



Krajinné adaptace na změnu klimatu v podmínkách ČR – nástin výsledků českého i zahraničního výzkumu a identifikace klíčových problémů

Text: Mgr. Zdeněk Poštulka

První výstupy projektu – rešerše dosavadního výzkumu

V prvním infolistu blížeji představujeme výsledky provedené rešerše českého i zahraničního výzkumu, které poslouží jako úvod do problematiky krajinných adaptací na změnu klimatu. Zaměřujeme se na jednotlivé sektory, které budou uplatnění krajinných adaptačních opatření v ČR nejvíce ovlivňovat. Jde o lesnictví, zemědělství, vodohospodářství a též energetiku (zejm. produkce energetické biomasy). V dalším přehledu se snažíme poskytnout důležité informace o příčinách problémů, popisujeme souvislosti mezi využitím území a klimatickou stabilitou, i nejlepší použitelné metody pro stabilizaci odtoku vody a živin z dílčích povodí.

Prioritní sektory pro krajinné adaptace

Vodní hospodářství krajiny: Říční nivy

Nivy přirozených vodních toků ve srovnání s nivami regulovaných toků zadrží mnohem větší množství vody, a to jednak díky vyšší členitosti povrchu přírodě blízkých niv, tj. množství odstavených ramen a sníženin, které se při povodních plní vodou. Pokud je navíc v nivě lužní les, který svou vyšší drsností povrchu zpomaluje odtok a zvyšuje hladinu povodňového rozlivu, množství zadržené vody výrazně vzrůstá. Průměrné zvýšení hladiny zadržované vody u obnoveného lužního lesa (ve srovnání s polem) je 61 cm, což u jednoho hektaru lužního lesa znamená nárůst retence o 6100 m³. Obnova 8 ha lužního lesa zpomalila příchod vrcholu povodně v průměru o 22 minut (Defra, 2008). Podle výzkumu je možné na 283,5 ha záplavového území řeky Lužnice v přírodě blízké nivě zadržet 2,3 mil. m³ vody, kdežto v uměle transformované nivě s regulovaným vodním tokem se zadrží pouze 0,83 mil. m³ vody, to znamená pokles retence o 74% a návazně vyšší ohrožení sídel níže po proudu řeky (Pithart, 2010).

Přímo v půdě se na 100 ha lužního lesa při povodni zadrží kolem 25 000 m³ vody, která je díky rychlé evapotranspiraci lužního lesa vypařována rychlostí kolem 5 000 m³ za den. K tomu lužní les či louky zadrží v biomase, půdě a pomocí denitrifikace (rozkladu dusičnanů na plynný dusík) na 100 ha cca 20 tun dusíku unášeného vodou. Kdybychom chtěli takovéto množství dusíku dostat z vody pomocí čistírny odpadních vod, spotřebovali bychom na tento proces asi 6 000 MWh energie, což při teoretické ceně 1 Kč/kWh reprezentuje úsporu 6 mil. Kč (tj. 60 000 Kč/ha lužního lesa), nemluvě o nákladech na výrobu hnojiv (Rybanič a kol., 1999).



Obr. 1 Přirozená niva nejlépe zadržuje vodu a zabraňuje povodním, foto: David Pithart

Revitalizace řeky Skjern

Řeka Skjern je největší dánská řeka s povodím 2500 km² a průměrným průtokem 35 m³.s⁻¹. Řeka ročně unáší 5000 t dusíku a 100 t fosforu. V letech 1962–1968 došlo k ohrázení řeky, odvodnění mokřadů a jejich zornění. Celková plocha odvodněných mokřadů byla 4000 ha. Vlivem narovnání řeky a dalších zásahů došlo k významnému zhoršení samočisticí schopnosti a kolapsu dříve bohatého ekosystému. Rapidně se snížila populace lososa.



Odvodněné organické půdy začaly degradovat a nastala rychlá dekompozice humusu a během 20 let došlo v některých oblastech k úbytku půdy až o jeden metr. Za těchto podmínek bylo rozhodnuto revitalizovat řeku i její záplavové území na ploše 2200 ha. Práce začaly v roce 1999 a trvaly tři roky. Je důležité si uvědomit důsledky odvodnění pro organické půdy mokřadů a jeho podíl na zániku těchto půd.

Oproti tomu je v ČR stále celkem běžné tvrzení, že vodní kapacita odvodněných půd se nemění; toto mylné tvrzení vyvrací i výše popsany osud řeky Skjern.

Obr. 2 Revitalizace záplavového území řeky Skjern, foto: Bent Lauge Madsen

Přehrady či přírodě blízká opatření?

Pokles srážkových úhrnů může znamenat snížení průtoků či vysychání některých vodotečí. Při návrhu opatření proti suchu je třeba uvažovat o celkovém kontextu srážko-odtokových poměrů a v první řadě realizovat opatření na zlepšení zadržování vody v ploše povodí a o výstavbě nádrží uvažovat pouze jako o doplňku. Například v Austrálii a Španělsku se praxe výstavby přehrad neosvědčila a povodí poškozená zemědělstvím a odlesňováním jsou střídavě postihována suchem a záplavami.

Základní výhodou akcí směřujících k zadržování vody v ploše povodí je, že souběžně chrání půdu (protierozní opatření) a zvyšují zásoby podzemních vod. Podzemní voda pod nehnojenými lesními a lučními porosty je mnohem kvalitnější než povrchová voda z přehrad a její kvalita během roku nekolísá. Obnova pestré krajiny navíc znamená posílení malého vodního cyklu, který je důležitým faktorem v boji proti důsledkům změny klimatu.

Vodu z přehrad je třeba zejména během letních měsíců upravovat, její kvalita trpí splachy z povodí, rozvojem sinic i depozicí atmosférických škodlivin. Velké přehrady mění lokální klima. Dochází také k narušení ekologické stability vodních toků pod přehradami, kdy jsou vodní toky ochuzeny o sedimenty usazené v nádržích, což přináší zahlubování vodních toků (a tím i ohrožení



Obr. 3 Zbytečná a nákladná regulace vodního toku zrychluje odtok vody a zvyšuje energii proudu, výsledkem je ohrožení sídel níže po proudu, foto: Olgerd Pukl



Obr. 4 Eroze půdy po rozlivu povodně do rozorané nivy, foto: Jan Koutný

infrastruktury), odvodnění niv a další zrychlení odtoku vody z území. Výstavba přehrad, prosazovaná jako adaptace na změnu klimatu, tak na druhé straně znamená snížení adaptační schopnosti říčních niv pod přehradami.

Výstavba a údržba přehrad je ekonomicky velmi náročná. Po skončení životnosti přehrad je nutné přistoupit k jejich nákladnému odstranění a je velmi těžké vypořádat se sedimenty, jež jsou často kontaminovány. Např. v USA a Francii již mnoho přehrad dožívá a mnohé již byly za značných nákladů odstraněny (United States Society on Dams, 2008; Rivernet, 2009).

Těžba štěrku a prostor pro řeky

V Německu a Francii je těžba štěrku v nivách navrhována a realizována způsobem, který po ukončení těžby zlepšuje možnost rozlivů povodní a zvyšuje objem inundačního území o rozsáhlé mělké prohlubně. Po ukončení těžby jsou jezera průtočně napojena na řeky. V povodí Moravy prozatím vznikají pískovny oddělené od inundačního prostoru, a to i s hloubkou přes 15 m, což jejich zapojení do říční krajiny v budoucnu výrazně komplikuje. Po vytěžení bývají štěrkovny často zarybněny kaprem s eminentním zájmem udržet je mimo inundaci. Vybudování cyklostezky po břehové hraně pak možnost napojení štěrkoven na řeku znemožní téměř definitivně (příkladem může být dosud aktivní štěrko-pískovna u Oldřichova na břehu Bečvy i další). Namísto cíleného zvětšování polopřirozených inundačních ploch jsou však upřednostňovány investičně náročné přehrady a velké poldry.

Příliš drahá přehrada: Teplický poldr

Plánovaná suchá nádrž na Bečvě u Teplic s hrází vysokou 11 m má zadržet 35 milionů m³ vody. Její cena se odhaduje na 3 miliardy Kč, na další milionové náklady přijde každoroční údržba přehrad. Výstavba poldru závažným a negativním způsobem ovlivní splaveninový režim štěrko-nosné Bečvy, je riziková pro prameny léčivých vod i obce za hrází a znemožní přirozenou revitalizaci řeky Bečvy, která je odvislá od přirozeného průchodu velkých povodní a chodu štěrků.

Pokud by se prostředky určené na výstavbu poldru Teplice věnovaly na výkup pozemků a obnovu přirozených rozlivů v povodí Moravy a Bečvy, bylo by možné vykoupit 6250 ha orné půdy při ceně kolem 400 000 Kč za hektar a přirozenými rozlivy zadržet přibližně 62 500 000 m³ vody. Při scénáři přeměny 6250 ha orné půdy v záplavovém území Moravy a Bečvy na 1250 ha luk a 5 000 ha lesů dostaneme zadržení přibližně 10 000 tun uhlíku v půdě ročně (Pithart, 2010). K tomu navíc asi 50 000 tun uhlíku se ročně naváže v biomase (Kaliský a kol., 2009). Zalesnění a zatravnění těchto ploch lze financovat z prostředků EU, stejně jako přesuny hrází dál od řek.

Zemědělství

Pro zemědělskou produkci ve vegetačním období bude podle dostupných prognóz limitujícím faktorem voda. Vzrůst teplot a koncentrace CO_2 mohou samy o sobě znamenat zvýšení produkce – zásadním faktorem však bude dostatek či nedostatek vody. Klíčovým adaptačním opatřením tedy bude vyšší retence vody v ploše povodí a omezení vodní eroze. Ze zemědělských pozemků ovšem byla v minulosti odstraněna rozptýlená zeleň – remízky, meze, mokřady a louky, což snižuje retenční schopnost krajiny a zároveň usnadňuje splachování průmyslových hnojiv a pesticidů do podzemní i povrchové vody. Chybí zde zejména drobné i rozsáhlé mokřady, které by zachycovaly a čistily vodu. Půdy bývají často silně zhutněné, s nízkým obsahem humusu a mohou tak jímat menší množství srážek (Rawls, 2003). Zvláště když jsou osázené kukuřicí nebo ponechávané přes zimu holé, bez krycí meziplodiny. Situaci dále zhoršuje používání průmyslových hnojiv, které oproti organickým hnojivům nemají příznivý vliv na vlastnosti a strukturu půd. Celková míra zornění a plošného odvodnění zemědělské půdy zůstává stále velmi vysoká. Některé vodní toky mají odvodněno i více než 50% plochy svého povodí. Celkově míra odvodnění zemědělských půd přesahuje 25% (Kulhavý a Soukup, 2010).



Obr. 5 Orba po spádnicí



Obr. 6 Protierozní pás



Obr. 7 Zornění niv znemožňuje jejich využití k neškodným rozlivům povodní, při průchodu povodně jsou půda a hnojiva odnesena vodou, foto: Jan Koutný



Obr. 8 Protierozní opatření a obnova mezí a průlehlů výrazně zlepšují zadržování vody v zemědělských povodích, foto: Jan Koutný

Příklad povodí Bílého potoka

Při modelovém hodnocení vodní eroze byla provedena simulace vlivu protierozních opatření na půdní erozi v povodí Bílého potoka (kraj Vysočina). Výzkum ukázal, že za současných podmínek vedou správně vyprojektovaná protierozní opatření (zejména vrstevnicové průlehy doplněné výsadbami dřevin, uplatnění porostů vojtěšky v rotaci plodin, zákaz pěstování kukuřice a okopanin na svažitéch pozemcích, využití podsevů a meziplodin) ke snížení objemu erozního

smyvu o cca 33 %. Pokud by se pokračovalo ve stávajícím způsobu hospodaření, vedla by nepřítomnost těchto opatření kolem roku 2050 až ke zdvojnásobení již nyní neúnosných ztrát půdy. Zvýšení ztrát způsobí zejména nárůst extremity počasí a rovněž kontinuální pokles schopnosti půd zadržovat vodu. V případové studii na povodí byla dále provedena analýza nákladů na odpočívající opatření proti vodní erozi a srovnání s vybranými ekonomicky uchopitelnými přínosy těchto opatření. Porovnání jednoznačně potvrdilo, že očekávané náklady spojené s realizací adaptačních opatření budou v tomto případě bohatě kompenzovány (náklady 7,3 mil. Kč proti úspoře 43,5 mil. Kč ročně). Z uvedeného vyplývá, že protierozní opatření mají z dlouhodobého hlediska výrazný ekonomický přínos (Kalvová a kol., 2003).

Vodou zásobená vegetace aktivně utváří příznivé klima

Důležitost využití krajiny a role vegetace při zadržování vody a výměně energie a vody s atmosférou je již dobře známa. Děje odehrávající se v rámci tohoto tzv. malého vodního cyklu ovlivňují především lokální a regionální klima, čím více vody krajina zadrží a prostřednictvím lesů, mezí a mokřadů vypaří, tím stabilnější je rozložení teplot a srážek. Nedávno došlo k objevu ještě složitějšího mechanismu, pomocí něhož vegetace ovlivňuje i klima na globální úrovni (Barth et al., 2005). Podstatou jevu je vznik kondenzačních jader (cloud condensation nuclei), která jsou evapotranspiračním proudem vynášena do atmosféry a způsobují, že vegetací transpirovaná voda snadněji vytváří nižší oblačnost, což přispívá nejen k lepší uzavřenosti malého vodního cyklu, ale patrně i k vyššímu odrazu tepelného záření zpět do vesmíru (Penualas a Llusia, 2003). Přesná globální kvantifikace tohoto procesu není zatím k dispozici, ale o jeho významu svědčí výsledky mnoha výzkumů, realizovaných v člověkem málo ovlivněných oblastech Amazonské pánve a Sibiřské tajgy (Spracklen et al., 2008, Pöschl et al., 2010). Při dalších úvahách o využití půdy by mělo být přihlíženo k aktuálním výsledkům výzkumu tohoto fenoménu.

Ze srovnání vodní bilance porostu dřevin (meze, remízky) a orné půdy vyplývá, že kultury s dostatečným zastoupením mezí a porostů dřevin zachytí mnohem více vody. Kedziora a Olejnik (2002) zjistili velké rozdíly v povrchovém odtoku vody (v porostu dřevin je to pouze 10 mm a na orné půdě 140 mm). Porost dřevin zasákne v průměru 470 mm vody ročně do podzemní vody, na orné půdě se zasákne pouze 400 mm. Johnson a kol. (2007) zjistili, že přítomnost pásu dřevin sníží povrchový odtok vody z louky o 77,5%. U porostu dřevin se na rozdíl od pole velká část vody vypaří (evapotranspirace). Při výparu vody se krajina ochlazuje, zvyšuje se vlhkost vzduchu, vzrůstá četnost lokálních dešťů a množství rosy. U velkých bloků orné půdy naopak hrozí zvýšená eroze a ztráta půdy vlivem povrchového odtoku a také škody způsobené suchem.

Lesnictví

Podle dostupných prognóz se vlivem změny klimatu zvýší teploty a dojde ke změně distribuce srážek, zvýší se jejich extrémita a dojde k přesunu srážek do zimního období, přičemž se sníží průměrné srážkové úhrny v letním období. Z hlediska lesních porostů to bude znamenat posun stanovištních podmínek přibližně o dva lesní vegetační stupně (Janouš, 2002). Zastoupení smrku v lesních porostech činilo v roce 2006 53,1% oproti 11,2% v přirozené dřevinné skladbě (Ministerstvo zemědělství, 2006). Podíl ploch lesní půdy s klimatickými podmínkami zcela nevhodnými pro pěstování smrku se podle regionálního scénáře v roce 2030 zvýší ze současných 6,25% na 31,65%. Podíl ploch lesní půdy s málo příznivými podmínkami pro pěstování smrku vzroste ze současných 14,27% na 28,32% (Buček a Vlčková, 2009).

Zejména významný bude dopad na sekundární smrkové porosty v nižších a středních polohách. Rozpadem je v důsledku očekávané změny klimatu ohroženo přibližně 29% existujících smrkových porostů, jako rizikové je možné označit pěstování u dalších 53 % smrkových porostů, celkově se jedná o 45 % rozlohy lesů v ČR. Tyto porosty budou náchylnější k destrukci kořenového systému václavkou a červenou hnilobou kořenovníku vrstevnatého a k narušení fyziologických procesů dřevin vaskulárními mykózami. Zhoršený zdravotní stav – spolu s příznivými podmínkami pro rozvoj populace hmyzu – zvýší riziko gradace výskytu podkorního i listožravého hmyzu, především lýkožrouta smrkového. Projeví se různé projevy chřadnutí, u nichž nebude možno jednoznačně určit mortalitní faktor. Limitujícím faktorem zdravotního stavu budou především

extrémny počasí, mj. i nadměrné „přehřátí“ pletiv v kombinaci s letním přísuškem (Jankovský et al., 2004). Lesy nižších a středních poloh budou ohroženy především deficitem srážek za zvýšeného letního výparu. Dojde zejména k ohrožení porostů smrku ve středních polohách, borové monokultury budou stále více ohrožovány požáry. Je nutné začít s rozfázovanou přeměnou nestabilních stejnověkových monokultur na druhově rozmanité a věkově rozrůzněné porosty.



Obr. 9 Přibližování dřeva – těžká mechanizace



Obr. 10 Prameniště po revitalizaci, foto: Vladimír Holec



Obr. 11 Zachovalá niva lesního vodního toku, foto: Zdeněk Poštulka



Obr. 12 Revitalizace prameniště, odvodněního při transportu dřeva, foto: Vladimír Holec

Obnova lesních porostů – přirozeně či uměle?

Stávající praxe umělé obnovy lesních porostů znamená výrazné ohrožení samotné podstaty adaptace lesních porostů na změny klimatu. Odnepaměti se lesní porosty vyrovnávaly se změnami klimatu pomocí selekce nejvhodnějších genotypů a druhové složení se kontinuálně měnilo v reakci na změnu klimatických poměrů. Základním předpokladem k obnově této schopnosti je ustoupení od umělé plošné obnovy lesních porostů. I větší kalamitní holiny je možné obnovovat prostřednictvím přípravných dřevin, s postupným uvolňováním cílových dřevin. Ačkoliv jde o proces zdoluhavější (ve srovnání s umělým plošným zalesňováním), vzniklé porosty jsou mnohem pestřejší a odolnější vůči kolísání klimatických faktorů.

Lesy, voda a půda

Velice důležitým aspektem pro adaptaci lesů je kvalita lesní půdy. Důležitost humusu pro zadržování vody je již spolehlivě prokázána. Ačkoliv se vliv obsahu humusu a převažující humusové formy v různých druzích půd odlišuje, průměrně při výrazném zvýšení kvality a množství humusu dochází k nárůstu schopnosti půd zadržovat vodu o 10-20%. (Rawls et al., 2003). Kvalita humusu je výrazně ovlivňována druhovým složením lesů. Nejvyšší humusová forma (mul) vzniká v porostech se zastoupením olše, jasanu, lípy a třešně, nejhorší humus (mor) vzniká v monokulturách borovice a smrku. V tomto ohledu jsou samozřejmě pralesní porosty i citlivě obhospodařované výběrné lesy s ohledem na retenci vody mnohem lépe připraveny. V pralesech navíc bývá vrstva hrabanky až o třetinu silnější než v hospodářských lesích (Ripl a Eiseltová, 2009). Úbytek humusové složky půd dosahuje totiž po každé holoseči průměrně 30%. Další snížení retence

na holosečích je způsobeno tím, že na přímo osluněné půdě vzniká kůra. Holoseče společně s lesní cestní sítí výrazně zvyšují povrchový odtok vody z těžných povodí (Rothacher, 1971; Lewis et al., 1998). V pralese či výběrném lese je voda, která se nezasákne do hloubkových zvodní, odpařena a zabezpečuje fungování malého vodního cyklu, včetně hojnější tvorby nízké oblačnosti. V holosečně těžných lesních povodích naopak vzrostly průtoky po přívalech dešťů v průměru o 58% (Lewis, 2001).

Samostatnou kapitolou lesnictví je vodní eroze a stav lesních vodních toků a mokřadů. Zvýšený odtok vody z holosečí znamená i zvýšenou erozi půdy. Během přívalech dešťů byla na holosečích na příkrých svazích zjištěna eroze půdy až 41x přesahující erozi v nenarušeném lese (Schwab, 1978).

Holosečné hospodaření vede ke značnému rozkolísání cyklů vody a živin. Nedostatek starých a hluboce kořenících stromů a mrtvého dřeva vede v podmínkách smrkových plantáží ke zhoršení schopnosti lesních povodí zadržovat vodu a živiny (Ripl a Eiseltová, 2009). Porosty smrku podél lesních vodních toků neplní hydrologické funkce přírodních blízkých porostů, a proto jsou například v Německu postupně odstraňovány a nahrazovány porosty s olší, jasanem, javorem a cíleně je zvyšován podíl mrtvého dřeva v těchto ochranných lesích a vodních tocích (Adler a Haas, 2009).

Energetika: Přírodě blízká adaptační opatření lze snáze spojit s opatřeními mitigačními

Kalkulovali jsme energetický přínos revitalizace zaplavované nivy Moravy u Štěpánova. Lokalita o rozloze 213 ha je obhospodařována jako orná půda; většinou se zde pěstuje obilí a kukuřice. Plocha bývá často zaplavena a půda i s živinami je odnášena. V návrhu obnovy záplavového území v rámci protipovodňových opatření zde bude možno zadržet přes 2 miliony m³ vody. Pro zjednodušení a z hlediska dostupnosti dat jsme z dřevin analyzovali pouze vrbu a olši v krátkém obmětí, ve skutečném návrhu by se značně uplatnil i jasan ztepilý, topol černý, dub letní a další druhy, kromě energetických dřevin by velká část dřevin našla i jiné uplatnění, zejména dub a jasan ze středních lesů je využitelný pro stavebnictví a nábytkářství. Při výsadbě 50 ha olšin, 100 ha vrb a 53 ha luk je možné po stabilizaci produkce vrb a lučních společenstev získat produkci kvalitního sena z 53 hektarů luk – tj. ve dvou sečích přibližně 370 tun travní biomasy ročně, dále roční sklizeň 1 000 t dřeva vrby (3 360 MWh po spálení s 80% účinností). Po 10 letech od založení se k tomuto ročnímu množství přidá 375 tun olše ročně (1 250 MWh po spálení s 80% účinností). V této době již bude energetická produkce území kompletní a území bude poskytovat teoretický energetický potenciál dřeva 4 610 MWh (80% účinnost spálení) ročně a 1 100 MWh potenciální energie obsažené v bioplynu. S použitím v současnosti dostupných technologií kogenerace tepla a elektrické energie by bylo z tohoto množství biomasy možné teoreticky vyrobit až 784 MWh elektřiny ze dřeva (kvůli omezené dostupnosti údajů byla kalkulována technologie ORC s elektrickou účinností 17 %) a cca 363 MWh elektřiny z bioplynu. Z biomasy pěstované na sledovaném území je tak možno vyprodukovat 1 147 MWh elektřiny. Při kogeneraci elektřiny ze dřeva vznikne dále 3826 MWh tepelné energie. Při řešení každé konkrétní lokality je třeba navrhnout integrovaný projekt (studie proveditelnosti), v němž budou zohledněny vlastnické poměry, záměry obcí, ohledy na biodiverzitu a řešení protipovodňové a protierozní ochrany. Zároveň je velice potřebné vymezit žádoucí poměr mezi různými porosty a kulturami a způsoby zakládání porostů dřevin. Významný je i fakt, že hektar obnoveného lužního lesa zadrží ročně 7,5 tun uhlíku v biomase a půdě. Obnova lužních lesů tak nejen přispívá k adaptaci na změnu klimatu, ale i ke zmírnění klimatické změny jako takové (Kaliský a kol., 2009)

Literatura:

Adler P., Haas S., (2009): Handbuch Wald und Wasser. Translation published at <http://www.waldwissen.net>,

Barth M. et al. (2005): Coupling between Land Ecosystems and the Atmospheric Hydrologic Cycle through Biogenic Aerosol Pathways, American Meteorological Society, DOI:10.1175/BAMS-86-12-1738

- Buček, A., Vlčková, V. (2009): Scénář změn vegetační stupňovitosti na území České republiky: deset let poté, <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/scenar-zmen-vegetacni-stupnovitosti.html>
- Defra (2008): Restoring floodplain woodland for flood alleviation, Project SLD2316, Final report, Department of Food and Rural Affairs, Crown copyright
- Jankovský L., Cudlín P., Čermák P., Moravec I.: The prediction of development of secondary Norway spruce stands under the impact of climatic change in the Drahaný Highlands (The Czech Republic). *Ekologia (Bratislava)*, 23, Supplement 2/2004: 101-112, 2004.
- Janouš D., (2002): Změna klimatu a globální oteplování, <http://lesprace.silvarium.cz/content/view/863/>
- Johnson, T.E., James, N., Hart, D.D. (2007): Stream ecosystem responses to spatially variable land cover: an empirically based model for developing riparian restoration strategies, *Freshwater Biology*, Volume 52, Issue 4, pages 680–695
- Kaliský I., a kol. (2009): Trvale udržitelná lokální energetická soběstačnost, British Council, Praha, 2009
- Kalvová J., a kol. (2003): Zpřesnění scénářů projekce klimatické změny na území České republiky a odhadů projekce klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví v ČR. NKP Praha, 151 s.
- Kedziora A., Olejnik J., (2002): Water balance in agricultural landscape and options for its management by change in plant cover structure of landscape. In Ryszkowski L. (ed.) *Landscape Ecology in Agroecosystems Management*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 57–110.
- Kulhavý Z., Soukup (2010): Zemědělské odvodnění a krajina, in: Rožnovský J., Litschmann T. (ed): „Voda v krajině“, Lednice 31. 5. – 1. 6. 2010, ISBN 978-80-86690-79-7
- Lewis J., (1998): Evaluating the impacts of logging activities on erosion and suspended sediment transport in the Caspar Creek watersheds, in *Proceedings, Conference on Coastal Watersheds: The Caspar Creek Story*, Gen. Tech. Rep. PSW-168, pp. 55-69, For. Serv., U.S. Dep. Of Agric., Albany, Calif.
- Penualas J., Llusia J., (2003): BVOCs: plant defense against climate warming?, *TRENDS in Plant Science* Vol. 8, No. 3
- Pithart D., et al. (2010): Ecosystem services of natural floodplain segment - Lužnice River, Czech Republic, *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol 133, © 2010 WIT Press
- Pöschl U., et al., (2010): Rainforest Aerosols as Biogenic Nuclei of Clouds and Precipitation in the Amazon, *SCIENCE* VOL 329, Downloaded from www.sciencemag.org on September 16, 2010
- Rawls et al., (2003): Effect of soil organic carbon on soil water retention: <http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/11228/1/IND44026995.pdf>., staženo 14.3. 2011
- Rybanič R., Šeffler J., Čierna M., (1999): Economic Benefits From Conservation and Restoration of Floodplain Meadows, in: Šeffler J., Stanová V.: *Morava River Floodplain Meadows – Importance, Restoration and Management*. Bratislava; Daphne
- Rippl W., Eiseltoová M., (2009): Sustainable land management by restoration of short water cycles and prevention of irreversible matter losses from topsoils, *Plant Soil Environ.*, 55, 2009 (9): 404–410
- Rivernet, (2009): http://www.rivernet.org/general/dams/decommissioning/decom3_e.htm
- Rothacher J., (1971): Regimes of streamflow and their modification by logging, in *Proceedings of the Symposium on Forest Land Use and Stream Environment*, edited by J. T. Krygier and J. D. Hall, pp. 55-63, Oregon State Univ., Corvallis
- Spracklen D. et al., (2008): Boreal forests, aerosols and the impacts on clouds and climate, *Philosophical Transactions of Royal Society A*, doi:10.1098/rsta.2008.0201, Published online

V rámci projektu „Integrovaný přístup ke krajině jako východisko pro adaptační opatření na změny klimatu v povodí řeky Moravy“ (zkrácený název: „Klima – krajina – povodí“) vydává Unie pro řeku Moravu.

Projekt Klima – krajina – povodí je podpořen grantem ze Státního fondu životního prostředí ve výši 1 164 000 Kč.

Kontaktní údaje: Unie pro řeku Moravu, Hrubá Voda 10, 783 61 Hlubočky; www.uprm.cz

Pracovníci projektu: Mgr. Zdeněk Poštulka, zdenek.postulka@seznam.cz, 732 957 552

Mgr. Renata Placková, olomouc@uprm.cz, 737 136 911

Mgr. Michal Krejčí, info@uprm.cz, 731 058 206



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY