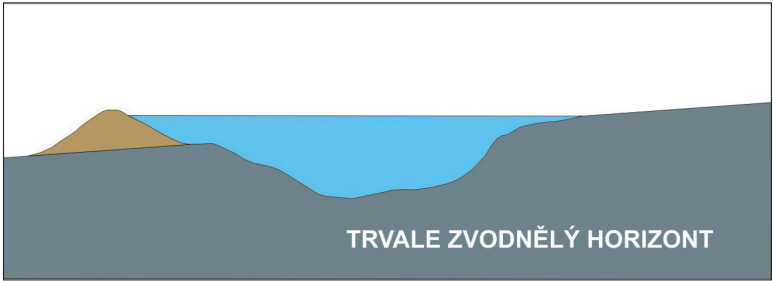
Pokud skutečně není jiná možnost a vznik tůně v daném místě má výjimečnou prioritu, je vhodné umístit výkopek v dostatečné vzdálenosti od tůně a humózní zeminu překrýt zeminou jalovou (a využít např. k tvorbě zimoviště, líníště apod.).

„Prokopeme se k vodě?“

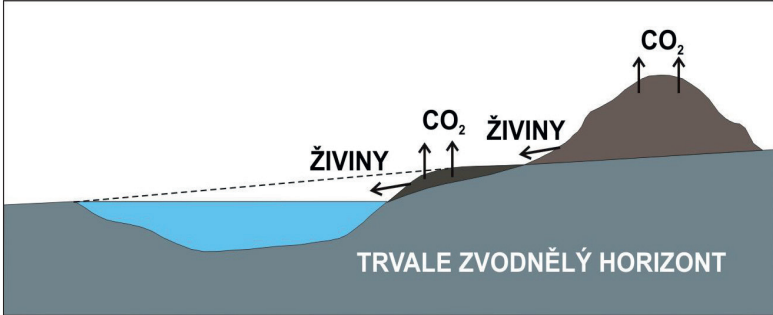
Řešení využívající přístup „prokopeme se k vodě“ se občas používá na odvodněných, potažmo mineralizujících plochách se zakleslou vodní hladinou. V minulosti, kdy ochrana přírody byla málem v plenkách nebo



Obr. 1 Nově budovaná tůň drénuje okolí, výkopek umístěný do blízkosti tůně mineralizuje, odvodněný břeh mineralizuje. Ještě podstatně horší účinek by měla tůň opatřená odtokovou stružkou/příkopem, to by mohlo mineralizovat až celé okolí tůně. Vypracoval Filip Lysák



Obr. 2 Výkopek byl použit k přihrazení tůně, mineralizace neprobíhá, vznikla pestřejší nabídka stanovišť. Voda přetéká přes hrázku nebo mělkými sníženinami v zavázání hrázky. Už v tomto 2D řezu je oproti situaci na obr. 1 dvakrát více vody, třetí rozměr množství vody ještě umocní (při stejném objemu přemisťovaných hmot). Vypracoval Filip Lysák



Obr. 3 Tento obrázek může představovat situaci (i) „prokopeme se k vodě“, (ii) při revitalizaci nebyl důsledně obnoven vodní režim, (iii) jedná se o mokřad ve vysychající krajině. Vypracoval Filip Lysák

Použitá literatura:

Horydská E. & Zmeškalová J. *Matizna bahenní – vyhodnocení záchranného programu po 12 letech*. Ochrana přírody 3/2014.

Kutílek, M. *Půda a bilance CO₂ v ovzduší. Rezervoár organického uhlíku*. Vesmír: přírodovědecký časopis, březen 2001, roč. 80, č. 3, s. 153–155.

Vašků, Z. *Zlo zvané meliorace*. Vesmír 2011, (7), 2011.

Světový den mokřadů je slaven vždy 2. února, kdy byla v roce 1971 podepsána Ramsarská úmluva. Velký močál v NPR Rolavská vrchoviště. Foto Zdeněk Patzelt

