

Povodně a sucho – krajina jako základ řešení

1. Ekosystémy říční krajiny

Jedete po dálnici a vidíte billboard „Krajina ve výprodeji. Skupujte poslední ary!“ To není sci-fi, stačí se podívat, kolik denně mizí půdy pod velkosklady a zpevněnými plochami. Naše země je nikoho a vlastně všem na prodej. Asi 80 % je v pronájmu a vztah k půdě se vytratil po předchozí kolchoznické zkušenosti. Lesy, pole, louky už nejsou součástí našeho přírodního a kulturního dědictví, nýbrž předmětem zisku. A výsledek? Degradace půdy, bleskové povodně a sucha, ztráta druhů... Nikdo nepochybuje, že krajina Evropy je dlouhodobě přetvářena člověkem. Důležitá není jen její ochrana, ale i odpovědná správa a plánování za účasti veřejnosti. To si uvědomili signatáři Evropské úmluvy o krajině, kterou ratifikovala i Česká republika (2004). Dnes víme, že není dobré vysoušet mokřady, zhutňovat půdu, vypouštět jedovaté látky, pěstovat monokultury atd. To není věda, ale politika, protože krajina je společným zájmem. V tomto seriálu se dočtete o stavu a vývoji naší krajiny za posledních 60 let, o dobrých příkladech a doporučení Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR pro politiky. Vycházíme přitom ze sborníku *Povodně a sucho, krajina jako základ řešení*, vydaném Botanickým ústavem AV ČR, v. v. i. (viz str. XII–XIII této Živy).

Petr Petřík

V současné době čelí naše planeta – Evropu nevyjímaje – rostoucí četnosti extrémních klimatických jevů. Tyto změny jsou monitorovány, dokumentovány a diskutovány jak na úrovni jednotlivých evropských zemí, tak na mezinárodních fórech, jakým je např. Mezinárodní klimatický panel. Problémy, které tyto jevy přináší, vyžadují řešení. To není zvládnutelné v rámci jediného oboru – např. vodního hospodářství či ekologie. Musíme se zabývat různorodými ekosystémovými procesy, ekonomickými a sociálními interakcemi, správnými, legislativními i politickými aspekty. Máme-li zmíněným rizikům lépe rozumět, čelit jim a předcházet, musíme k nim přistupovat bez ohledu na hranice

tradičně pojatých oborů. V tomto příspěvku se zaměříme na segment krajiny, který je spoluvytvářen vodními toky – na říční krajinu. V koloběhu vody má jistě své specifické místo. Děje v krajině při hydrologických extrémních závisích také (možná převážně) na skutečnosti, co se dělo na zorněných svazích nebo svazích lesů a luk předtím, než se voda dostala do řek. Nicméně stále existuje škála možností, co se s vodou může dít při různých scénářích využití a správy vodních toků a říční krajiny. (Pozn. redakce: V Živě se tématům souvisejícím se záplavami a suchem věnovaly již např. články z let 2014, 1: 2–3; 2003, 1–6; 2002, 6: 253–257 nebo také 1998, 1: 9–13 a 29–30.)

Správci vodních toků tedy stojí před novými výzvami. Evropské a americké vodní hospodářství nyní prochází změnou základního paradigmatu, kterou lze charakterizovat jako změnu pohledu na přírodní ekosystémy. V minulých dvou stoletích převládala snaha vzdalovat vodní a mokřadní ekosystémy, řeky a nivy od jejich přirozeného stavu (vysušování mokřadů, regulace korýt toků, stavba hrází a další, většinou technické postupy). Typickým vodohospodářem 20. stol. byl inženýr, budovatel děl, která měla regulovat a ovládat přírodní procesy.

Dnes se ve stále větší míře ukazuje, že poškozené či chybějící ekosystémy mohou výrazně zhoršit průběh extrémních klimatických událostí. Širší pohled naznačuje, že změna klimatu je také výsledkem narušení vegetačního krytu a vysoušení krajiny, nejen důsledkem přetrvávajících emisí skleníkových plynů. Situaci můžeme ale vnímat i z opačné perspektivy: ochrana a restaurace ekosystémů, a to včetně obnovy jejich geomorfologie, geodiverzity a biodiverzity, může být významným, nezastupitelným a leckde relativně levným nástrojem, který pomůže snižovat rizika klimatických extrémů. Je možné, že v tomto století nebude hlavním důvodem ochrany ekosystémů biodiverzita, ale jejich funkce – stabilizace koloběhu vody, uhlíku či živin. Tato změna paradigmatu však klade nároky i na vodní hospodářství. Moderní vodohospodář musí pracovat s opatřeními blízkými přírodě (být mají i svůj technický aspekt). Revitalizovat vodní tok nejen kvůli ochraně v něm žijící bioty, ale také proto, aby se zpomalil odtok vody v době tvorby a kulminace povodňových vln, využil se přirozený potenciál nivy k tlumivému rozlivu, zpomalil transport živin do níže položené vodní nádrže a zvýšilo se zasakování do podzemí, odkud čerpáme pitnou vodu.

Prohlubující se znalosti fungování přírodních ekosystémů vedou k ucelenému pohledu – objevují se koncepty propojující ekologii a ekonomiku, jejichž snahou je vyjádřit ekonomický význam souboru funkcí, které ekosystémy poskytují člověku i pro stabilitu globálního ekosystému planety Země. Dnes lze vyhledat v odborné literatuře řadu kvantifikací retence vody, uhlíku nebo živin. Jde o klíčové procesy, které ekosystémy lidem poskytují. Koncept ekosystémových služeb (viz např. Živa 2008, 1: I–III), jehož součástí je ekonomické hodnocení netržních přínosů ekosystémů, považují za velmi užitečný nástroj. Přistupují tedy k ekosystému nejen jako k něčemu, co mizí, ale jako k nástroji pro praktické řešení problémů. Ekosystém můžeme vytvářet společně s přírodními silami, procesy, rostlinami a živočichy tím, že mu v naší krajině poskytneme prostor a podmínky k vlastnímu seberozvoji a pečujeme o to, aby byly tyto podmínky dlouhodobě zachovávány.

Evropskou krajinu zaplňují ekosystémy, které člověk vytvářel spolu s přírodními



1



silami. Je louka u potoka lemovaného olšemi přírodním ekosystémem, nebo spíše zemědělskou půdou? Zajisté obojím. Hospodaření v nivě, které respektuje přírodní procesy, vnímáme pozitivně, protože tak vzniká harmonická krajina. Zdá se však, že je stále obtížnější takovou krajinu udržet. Část niv se i dnes intenzivně obdělává se všemi důsledky, které tento přístup přináší – znečištění vodních toků, eroze a ztráta krásy krajiny. Část naopak zarůstá (obr. 2 a 3), což může být v perspektivě staletí pro biodiverzitu pozitivní, pro nejbližší desetiletí ale vznikne neprostopupná džungle s nízkou druhovou pestro- stí. I když pro řadu ekosystémových služeb bude spontánní sukcese a nepřítomnost hospodaření pozitivní, rozhodování o využití říční krajiny má svou kulturní, hospodářskou a sociální dimenzi a nelze ho redukovat pouze na ekologickou rovinu.

V následující stati se zaměřím na několik příkladů služeb, kde se role ekosystémů v říční krajině zdá nezastupitelná. Tyto tři „regulační“ ekosystémové služby definoval důležitý počín v environmentální politice – Millennium Ecosystem Assessment (Hodnocení ekosystémů k miléniu, 2005; viz Živa 2008, 1: I–III) – jako ochranu před povodněmi, ochranu před suchem a zpomalení transportu (retenci) živin. Těmito třemi službami však zdaleka není potenciál ekosystémů říční krajiny vyčerpán. V závěru se proto zaměříme na výhledy, možnosti a změny současné správy vodních toků a managementu říčních niv v České republice ve smyslu zapojení eko-

systemů do řešení současných problémů krajiny.

Ochrana před povodněmi

Schopnost ekosystémů říční krajiny chránit před povodněmi či zmírňovat průběh povodňové vlny při průchodu ekosystémem. Spočívá ve snížení kulminace (zmenšení kulminačního průtoku) a v oddálení jeho nástupu (translace). Má-li být transformace významná, musí dojít k vyhlášení toku z břehů a k tvorbě plošného rozlivu v nivě (obr. 4). Struktura koryta a jeho trasa hrají menší roli; budeme se jim věnovat později. Pro snížení kulminace je důležitý podélný sklon nivy, její šířka a drsnost. Narůstající podélný sklon nivy vede k rychlejšímu odtoku rozlivu a tím i k snížení tlumivého účinku. Nivy s malým sklonem mají tedy vyšší schopnost tlumit povodňové vlny, ale zároveň se v nich po povodni voda déle zdržuje. Na základě schematického modelu můžeme říci, že zdvojnásobení šířky nivy vede ke snížení kulminace zhruba o 25 %, změna drsnosti (přechod z travního porostu do husté vrby) až o 50 % (Habersack a kol. 2013). Zatímco sklon nivy nelze ovlivnit, šířka aktivní nivy bývá často dána pozicí hrázového systému a vegetační pokryv se utváří jako výsledek obhospodařování. Oba parametry jsou rovněž důležité pro translaci (časové oddálení kulminace) povodňové vlny – parametru klíčového pro získání času na realizaci opatření pro tlumení rizik (evakuace obyvatel a ochrana majetku). Je proto nezbytné,

2 a 3 Zarůstající říční krajina. Niva Lužnice (141 říčních km mezi Dvory nad Lužnicí a Novou Vsí nad Lužnicí) v letech 1952 (obr. 2) a 2009 (3)

4 Jarní rozliv (duben 2006) v přírodě blízké nivě Lužnice u obce Halámky jižně od Suchdola nad Lužnicí. Objem rozlivu byl vypočten na 5 milionů m³. Mozaikovitý charakter vegetace podporuje zpomalení postupu vody.
5 až 7 Křemžský potok (Křemžská kotlina jihozápadně od Českých Budějovic) při povodni v r. 2013. Tlumivé rozlivy v nivách (obr. 5, 4. června v 11 hod.), přírodní koryto při normálním stavu (6) a dva dny po kulminaci, rozliv v nivě (7). Vltava kulminovala v Praze 4. června ve 3:50 hod., v Ústí nad Labem překonala protipovodňové stěny 6. června v noci.
8 až 10 Miletínský potok u obce Štěpánovice (10 km západně od Třeboně) s upraveným korytem při povodňové události v červnu 2013. Zrychlený odtok vody (obr. 8, 4. června v 11 hod.), upravené přírodní koryto při normálním stavu vody (9) a dva dny po kulminaci (10)

aby se jimi správci vodních toků a subjekty hospodařící v nivách zabývali při plánování využití niv.

Schopnost nivy transformovat povodňovou vlnu často vodohospodáři podceňují, environmentalisté a ekologové naopak přeceňují (včetně vlivu samotného koryta). Pokud vztáhneme tuto funkci k jednotce délky úseku nivy, mohou nivy velkých řek (části Dunaje v Rakousku) snížit kulminaci



stoleté povodně (povodňovou vlnu) až o 2,25 % na 1 km. Čtyřicetikilometrový úsek Dunaje nad Vídní u Tullnerfeldu snížil kulminaci stoleté povodně o 1,64 % na 1 km, což činí 66 %, tedy transformaci na 44letou vodu (Schober a kol. 2013). T. Dostál a kol. (2013) spočítali pomocí hydraulických modelů efekt tří úseků niv (Lužnice, Blanice a Stropnice) v rozsahu snížení stoleté vody o 0,2–0,6 % na 1 km. Úsek Drávy dlouhý 172 km (sestavující z různorodých přírodních blízkých i částečně upravených niv) transformoval stoletou povodeň z r. 2012 o 30 % (0,17 % na km) a oddálil kulminaci o pět dní (Pithart 2014).

Tyto údaje demonstrují velký potenciál říčních niv tlumit povodně – byť transformace probíhá jiným způsobem než v přehradních nádržích. Tam lze manipulovat s odtokem, výrazněji se uplatňuje efekt snížení kulminace a translace je naopak méně významná. Celkový potenciál přehradní nádrže závisí na jejím manipulačním rádu a včasném vypuštění části objemu v době počátku povodňové vlny. Přehrady i říční nivy mají samozřejmě omezený tlumivý potenciál. Účinnější ochranu by snad zajistily prázdné přehradní nádrže, ale náklady na jejich výstavbu spolu s absencí dalších přínosů (elektrická energie, rekreace atd.) by byly zjevně neúměrné.

Jaký vliv na tlumení povodní má stav koryta vodního toku? Odpověď záleží na souvislostech hodnocení. Posuzujeme-li transformaci úseku nivy v řádu jednotek nebo desítek kilometrů, zůstává vliv koryta zanedbatelný, protože po vylití má povod-

ňový tok v nivě vlastní dynamiku nezávislou na korytě. V kontextu povodí si však musíme položit otázku, kde, kdy a z jakých zdrojů vzniká povodňový průtok – pak bude záležet na synchronizaci soutoků zdrojnic povodňové vlny. Teoreticky si lze představit situaci, kdy delší meandrující koryto blízké přírodě, byť by se lokálně nevybřežilo (vybřežení je situace, kdy voda opouští koryto, v angličtině overbank flow), oddálí nebo sníží kulminaci níže po toku, která už k vylití z břehů vede.

Zásadní je však skutečnost, že charakter koryta (především jeho kapacita) určuje, kdy (při jakém průtoku) k vybřežení (a tedy tlumivému rozlivu) vůbec dochází. Série leteckých a pozemních snímků z povodně v červnu 2013 dobře ilustruje, že v době, kdy hladina Vltavy kulminovala v Praze, byly tlumivé rozlivy v oblasti Třeboňska a Českobudějovicka lokalizovány pouze v úsecích s koryty přírodě blízkými dimenzovanými na jednoletou vodu (tedy s průtokem, který je dlouhodobě dosažen nebo překročen jednou za rok; obr. 5–7). Regulovaná koryta odváděla vodu bez tlumivých rozlivů a daleko vyšší rychlostí (obr. 8–10). Jakmile tedy dojde k vybřežení do nivy, začne se na transformaci podílet celý její zaplavený prostor. V případě upravených vysokokapacitních koryt se niva zapojuje do transformace méně často a až při vyšších průtocích. Bud tedy vyhradíme nivy v extravilánu (nezastavěné části území obce) pro tlumení povodní a budeme usilovat o revitalizaci koryt k nízkokapacitním stavům, nebo

ponecháme koryta zahlabená, budeme chránit okolní zemědělskou půdu před menšími povodněmi a budeme doufat, že průtoky s vyšší než únosnou kapacitou nenastanou příliš často. Posledně jmenovaný přístup bohužel dnes převažuje.

Dobry ekologický stav vodního toku a říční nivy většinou odpovídá i potenciálu nivy transformovat povodňové průtoky. K maximálnímu zpomalení odtoku dochází v nivách porostlých křovinami (vrbovými porosty). Takový stav vzniká jako poměrně častý důsledek sukcese po ukončení hospodaření, které nastalo v mnoha nivách středních poloh (např. Lužnice na Třeboňsku, Blanice v CHKO Blaník). Z hlediska biodiverzity a posílení zpomalení toku povodňové vlny lze považovat za optimální mozaikovitý vegetační pokryv nivy, kdy luční fragmenty střídají břehové porosty a lužní les. Sukcesní stadia vegetativně se rozrůstajících vrbin jsou druhově chudá, zastihují vodní a mokřadní biotopy, způsobují jejich dočasné anoxie a dramatický pokles počtu druhů. Žádoucí stanovištní mozaiku, podporující vyšší druhovou rozmanitost rostlin i živočichů, spoluvytvářejí právě disturbanční efekty občasných povodní a aktivní nivy (zaplavované, v kontaktu s řekou) by i proto (nejen kvůli vodohospodářskému užítku rozlivu) měly mít dostatečnou rozlohu.

Ochrana před suchem

Přírodě blízké říční a nivní (aluviální) ekosystémy poskytují ochranu před suchem v několika úrovních. V měřítku samotného



koryta jde především o proměnlivost jeho šířky a hloubky, která při nižších stavech vody zajistí přežití vodních organismů – např. v mikrobiotopech tůní (obr. 11).

Delší trasa koryt, typická pro neupravené toky středních a nižších poloh, znamená rovněž větší zásobu vody v nivě – i díky infiltraci do zvodnělých sedimentů a případných stojatých slepých ramen. Tato zásoba může po jistou dobu zlepšovat průtok v aktivním korytě, včetně situací opadávajícího plošného rozlivu (obr. 5 a 7).

Přírodě blízké koryto přirozenou fluvialní dynamikou – rovnováhou eroze a akumulace – udržuje svou nízkou kapacitu. Ta zaručuje zvodnění okolní nivy, ať formou infiltrace (průsaků) či plošných rozlivů. Upravené úseky koryt naproti tomu kvůli zahlobnutí nadměrně odvodňují své okolí, případně zesilují erozi v níže položených neopevněných úsecích. Podobný efekt má zkrácení toku odškracením meandru (tok, případně člověk, prorazí meandrovou šíji, čímž se zkrátí trasa toku), aniž musí nutně dojít k opevnění koryta. Spolu s narušením rovnováhy eroze a akumulace působením přehradních nádrží (na dně se hromadí splaveniny, které chybějí pod hrázemi) se koryta mnohých řek prokazatelně a dlouhodobě zahlobují. Např. Dráva se v úseku chorvatsko-maďarských hranic v letech 1926–91 zahlobila o 1,1 m (profil Botovo; Mohl 1998, Bonacci a Oskorúš 2010). Změny v dynamice zahlobování lze sledovat v souvislosti s obsahem splavenin a výstavbou hydroelektráren ve Slovinsku a severním Chorvatsku. Ž. Brkić a kol. (2010) v analýze zásob podzemních vod (téměř výhradního zdroje pitné vody pro Chorvatsko) uvádějí zahlobování koryt řek spolu se změnou klimatu jako dvě hlavní příčiny alarmujícího poklesu hladin (byl detekován v 90 % všech měrných vrtů).

K doplňování zásob podzemní vody přispívají i plošné rozlivy, byť tato dynamika není příliš prozkoumána. Závisí na předchozím zvodnění půdy v nivách a především na jejím charakteru. T. Dostál a kol. (2012) analyzovali zásobní prostor v půdě úseků tří různých niv (Lužnice u Suchdola nad Lužnicí, Blianice u Vlašimi a Stropnice u Nových Hradů); ten se pohyboval od 0,03 do 0,15 m³.m⁻² (300 – 1 500 m³.ha⁻¹) v závislosti na scénáři předchozího nasycení a typu nivy. M. J. Babbist a kol. (2006) odhadují rychlost doplňování podzemních vod na 1 mm za den v rozsáhlém retenčním prostoru Sávy Lonjsko Polje. Infiltrace z plošných rozlivů v nivách však

hraje daleko menší roli ve srovnání s infiltrací srážek na povrchu půdy.

Retence živin

Zvýšený transport živin vodními toky znamená nesporný problém české krajiny. Nejviditelněji se projevuje v eutrofizaci vodních nádrží, která znemožňuje dosažení standardů kvality vody pro vodárenské či rekreační využití (obr. 12). Zvýšený a nežádoucí transport je důsledkem jak nadměrného přísunu živin do toků, tak jejich snížené schopnosti živiny zadržovat a/nebo je převádět do forem příznivějších pro snížení eutrofizace. Podobně jako u retence vody samotné, i zde jde o výsledek dlouhodobého procesu úpravy říčních koryt, snižování aktivního povrchu, kde se voda dostává do kontaktu s biofilmem (smáčený povrch substrátu pokrytý společenstvem bakterií, řas, prvoků a dalších mikroorganismů; viz také seriál článků v Živě 2012, 2, 5 a 6), a ztráty kontaktu aktivního toku s nivou – zpravidla jde o důsledek celého komplexu antropogenních aktivit v nivě (i mimo vlastní tok).

Kvantifikace retence živin v definovaných úsecích řek vyžaduje náročná měření v terénu založená na roční bilanci transportu tokem doplněná modely bočního transportu z přilehlých ploch do vodního toku. Na základě těchto výpočtů můžeme usuzovat na roli přírodě blízkých niv a částí vodních toků v celkovém transportu živin v povodí. Např. revitalizovaný úsek řeky Skjern v Dánsku (Pedersen a kol. 2007) vykazoval retenci 3–4 kg TP.ha⁻¹.rok⁻¹ (TP – celkový fosfor, tedy ve formě organických i anorganických sloučenin) a 90 kg TN.ha⁻¹.rok⁻¹ (TN – celkový dusík). Autor tohoto článku (Pithart 2012) odhadl retenci v úseku nivy Lužnice blízkém přírodě na 3 kg TP.ha⁻¹.rok⁻¹ a 66 kg TN.ha⁻¹.rok⁻¹. M. J. Babbist a kol. (2006) navrhli model retence fosforu v retenčním prostoru Lonjsko Polje (237 km²) s výsledkem 31 kg TP.ha⁻¹.rok⁻¹. I. M. Gren a kol. (1995) provedli rešerši různých studií v povodí Dunaje a pro potřebu ocenění této ekosystémové služby navrhli předpokládat hodnoty v rozmezí 100–150 kg TN.ha⁻¹.rok⁻¹ a 10–20 kg TP.ha⁻¹.rok⁻¹ pro mokřady a přírodě blízké nivy v dunajské pánvi. Odstranění tohoto množství živin z toku pomocí technologií (např. čistírny odpadních vod) by bylo ekonomicky velmi nákladné. Mokřad tedy – zdarma a bez naší pozornosti – zlepšuje kvalitu vody a tlumí eutrofizaci vodních nádrží.

11 Heterogenita přírodního koryta zajišťuje relativní dostatek vody v některých partiích, kde mohou přežívat vodní organismy. Malše u obce Leopoldschlag na česko-rakouské hranici. Snímky D. Pitharta, pokud není uvedeno jinak

12 Vodní květ v přehradní nádrži Orlík. Foto P. Znachor

Další ekosystémové služby

Tak jako každý ekosystém i vodní toky a jejich nivy poskytují přírodní produkty nebo mohou být přeměněny v zemědělskou půdu. Intenzivní zemědělství založené na orné půdě přináší v nivách produkci plodin, jejíž ekonomický význam (především ve velkých a úrodných nivách, např. řeky Moravy) zpravidla převyšoval přínosy extenzivně obhospodařovaných niv, kde lze očekávat produkci dřeva, píce, možností pastvy, sportovní rybolov a lov. Jakmile však do celkového portfolia služeb zahrneme ekonomický význam regulačních ekosystémových služeb, rozhodně se orná půda v nivách nejeví příznivě, právě díky ztrátě regulačních služeb. Z hlediska žádoucí stabilizace uhlíkové cyklu tvoří zvodněné nivy stabilizační prvek krajiny díky pomalému rozkladu organické hmoty; odvodnění naopak urychluje mineralizaci a tím i emise oxidu uhličitého. Důležitá a ekonomicky významná ekosystémová služba poskytování rekreace se realizuje jako cykloturistika nebo vodáctví – zde hraje klíčovou roli přírodní charakter toku. Ekonomický obrat spojený s vodáckým sportem na Vltavě je značný a jistě chybí v jiných tocích proto, že byly upraveny, regulovány a kanalizovány, což ale platí i pro Vltavu. Aluviální ekosystémy díky vysoké hladině spodní vody přispívají zvýšenou evapotranspirací (odpařováním vody z povrchu půdy, z vodních ploch a povrchu rostlin) ke stabilizaci klimatu (ochlazení a podpora malého koloběhu vody). Přírodě blízká koryta vodních toků s proudící vodou mají nespornou estetickou hodnotu a jsou nenahraditelným fenoménem naší krajiny. Hlavní tzv. podpůrnou ekosystémovou službou je bezesporu podpora biodiverzity existencí biotopů pro ohrožené vodní a mokřadní druhy, kterých v české krajině za poslední dvě století drasticky ubylo.

Článek pokračuje na str. XI kuléru této Živy diskuzí věnovanou příčinám popisovaného stavu a návrhům, jak ho změnit.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.