

Změna přístupů ke krajině – podmínka udržitelného rozvoje

Oldřich Syrovátka¹, Miloslav Šír² a Miroslav Tesař³

¹ Správa chráněných krajinných oblastí ČR, CHKO Blanský les, Vyšný 59, 381 01 Český Krumlov a Entomologický ústav AVČR, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice;

² Litvínovice 47, 370 01 České Budějovice

³ Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, Pod Paťankou 5, 166 12 Praha 6

Klíčová slova: Oteplování klimatu; retenčně-evapotranspirační jednotka (RETU); revitalizace krajiny; role státu.

Úvod

Oteplování klimatu, provázené v různých částech světa extrémními projevy povětrnosti s katastrofálními dopady, je obvykle přičítáno skleníkovému jevu, vyvolanému zvyšováním obsahu CO₂ v atmosféře Země. Současně však existují přesvědčivé experimentální práce, které ukazují, že zvýšený obsah CO₂ v ovzduší nemusí být dominantní příčinou oteplení, a někteří odborníci upozorňují i na další důsledky lidské činnosti, které mohou působit změnu klimatu (WAHLEN and DECK, 1991; RIPL, 1995; KALVOVÁ, 1995; RIPL et al., 1996; POKORNÝ, 1997). Odpověď na otázku, které další faktory mohou tak drasticky ovlivňovat klima, není jednoduchá; indicie naznačující, že takové faktory existují, jsou však nepřehlédnutelné.

Krajiny Evropy jsou po tisíce let ovlivňovány lidskou činností. Rozsáhlá území byla odlesněna a lesy stále ustupují i v celosvětovém měřítku. V roce 1850 činil rozsah světových lesů 7,5 · 10⁹ ha (SIRÉN, 1989), nyní jsou lesy omezeny asi na polovinu, přičemž odlesňování pokračuje. Zdravotní stav porostů v České republice navíc není uspokojivý a lesy jsou v určitých ohledech ohroženy i oteplováním klimatu (VINŠ et al., 1996). Vyvrcholením dlouhodobě rostoucího vlivu negativních antropogenních faktorů bylo v České republice rozsáhlé scelování zemědělských pozemků, mnohde nevhodně navržené plošné meliorace, spojené s drastickým omezením suchozemských, mokřadních i vodních ekosystémů i jejich funkcí. Významnou roli sehrála intenzifikace zemědělské výroby a jednostranné využívání půdy a krajiny, přetrvávající dodnes. Jen v České republice bylo odvodněno 1.081.836 ha (25,4 %) zemědělské půdy a 72,2 % zorněno; z 90.959 km vodních toků bylo v ČR upraveno 36.527 km (40,2 %) a délka toků tu byla v tomto století zkrácena o jednu třetinu (!). V úvahu je třeba brát i rozsáhlé zakrytí ("zapečetění") půdy stavební činností.

Krátkozrakost jednostranného přístupu ke krajině je vlastní současné civilizaci. A přece již koncem minulého století (1890) předložil T. G. Masaryk (viz BOČEK, 1998) rozumný rozbor ekologických, demografických a sociálních dopadů odlesnění a vyslovil i nyní převratnou myšlenku: "Brzy kultura měřiti se bude opětným zalesněním." Tato velká myšlenka bohužel dosud nepadla na úrodnou půdu - i nyní zemědělci hospodaří velkoplošným způsobem a prakticky kdekoli lze stavět rozsáhlé investiční celky na zelené louce, a to i v chráněných krajinných oblastech...

Závažnost současného stavu krajiny vyniká ve vztahu k probíhajícím změnám klimatu a růstu výskytu extrémních projevů povětrnosti. Proto ani odhad vlivu oteplování klimatu na vodní režim a zemědělství v České republice není příliš uklidňující (BRÁZDIL R., ROŽNOVSKÝ J. et al., 1995; HLADNÝ et al., 1995). Prvním nezbytným krokem proti zjevné ekologické nestabilitě, přinášející značné environmentální, ekonomické, sociální i kulturní ztráty, musí být poctivé zamyšlení nad naším vztahem ke krajině a nad nároky, jež na ni klademe - ty byly dosud příliš utilitární a bezohledné.

Modelový projekt revitalizace krajiny Senotín

Zajímavé výsledky, upřesňující pohledy na základní funkce krajiny, byly získány v rámci výzkumného projektu Senotín. Cílem dlouhodobého experimentu bylo především ověření možnosti nápravy ekologických škod, způsobených plošným odvodněním krajiny pramenných oblastí Jindřichohradecka (Novobystřická

pahorkatina, jižní Čechy) v osmdesátých letech. Mezioborový výzkum, probíhající od r. 1992, řeší teoretické a metodické otázky revitalizace zemědělské krajiny podhorské pramenné oblasti, zahrnující zlepšení vodního režimu, regenerace půdy, obnovy biodiverzity a vytvoření podmínek pro udržitelné zemědělské hospodaření v revitalizované krajině (SYROVÁTKA, 1995, 1996; SYROVÁTKA et al., 1999).

Prameniště v k. ú. obce Senotín leží v nadmořské výšce 610 až 690 m n. m. Prameniště, které je odvodňováno drobným vodním tokem, bylo od dob vrcholné středověké kolonizace odlesněno a hospodářsky využíváno jako extenzivní louka. Voda z pramenných vývěřů byla odváděna mělkými stružkami do vodního toku. V osmdesátých letech zde však byla, přes trvajících dlouhodobý srážkový deficit, vystavěna systematická trubní drenáž a povrch terénu byl důsledně zarovnan. Následně byla půda zorněna, vyvápněna a obohacena o deficitní živiny N, P a K. Po roce 1989 byla půda zatravněna.

V roce 1992 se projevilo letní sucho nebývale rozsáhlým proschnutím porostů a celkovým nedostatkem vody v krajině. To zavdalo podnět k provedení úvodní půdně-biologické, hydrologické a hydrologické studie s cílem odhalit příčiny vzniku sucha v krajině, která je jinak tak vodná, že byla od dob kolonizace vždy nějak odvodňována. Zjistilo se, že došlo ke snížení retenční schopnosti půdy v důsledku poklesu obsahu organické hmoty v orničním horizontu, ke ztrátě půdní struktury a zmenšení půdní pórovitosti. Souběžně byl zaznamenán významný pokles obsahu živin; i společenstva půdních organismů byla závažně druhově ochuzena (SYROVÁTKA et al., 1994; FROUZ a SYROVÁTKA, 1995).

Prvopočáteční příčinou ztráty organické hmoty byla zřejmě nechtěná aktivizace půdních bakterií; odvodněním a následnou orbou došlo k dobrému provzdušení a oteplení půdy, melioračním vápněním se neutralizoval původně kyselý půdní roztok a hnojením v minerální formě NPK byly dodány živiny. Bakterie destruovaly půdní organickou hmotu; valná část uhlíku se dostala ve formě CO₂ do atmosféry, dusík byl převeden do velice rozpustné formy NO₃⁻ a vyplaven z půdy do vodního toku, což se projevilo následnou eutrofizací rybníka pod odvodněným územím. Půdní profil je nyní tvořen mírně znečištěným pískem, krytým velmi tenkým a chudým humusovým horizontem. Za několik let nevhodného hospodaření došlo k rozsáhlé degradaci půdního pokryvu, vytvářeného přírodními pochody po tisíciletí...

Vzhledem k tomu, že přirozená obnova degradované půdy je záležitost velice dlouhodobá, bylo rozhodnuto nahradit nedostatečnou retenční schopnost půdy jednoduchými zadržovacími stavbami. Na základě výsledků úvodních studií byly navrženy revitalizační úpravy odvodňovací soustavy na 9 ha pramenné oblasti; hlavními stavebními prvky jsou jílové clony, přerušující trubní drenáž, a čtyři promyšleně situované meze. Náklady na zemní práce, zahrnující i řadu dalších opatření (úpravy záchytných příkopů, obnovu rybníčku, částečnou revitalizaci potoka, ozelenění a konečné úpravy povrchu půdy) nepřesáhly půl miliónu korun v cenové úrovni roku 1995.

V roce 1997 byla uvedena do provozu automatická monitorovací stanice, která ve dvacetiminutových intervalech měří a archivuje teplotu vzduchu ve výšce 2 m, teplotu půdy v hloubce 0,1 m, intenzitu dešťových srážek a tenzometrický tlak půdní vlhkosti v hloubkách 0,3, 0,6 a 0,9 m, průtok v páteřním toku a výtok z drenážní skupiny do toku.

Efekt revitalizačních opatření je studován a vyhodnocován od konce listopadu 1995, kdy byly zemní práce provedeny (SYROVÁTKA et al., 1994, 1995, 1997, 1998, 1999; ŠÍR a TESAR, 1997; BAYER, 1998 aj.).

Výsledky experimentální revitalizace

Nenákladný pokus po pěti letech naznačuje správnost přístupu k revitalizaci pramenné oblasti Senotín. Byla potvrzena účinnost základního revitalizačního prvku - jílových clon: zrušení funkce trubní drenáže přispělo k obnovení stavu před odvodněním, jehož nevhodnost je nyní více než zřejmá. Rychle se obnovila široká paleta vlhkostních podmínek, daných různým typem povrchového zamokření i režimu podzemních vod, včetně obnovených původních pramenných výstupů. Potvrdil se i značný význam úprav reliéfu (meze) a mikroreliéfu pro zdržení odtoku povrchové vody v případě extrémních srážek. Při tání sněhu a v deštivých obdobích vznikají v suchých poldrech nad mezemi přechodné vodní plochy, v suchých obdobích jsou v omezené míře zachovány tůň trvalé. Rozsah trvale zamokřených ploch je zanedbatelný a údržba lučních porostů není zvýšenou vlhkostí půdy významně omezena. Biocenologický výzkum navíc již nyní prokazuje,

že byly vytvořeny podmínky pro přirozenou i řízenou obnovu vodních, mokřadních a suchozemských společenstev, charakteristických pro danou biogeografickou oblast.

Nové otázky

V tomto místě by bylo možné příspěvek uzavřít konstatováním, že dobrá věc se podařila. Velice rychlá degradace půdy byla nenákladně, šetrně a účinně zastavena a nastartovaly se i samovolné ozdravné procesy v krajině. Lze předpokládat, že zde postupně dojde k obnově přírodních poměrů, alespoň částečně podobným těm před nešťastným odvodněním.

U zúčastněných však zůstal pocit, že nebyla vyjasněna otázka nebývalé rychlosti degradace a následné obnovy přírodních poměrů. Vždyť přírodní procesy, které probíhají po tisíciletí za působení energií planetárního měřítka (zvětrávání minerálů, jejich migrace a akumulace v půdě, růst a rozklad rostlin, hromadění půdní organické hmoty, její mikrobiální transformace atd.), byly dvakrát zásadně zvráceny během několika let na první pohled nepatrným zásahem - vložením sítě drenážních trub do půdy a jejím opětovným přerušením při vynaložení celkem nicotné energie. Nepoměrně takto pojaté příčiny a následku napovídá, že na meliorované ploše byl znemožněn nějaký energeticky významný proces. Jaký?

K řešení této otázky přispěly a inspirovaly výsledky několikaletého sledování vlhkostních podmínek v půdě a vývoje vegetačního krytu – výzkum se soustředil na problematiku spolupráce půdy, rostlin a atmosféry při přenosu vody a tepla. Výsledky tohoto výzkumu, skromně doplňující práce jiných autorů, umožnily poměrně uceleně popsat systém, jehož funkce je v krajině zřejmě zcela zásadní, a navrhnout základ nového systémového přístupu ke krajině.

Půda, vzduch a rostliny - dvě nádrže s chladičem

Půda a vzduch se chovají jako dvě nádrže (každá na vodu a teplo současně), mezi nimiž probíhá výměna vody a tepla na povrchu půdy. Procesy výměny jsou dobře popsány fyzikálními zákony, pokud není půda porostlá žijícími rostlinami. Běžné cévnaté rostliny však komplikují výměnné procesy tím, že jejich životní aktivita je podmíněna nutností efektivně chladit svoje orgány – listy (PRAŽÁK et al., 1994; 1996). I v našich zeměpisných šířkách se totiž rostliny ve vegetačním období mohou přehřívat vlivem pohlceného slunečního záření, pokud nemají možnost transpirovat a tedy ochlazovat své listy odběrem tepla na skupenskou přeměnu vody v páru. Rostliny v průběhu svého vývoje vyvinuly účinný mechanismus, který řídí výdej vody na transpiraci. Jeho byt' jen rámcový popis přesahuje účel tohoto sdělení - podstatné pro další výklad je, že rostliny jsou fyziologicky vybaveny tak, že fungují jako regulační ventil, který přepouští vodu z půdy do atmosféry (ve formě vodní páry) tehdy, pokud se rostliny chladit musí. Výkonnost tohoto systému vynikne, když si uvědomíme, že v důsledku transpirace je cyklus tepla stabilizován natolik, že v mírném pásmu ve vegetační sezóně většinou probíhá v úzkém rozmezí teplot přízemní vrstvy vzduchu 5 až 25° C a povrchové vrstvy půdy 5 až 15°C, a to v podmínkách extrémních změn v denním cyklu výměny tepla mezi Zemí a vesmírem (!).

Rostliny aktivně ochlazují svoje orgány i okolní vzduch a omezují průnik tepla do půdy (viz např. ŠÍR et al., 1999). Skupenská přeměna vody v páru disipuje obrovské množství energie, které při kondenzaci zpětně ohřívá vzduch. Rostliny jsou tak nejen chladičem, ale i regulátorem místního klimatu. Voda pro transpiraci je odebírána z půdy; pokud se však zásoba půdní vody vyčerpá, rostliny netranspirují, chlazení nefunguje, vzduch a půda se ohřívají. (Tato situace nastává i v případě odstranění vegetačního krytu při zakrytí půdy stavbami, ale i v období sklizně obilí.)

Do půdní nádrže se vejde jen omezené množství vody; při překročení horní kritické hodnoty voda protéká do podloží, při vyčerpání na dolní kritickou hodnotu je již voda pro rostliny nedostupná. Objem vody v půdě je časově proměnný: roste vsakováním dešťové vody, klesá výtokem do podložních horizontů a odběrem vody z kořenové zóny pro transpiraci rostlin. Rozdíl horní a dolní kritické hodnoty, mezi níž během vegetační sezóny kolísá objem vody v půdě, je maximální retenční kapacitou půdy.

Voda, převedená ve formě vodní páry z půdy do atmosféry, tvoří vzdušnou vlhkost. Maximální objem vody ve formě páry ve vzduchu je závislý na jeho teplotě. V teplém vzduchu může být obsaženo více vody, než ve studeném. Při ochlazení vzduchu, např. díky výstupu do větší výšky či při nočním ochlazení, přebytečná vlhkost při uvolnění skupenského tepla kondenzuje a stává se zdrojem srážek. Tak se vrací voda - chladiivo zpět do půdní nádrže. V lokální situaci, kdy vodu nepřinášejí atmosférické fronty, je cirkulací vody mezi půdou a atmosférou zajištěno stálé chlazení pevniny v poměrně úzkém rozmezí teplot. Fungování tohoto tak zvaného malého či uzavřeného vodního cyklu je podmíněno dostatkem půdní vody, což znamená, že rozdíl v potřebě vody na transpiraci a v příjmu srážkové vody půdou nesmí překročit retenční kapacitu půdy. Co může způsobit porucha tohoto systému a omezení transpiračního chlazení půdy?

Poruchy chlazení - příčiny, důsledky a projevy

Příčinou sucha v Senotíně nebylo jen podzemní odvodnění, které odvedlo pramenné výstupy, ale především drastické snížení retenční kapacity půdy. V důsledku toho začalo docházet k nedostatku vody pro transpiraci rostlin i v povětrnostních situacích, které byly dříve bezproblémové. Energeticky nesmírně významným dějem, který tak byl porušen, bylo právě chlazení rostlin, půdy a atmosféry. Proto došlo po velice krátkém čase po odvodnění k nastolení přírodních poměrů, typických spíše pro stepní pásmo. Když byl stavebními zásahy omezen odtok podzemní drenáží a zvětšena retenční a akumulační schopnost krajiny, obnovilo se pravidelné chlazení a byly opět ustaveny poměry, odpovídající lesnímu pásmu.

Výsledky měření v Senotíně i na dalších lokalitách naznačují, že i malá porucha v chlazení krajiny má tendenci se prohlubovat a rozšiřovat. Odtok vody z půdy do podloží se v narušené půdě zvětšuje na úkor zásoby vody, povrchový odtok a evaporace z půdy se z mnoha různých navazujících důvodů, např. vlivem nezapojeného rostlinného pokryvu, ztuhnutí půdy zemědělskou technikou či zakrytím půdy stavbami zvětšují na úkor infiltrace vody do půdy. Nedostatek vody v půdě se prohlubuje, rostliny netranspirují, vzduch a půda se přehřívají. Přehřátý vzduch, obsahující velké množství vody, stoupá do značné výše a ochlazuje se; voda kondenzuje a vznikají odpolední bouřky z tepla s lokálními přivalovými srážkami. Povrch půdy je však proschlý a vodoodpudivý - voda se nevsakuje a vzniká lokální povodeň. Při souhře těchto faktorů a reliéfu krajiny s velkými výškovými rozdíly může vzniknout i tzv. supercela s katastrofálním výskytem velkých krup a přivalových srážek na relativně malých územích (např. východní Slovensko v roce 1998).

Ztrátou chladicí funkce vegetačního krytu na rozsáhlých územích však již dochází ke změnám v toku energie, jimiž může být ovlivněn pohyb i významných vzduchových mas. Díky nedostatečnému chlazení zemského povrchu v plošně velkém měřítku se nad pevninou vytváří tlaková výše, bránící postupu srážkotvorných studených front nad pevninu. V létě tak vznikají dlouhá bezsrážková období. Pronikne-li pak studená fronta nad přehřátou pevninu, vytlačí teplý vzduch s velkým obsahem vodní páry do výšky, kde dojde ke kondenzaci a vzniku srážek nebývale vysokého úhrnu nad poměrně úzkým pruhem území. Nad pevninou vznikne tlaková níže, vyplňující se nasáváním vlhkého oceánského vzduchu. Ten se vlivem přehřáté pevniny a teplých okolních vzduchových mas zvedá do výše, ochlazuje a kondenzací vzniká další srážka. Celý cyklus se za prakticky nepřetržitého deště opakuje, dokud se nevyčerpá zásoba tepla, nebo dokud se nezmění globální cirkulace. V důsledku vytrvalých a bohatých srážek může vzniknout i katastrofální povodeň v regionálním měřítku. Příkladem tohoto jevu byly i srážky a následné povodně na severní Moravě v letech 1997 a 1998. V obou případech se katastrofa znásobila ještě zmenšením retenční schopnosti krajiny. (Jestliže při srážkách 600 mm je katastrofa nevyhnutelná (1997), obdobné neštěstí, způsobené srážkami pouhých 100 - 200 mm (1998), je již velmi solidním dokladem rozsáhlého poškození krajiny.)

Změny v toku energie na pevninách, způsobené porušením chladicí funkce vegetace, jsou pravděpodobně i jednou z hlavních příčin změn klimatu a výskytu extrémních projevů povětrnosti i v celoplanetárním měřítku. Naznačují to i výsledky rekonstrukce teploty ovzduší do několik set až tisíc let vzdálené minulosti, prováděné na základě měření hloubkového profilu teploty skalních masivů. Rekonstruované řady ročních průměrných teplot jsou řádově delší, než řady získané přímým měřením teploty ovzduší; současně jsou díky fyzikálnímu principu vedení tepla pevným materiálem oproštěny od vlivu náhodných a krátkodobých fluktuací teploty atmosféry. Rekonstruované teploty jasně dokazují setrvalé oteplování atmosféry

v posledních padesáti letech (BODRI and ČERMÁK, 1997); současně lze vysledovat i zajímavé souvislosti mezi teplotou atmosféry a historickými událostmi vedoucími ke změně vegetačního krytu nebo změně obhospodařování krajiny (např. v období válek).

Východisko systémového přístupu ke krajině - RETU

Studium chování soustavy půda-vegetace-ovzduší dalo základ koncepcí retenčně evapotranspirační jednotky - RETU (ELIÁŠ et al., 1999, 2000). Její funkce v revitalizované části krajiny v Senotíně je demonstrována na příkladu z vegetační sezóny 1998. Vzrůst teploty vzduchu a půdy při nedostatečné transpiraci ukazují grafy 1 a 2. V horním grafu (Graf 1) je tenkou čarou vynesena teplota vzduchu ve výšce 2 m a tlustou čarou teplota půdy v hloubce 0,1 m. V dolním grafu (Graf 2) jsou znázorněny tenzometrické tlaky (měřené jako podtlak vůči tlaku atmosférickému) v hloubkách 0,3, 0,6 a 0,9 m. Graf 2 je doplněn o průběh srážkových úhrnů za dvacetiminutový interval. Klesající křivka tenzometrického tlaku značí zmenšování půdní vlhkosti vlivem odběru vody z půdy na evapotranspiraci; růst křivky tenzometrického tlaku znamená zvětšování půdní vlhkosti vlivem infiltrace srážkové vody do půdy.

V období od 17.5. do 10.6. 1998 poklesl tenzometrický tlak pod hranici -60 kPa, kdy je transpirace téměř znemožněna. Během tohoto období rostla teplota vzduchu (ze 14° C na 35° C) i půdy (z 8° C na 15° C), maximální teplota vzduchu dokonce dosáhla výjimečné hodnoty 35° C. Tenzometrické tlaky poklesly jen málo, neboť transpirace rostlin byla již silně omezena nedostupností půdní vláhy. Na příkladu malé dešťové epizody ve dnech 30.5. až 1.6. je dobře patrná vysoká účinnost transpiračního chlazení, dokumentovaná stagnací teploty půdy. Téměř celý srážkový úhrn byl spotřebován na evapotranspiraci, protože odezva tenzometrů na srážku je nepatrná. Po výrazné dešťové periodě ve dnech 11.6. až 14.6. se půda vodou nasýtila, tenzometrický tlak vzrostl a rostliny započaly plně transpirovat. Teplota vzduchu mírně poklesla, přestala mít s časem rostoucí trend; ohřívání půdy ustalo.

RETU tvoří spojovací článek mezi "velkou" hydrologií, jak je chápána v klasických dílech, zaměřených na srážko-odtokové vztahy, a "malou" hydrologií půdy - hydropedologií. V koncepci RETU je hybatelem oběhu vody mezi atmosférou, půdou a rostlinami příkon tepla ze slunečního záření. Rostliny jsou jediným aktivním regulátorem vodního cyklu; RETU vysvětluje vztah oběhu vody a tepla a stabilizaci teplot vzduchu a půdy na pevninách. Regulační děje v listových chladičích (asi 1 mm tlustých) řídí výměnu vody a tepla mezi půdou a vzduchem tak, že stabilizují tok tepla a vody v povrchové vrstvě půdy (asi 1 m) a v mezní vrstvě atmosféry (asi 1000 m). Znamená to, že o podstatných kvalitách životního prostředí na souších rozhodují zdánlivě efemérní děje, probíhající v tenké slupce, tvořené transpiračními orgány rostlin (viz např. TESAŘ a ŠÍR, 1999a, 1999b; TESAŘ et al., 1992).

Z grafů 1 a 2, popisujících funkci studované RETU (revitalizovaná plocha v Senotíně), vyplývá, že i zde se projevil vliv dlouhodobého sucha, které způsobilo na několik dní zastavení transpirace se všemi jeho důsledky. Zde je třeba zdůraznit, že obnova fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy, nezbytná pro podstatné zvýšení retenční kapacity a zlepšení dostupnosti půdní vláhy pro transpiraci, bude trvat přinejmenším dlouhá desetiletí.

Závěry

Změny krajiny, vedoucí k současným výrazným změnám klimatu, byly zřejmě odstartovány právě v okamžiku vykácení prvního hektaru lesa.

V rámci experimentální revitalizace krajiny pramenné oblasti Senotíně byly vytvořeny základy celku, který nachází uplatnění v územním systému ekologické stability jako antropicky podmíněné biocentrum. Podrobné studium základních funkcí vytvořeného systému v Senotíně a na dalších lokalitách však přispělo k pochopení zásadního významu klíčových funkcí, ovlivňujících tok vody a energie v krajině a stabilizujících klima. Na základě formulování soustavy retenčně-evapotranspirační jednotky (RETU) byly vytvořeny základy nového přístupu ke krajině, vycházejícího z poznání nezbytnosti obnovy a podpory základních funkčních prvků RETU – půdy (její retenční schopnosti, nezbytné pro trvalé zajištění dostupné

vláhy pro transpiraci) a transpirujícího vegetačního krytu, stabilizujícího klima, chránícího půdu před přehřátím a zároveň přispívajícího k obnově půdy.

Současný způsob obrany proti ekologické nestabilitě krajiny, výstavba nových přehrad a další regulace vodních toků, připomíná, ve srovnání s plošnou obnovou retenčně-evapotranspirační funkce krajiny, stavění kbelíků pod díry ve stropě oproti celkové rekonstrukci střechy. Autor dnes již klasického díla (KUTÍLEK, 1978) před dvaceti lety téměř jasozřivě upozornil na význam funkce půdní nádrže: "Objem vody, zadržovaný a protékající půdou, má dominantní postavení v hydrologickém cyklu. Zemědělská a lesní půda v ČSSR představuje nádrž o obsahu $3,0$ až $4,0 \cdot 10^{10}$ m³, zásoba vody v půdní zóně kolísá od $1,5$ do $2,5$ až $3 \cdot 10^{10}$ m³. Porovnáme-li tento objem s celkovou kubaturou všech nádrží v ČSSR (asi $4,0 \cdot 10^9$ m³), zjišťujeme rozdíl v řádu. Zdálo by se proto logické, že tak velkému rezervoáru, jakým je půda, by se měla věnovat odpovídající pozornost. Bohužel nelogičnost v tomto směru stále ještě zatěžuje mysl mnoha odborníků."

V rámci analýzy dopadů oteplování klimatu dospěl tým odborníků (HLADNÝ et al., 1995) k obdobnému závažnému závěru: "Půda představuje jeden ze základních vstupních transformačních činitelů vodních zdrojů jak z kvantitativního, tak i z kvalitativního hlediska. Je proto důležité hospodařit s vodou v půdním prostoru a využít její retenční schopnost, což vyžaduje zejména následující opatření: omezení povrchových odtoků, omezení neúměrně velkého rozsahu odvodnění systematickou drenáží, uplatnění protierozních opatření." Dosud jednostranné využívání kdysi zalesněné krajiny vede k velmi nebezpečnému plošnému uplanění vlivu nepřírodných stepních podmínek. Je z mnoha důvodů (environmentálních, ekonomických, sociálních, kulturních i politických) žádoucí, aby tato dílčí doporučení byla rozšířena o další zcela nové přístupy, jež by přispěly k obnově přírodních lesních poměrů – k vyvážení toku energie a vody v soustavě půda-vegetace-ovzduší, jež znamená obnovení funkce malého (uzavřeného) vodního cyklu. Nový systémový přístup by měl vycházet z pochopení, že jednotlivé krajinné celky a jejich části jsou RETU, jejichž funkci je nutné obnovit, chránit a podporovat. Cílem nového systémového přístupu by tedy měla být soustavná promyšlená snaha o obnovení schopnosti krajiny zadržet vodu v půdě a využít ji pro stabilizaci klimatu prostřednictvím transpirující zeleně. Výsledkem by měla být stabilizace bilančních složek vodního režimu a prioritní obnova vodně-tepelných poměrů v krajině.

Uplatnění nového přístupu ke krajině, nutného pro udržitelný život venkovských i městských oblastí státu, však nebude zřejmě možné, pokud tento požadavek nebude zároveň uznán za prioritní zájem společnosti a politický úkol státu. Nové chápání funkcí krajiny a nezbytnosti jejich obnovy by se totiž mělo projevit prakticky ve všech oblastech jeho života. Je pravděpodobné, že si uplatnění nových nároků na krajinu vyžádá i zcela nové přístupy v oblasti územního plánování, jež bude muset vycházet z komplexního odborného hodnocení funkcí RETU jednotlivých krajinných celků.

Letos stát rozdělí 5 mld. Kč jako kompenzaci zemědělcům, postiženým jarním suchem; celkové škody, které zemědělci utrpěli, však přesahují podle Ministerstva zemědělství ČR původně odhadovaných 10,7 mld. Kč. K největším škodám došlo v oblastech s nejvíce narušeným vodním režimem krajiny. V budoucnu by se již nemělo stát, že by zemědělci, hospodařící velkoplošným způsobem, bránící výsadbě stromů v krajině, obnově mokřadů a malých toků, svedených pod zem, i jiných ekostabilizačních prvků v krajině, měli nárok žádat o obdobnou náhradu. Naopak – jejich jednání, zásadně narušující základní funkce krajiny a ohrožující ekologickou stabilitu státu, by mělo být postihováno podle příslušného zákona. Zemědělci, kteří se však rozhodnou přistupovat ke krajině, v níž hospodaří, jako k systému RETU a podpořit tak ekologickou stabilitu krajiny, by měli mít nárok na odměnu.

Je nepochybné, že jedním z nejvýznamnějších prvních kroků by měla být široká osvětová a vzdělávací kampaň, zaměřená nejen na zemědělce, ale i na nejširší vrstvy obyvatelstva.

Autoři si zde dovoluují vyslovit hypotézu, že navrhovaný nový přístup ke krajině, podporující obnovení lesních poměrů, plošně uplatněný v nadregionálních měřítcích, může přispět ke stabilizaci klimatu kontinentu a k omezení procesu jeho oteplování. Akceptování modelu RETU a jeho uplatnění v krajině Evropy by se zřejmě mělo stát i uvědomělým procesem jakéhosi "úklidu" po etapě bezohledného zemědělsko-průmyslového rozvoje. Komplexní obnova základních funkcí (revitalizace) krajiny by se měla stát jednou z kulturních priorit nového tisíciletí.

Mohou navrhované změny přístupů ke krajině skutečně ovlivnit i vývoj klimatu? Je hodnocení jednotlivých indicií autory správné? Na to je nutné stále hledat odpověď. Nečinně čekat a vymlouvat se na

nedostatek "tvrdých" experimentálních dat a důkazů by avšak znamenalo vědomě podstupovat další nebezpečí z prodlení. Zejména zásada předběžné opatrnosti velí uznat principy RETU za rozumné hledisko nových nároků na krajinu a za prioritní směr dalšího vývoje péče o ni. Je to zřejmě jediná dobře definovaná cesta k omezení četnosti a ničivosti extrémních projevů povětrnosti.

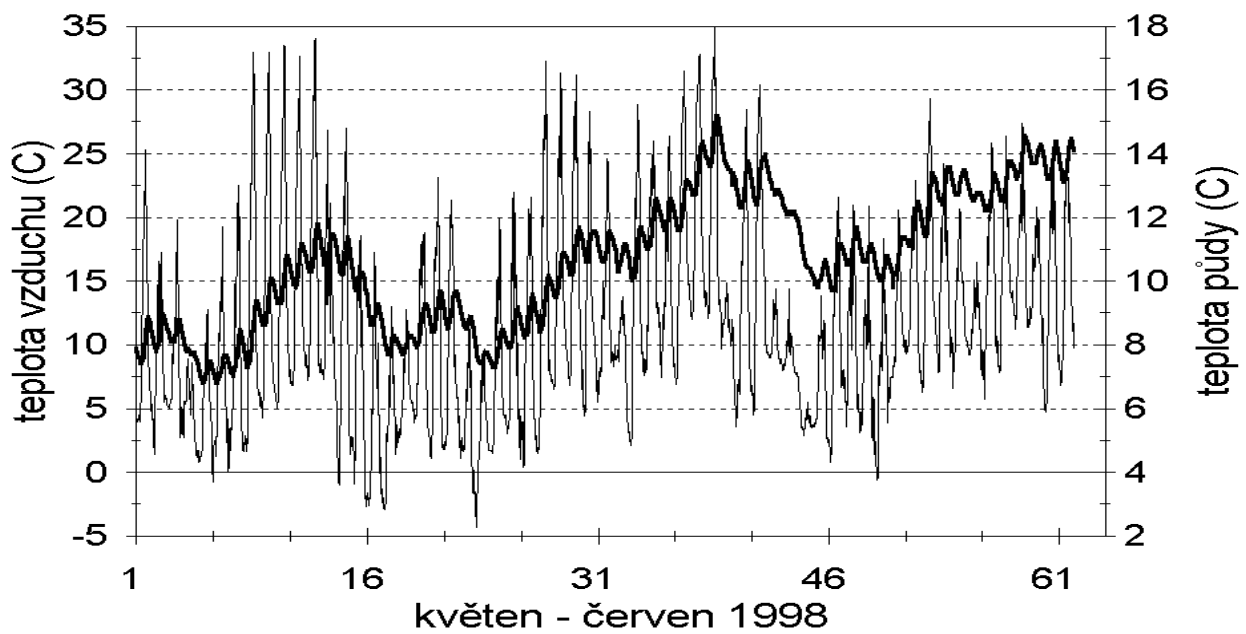
Literatura

- BAYER T., 1998: Vliv nenasyceného půdního profilu na pohyb vody ve speciálních krajinných strukturách. Diplomová práce, Přírodovědecká fak. Univerzity Komenského, Bratislava, 84 str.
- BOČEK J., 1998: Duby a čas Titaniku. Právo, 23.7.1998.
- BODRI A. and ČERMÁK V., 1997: Reconstruction of remote climate changes from borehole temperatures. *Global and Planetary Change*, 15, 1997, 47 - 57.
- BRÁZDIL R., ROŽNOVSKÝ J. et al., 1995: Dopady možné změny klimatu na zemědělství v České republice. ČHMÚ, Praha ISBN 80-85813-26-2, ISSN 1210-7565; 138 pp.
- ELIÁŠ V., ŠÍR M., TESAŘ M. a SYROVÁTKA O., 1999: Vliv půdní vlhkosti na formování odtoku z povodí - koncept retenčně evapotranspirační jednotky. In: Majerčák J. and Hurtalová T. (Eds.) Zborník anotácií VII. medzinárodného posterového dňa "Transport vody, chemikálií a energie v systéme poda - rastlina - atmosféra". ÚH a GÚ SAV Bratislava Nov. 1999, 28.
- ELIÁŠ V., KUBÍK F., LICHNER L., PRAŽÁK J., SYROVÁTKA O., ŠÍR M. a TESAŘ M.: Retenčně evapotranspirační jednotka. *Hydrologické dny 2000 - Nové podněty a vize pro příští století*. Sborník příspěvků - Editoři: J. Buček a M. Tesař, ISBN 80-85813-76-9, Plzeň 18. - 21. září 2000, 299 - 306.
- FROUZ J. and SYROVÁTKA O., 1995: Communities of soil dwelling dipteran larvae in seminatural and drained peat meadows. *Abstr. 8th Int. Bioindicators Symp.*, 1995: 27.
- HLADNÝ J. et al., 1996: Impacts of a Potential Climate Change on Hydrology and Water Resources in the Czech Republic : Country Study of Climate Change for the Czech Republic : Element 2. - Praha, [s.n.], 1997. - 134 p, ill., graphs., tables, 29 cm. (National Climate Program of the Czech Republic ; 26) - ISSN: 1210-7565. - ISBN: 80-85813-50-5; 137 pp.
- KALVOVÁ J. et al., 1995: Scénáře změny klimatu pro Českou republiku. Územní studie změny klimatu pro Českou republiku: Element 2, Národní klimatický program České republiky, Praha, ISBN 80-85813-24-6, ISSN 1210-7565.
- KUTÍLEK M., 1978: Vodohospodářská pedologie, SNTL/ALFA, Praha 1978.
- POKORNÝ J., 1997: Opomíjená makroenergetika krajiny. *Ekologie a společnost* VII(6): 5 -7.
- PRAŽÁK J., ŠÍR M. and TESAŘ M., 1994: Estimation of plant transpiration from meteorological data under conditions of sufficient soil moisture, *J. of Hydrol.*, 162, 1994, 409 - 427.
- PRAŽÁK J., ŠÍR M., and TESAŘ M., 1996: Parameters determining plant transpiration under conditions of sufficient soil moisture. *J. of Hydrol.*, 183, 1996, 425 - 431.
- RIPL W., 1995: Management of water cycle and energy flow for ecosystem control - the energy-transport-reaction (ETR) model. *Ecological Modelling* 78: 61 - 76.
- RIPL W., POKORNÝ J., EISELTOVÁ M. a RIDGILL S., 1996: Holistický přístup ke struktuře a funkci mokřadů a jejich degradaci. *Wetlands International* 32: 16 - 35.
- SIRÉN G., 1989: The contribution of biomass to sustained restoration of the global biosphere. In: Mitchell C. P., Sennerby-Forsse L. and Zsuffa L. (eds.), *Multipurpose tree production systems*. Proc. IUFRO, Int. Poplar Commission, FAO and Ad-hoc Committee Workshop, Beijing, China, Sept. 5-7, 1988; Uppsala, 1989, 2; 18 - 26.
- SYROVÁTKA O., 1995: Otázky plošné revitalizace pramenných oblastí v regionech. *Ochrana přírody*, 50 1995(5): 181-183.

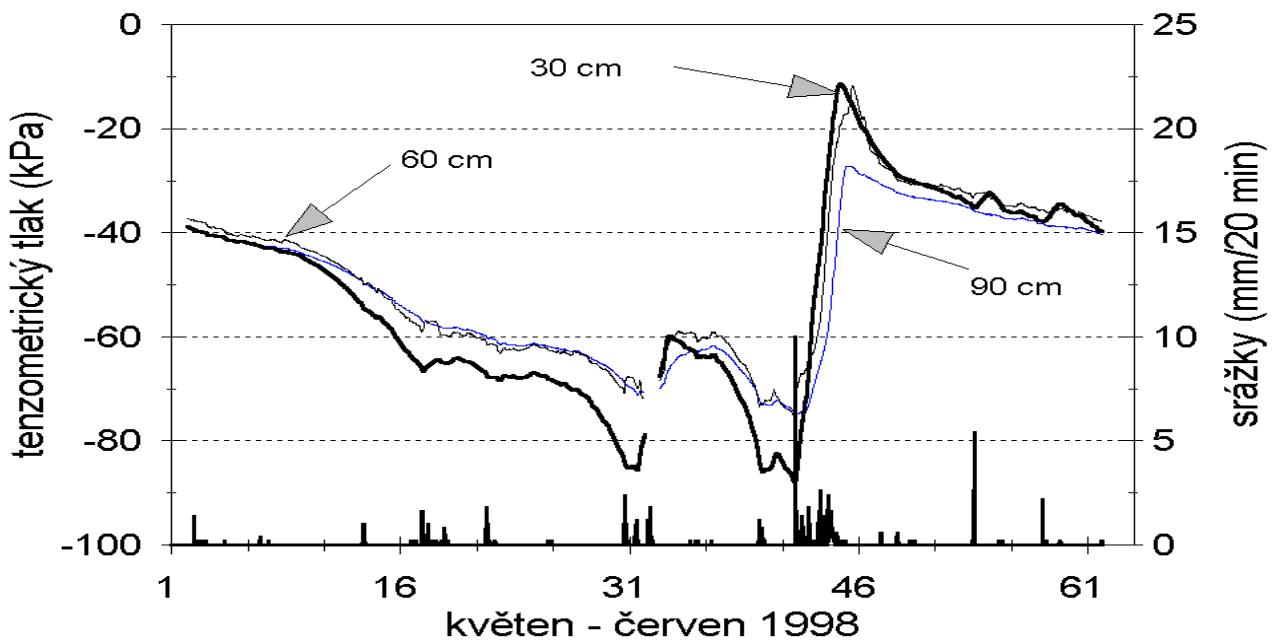
- SYROVÁTKA O., 1996: Revitalizace v zrcadle Agendy 21, Planeta, 9, 1996, 32 -33.
- SYROVÁTKA O. et al., 1994: Koncepce revitalizace pramenních oblastí, případová studie Senotín. Závěrečná zpráva etapy projektu GA ČR 204/932524, 68 pp.
- SYROVÁTKA O. et al., 1995: Studie revitalizačních opatření v pramenné oblasti Senotín - etapa 1. Závěrečná zpráva výzkumného projektu MŽP ČR, 65 pp.
- SYROVÁTKA O. et al., 1997: Revitalizace pramenné oblasti Senotín: Hodnocení revitalizačních opatření 1996 - 1997. Závěrečná zpráva, MŽP ČR, 124 pp.
- SYROVÁTKA O. et al., 1998: Revitalizace pramenné oblasti Senotín: Hodnocení revitalizačních opatření 1998. Závěrečná zpráva, MŽP ČR, 117 pp.
- SYROVÁTKA O. et al., 1999: Revitalizace pramenné oblasti Senotín: Hodnocení revitalizačních opatření 1996 - 1997. Závěrečná zpráva, MŽP ČR, 92 pp.
- SYROVÁTKA O., ŠÍR M. a BALOUNOVÁ Z., 1999: Revitalizace pramenné oblasti Senotín. Sborník konference "Ekotrend", 18.-19.3. 1999, Výstaviště České Budějovice, a. s., Editoři: Ondr, P. - Pecharová, E., 12-17.
- ŠÍR M. a TESAŘ M., 1997: Studie vodního režimu na lokalitě Senotín. In: Syrovátka O. (ed.), 1997: Revitalizace pramenné oblasti Senotín: Hodnocení revitalizačních opatření 1996 - 1997. Závěrečná zpráva, MŽP ČR, 96 - 124.
- ŠÍR M., TESAŘ M. and SYROVÁTKA O., 1999: Cooling of landscape by vegetation cover. In: Proceeding of the International Conference "Ekotrend", České Budějovice, ZF JU, 1999: 7-11.
- TESAŘ M., ŠÍR M., KUBÍK F., PRAŽÁK J. a STRNAD, E., 1992: Transpirace lesního porostu ve vegetačním období při dostatku vody v půdě. Lesnictví - Forestry, 38, č. 2, 1992, 877-888.
- TESAŘ M. a ŠÍR M., 1999a: Vodní režim půd a jeho vliv na tvorbu povrchového odtoku. Sborník konference "Ekotrend", 18.- 19.3. 1999, Výstaviště České Budějovice, a. s., Editoři: Ondr, P. - Pecharov , E., 41-50.
- TESAŘ M. and ŠÍR M., 1999b: Vegetative cover and soil water regime in the Šumava Mts. Proc. of the Intern. Conf. "Problems in fluid mechanics and hydrology", Ed. Vlasák, P., June 23-26, 1999, Prague, Institute of Hydrodynamics ASCR, Vol. 2, 446-452.
- VINŠ B. et al., 1996: Dopady možné změny klimatu na lesy v České republice. ČHMÚ, Praha ISBN 80-85813-29-7, ISSN 1210-7565; 135 pp.
- WAHLEN A. D. and DECK B., 1991: Initial measurements of CO2 concentrations (1530 to 1940 A. D.) in air occluded in the GISP 2 ice core from central Greenland. Geophys. Res. Lett., 18, 1991, 1457 - 1460.

Poděkování

Projekt byl podpořen MŽP ČR, GA ČR (projekt 204-93-2524: Trvale udržitelné hospodaření ve venkovské krajíně, projekt 526-98-0805: Vodní režim půd v pramenných oblastech, měření, hodnocení a modelování) a GA AV ČR (projekt A3060001/00: Vodní režim půd a jeho vliv na tvorbu povrchového odtoku a dotaci podzemní vody v pramenných oblastech). Autoři děkují také RK SMS Č. Budějovice, která převzala funkci projektanta a investora stavby, JU v Č. Budějovicích; Ústavu hydrologie SAV a Výzkumného ústavu meliorací a krajinného inženýrstva v Bratislavě; ÚH, ÚPB, BÚ, GFÚ a ÚFA AV ČR a ČHMÚ, Praha..



Graf 1: Vzrůst teploty vzduchu a půdy při nedostatečné transpiraci – vývoj teploty vzduchu a půdy v květnu a červnu 1998 na experimentální ploše v Senotíně.



Graf 2: Průběh tenzometrického tlaku v půdě a srážek v květnu a červnu 1998 na experimentální ploše v Senotíně.