

Vliv povodní na sukcesní a invazní procesy v nivě

Učební text k přednášce Povodně a změny v krajině (T. Matějček)

Tento text je určen pro studijní účely. V případě jeho využití ve vlastních publikacích, seminárních, bakalářských či diplomových pracích použijte následující citace:

Chuman, T., Lipský, Z., Matějček, T. (2008): Stav poznání o vlivu extrémních záplav na vegetaci údolních niv. In: Langhammer [ed.] a kol.: Změny v krajině a povodňové riziko. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, Praha, s. 226–232.

Matějček, T. (2009): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci vodních toků. Dizertační práce, katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta UK, Praha, 131 s. + přílohy.

Následující text je převzatý z publikace:

Chuman, T., Lipský, Z., Matějček, T. (2008): Stav poznání o vlivu extrémních záplav na vegetaci údolních niv. In: Langhammer [ed.] a kol.: Změny v krajině a povodňové riziko. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, Praha, s. 226–232.

Úvod

Cílem tohoto příspěvku je shrnout výsledky literární rešerše k problematice vlivu extrémních záplav na vegetaci údolních niv s doplněním vlastních poznatků autorů. Předložený text byl zčásti publikován (Chuman et al., 2006, Chuman et al., 2007). Výsledky řešení jednotlivých úkolů, které na tuto rešerši navazují, jsou předmětem jednotlivých dílčích závěrečných zpráv.

Pravidelné záplavy jsou přirozenou součástí údolních niv a spoluutvářejí tento nejdynamičtější krajinný prvek, jehož stav je odrazem historických přírodních disturbancí (záplavy, eroze, sedimentace, biotické vlivy), klimatických faktorů a způsobu využívání.

Vztah mezi dynamikou vodního toku, hydrologickými parametry a stavem a dynamikou nivní vegetace byl prokázán řadou výzkumů v širokém spektru geografických oblastí postihujících vodní toky různých vodních režimů (Salo et al., 1986 – Amazonie; Marston et al., 1995 – Z. Evropa; Hupp & Osterkamp, 1996 – USA; Townsend, 2001 – USA a Z. Evropa; Pettit & Froend, 2001 – Austrálie; Thoms et al., 2005 – Austrálie; Schnitzler et al., 2005 – Z. Evropa a USA; Meyer, 2001 – USA; v České republice pak například Blažková, 2003; Kovář, 1998; Kovář a kol., 2002a, Lipský et al. 1993 a další).

Sukcesní procesy a regenerace vegetace v údolních nivách postižených extrémními záplavami

Změna druhového složení po mimořádně silných záplavách a sukcese vegetace na nově vytvořených sedimentech byly na našem území sledovány již v roce 1965 na Orlici (Kopecký, 1969). Další práce byly publikovány po mimořádně silných záplavách v roce 1997 na řekách Orlici (Kovář, 1998; Koppová, 2001; Janoušková, 2001), Moravě (Koutecký, 2000, 2003), Bečvě (Lacina et al., 1998), následně 2002 na Berounce (Blažková, 2003) a tocích v jižních Čechách (Vaněček, 2005).

V nivách řek, kde se vyskytují periodické záplavy, vytváří vegetace mozaiku ploch přechodových stádií od více stabilních k méně stabilním. Velikost a poměr ploch s konkrétním stádiem vegetace je výsledkem frekvence záplav a kinetické energie každé záplavy. V České republice se v uplynulých 10 letech vyskytly takové povodňové situace, které dramaticky změnily stav nivního ekosystému, na velké části státního území. Obrátily pozornost řady odborníků ke studiu procesů v údolních nivách. Přirozená a proměnlivá mozaikovitost prostorů údolních niv, k níž přispívá právě disturbanční režim záplav, je zdrojem jejich vysoké biodiverzity a záplavy je třeba chápat jako přírodní, integrální součást vývoje nivních ekosystémů. Záplavy eliminují výskyt druhů, které k jejich působení nejsou přizpůsobeny, podporují druhy na záplavy přizpůsobené a umožňují existenci také konkurenčně slabým druhům. Vegetace údolní nivy je v různé míře překrývána naplavenými sedimenty, které způsobují její mechanické poškození a stres z nedostatku kyslíku. Načasování záplav v průběhu roku je spolu s mohutností záplav (energie proudu vody, výška vodního sloupce) a délkou zaplavení velmi důležitým ekologickým faktorem. Pokud se záplavy vyskytnou mimo vegetační sezónu, mají na vegetaci menší dopad než záplavy během vegetační sezóny. Záplavy v průběhu vegetační sezóny navíc přinášejí značné množství diaspor a tím ovlivňují šíření druhů podél vodního toku. Extrémní povodňové stavy však mohou výrazně ovlivnit i porosty na každoroční záplavy adaptované. V této souvislosti Townsend (2001) uvádí, že variace v charakteru zaplavení, i výskyt extrémních povodní představují důležitý ekologický faktor. Dochází-li k omezení extrémních povodňových událostí, vede to k homogenizaci ve složení rostlinných společenstev a může dojít také k posunu mezi dominantními druhy ve prospěch kompetitivnějších druhů. Tyto druhy a jejich společenstva pak ale nejsou schopné přežít

případné extrémní události. Z toho můžeme vyvozovat, že v takovém případě znamená náhodná extrémní událost daleko větší zásah do nivního ekosystému a jeho pomalejší regeneraci.

Kopecký (1969) studoval regeneraci luk po rozsáhlých záplavách na Orlici v roce 1965. Zaznamenal návrat většiny společenstev k původnímu stavu již po dvou letech. Podle Balátové-Tučkové (1996), která prováděla výzkum v nivách srážkově chudých oblastí, kde dominují druhy schopné tolerovat velké výkyvy ve vlhkosti, je původní porost také schopen poměrně rychle regenerovat. Shodně to dokládá Koutecký (2000, 2003), který studoval regeneraci luk na Moravě po záplavách v roce 1997. Během záplavy odumřely téměř u všech druhů bylin nadzemní části. Z dřevin nepřežily dlouhodobé zaplavení bez černý (*Sambucus nigra*) a brslen evropský (*Euonymus europaeus*). Měsíc po opadnutí vody bylo na sledovaných plochách zaznamenáno 28 druhů, které po povodni regenerovaly vegetativně z podzemních orgánů nebo ze zásoby semen v půdě, např. psárka luční (*Alopecurus pratensis*), ostřice štíhlá (*Carex gracilis*), ostřice pobřežní (*Carex riparia*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), sítina rozkladitá (*Juncus effusus*), vrbina penízková (*Lysimachia nummularia*), vrbina obecná (*Lysimachia vulgaris*), kyprej vrbice (*Lythrum salicaria*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), rdesno obojživelné (*Polygonum amphibium*), mochna husí (*Potentilla anserina*), mochna plazivá (*Potentilla reptans*), rukev obecná (*Rorippa sylvestris*), šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*) a krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*). Masově se vyskytovaly také semenáčky jitrocele kopinatého (*Plantago lanceolata*). Semenáčky dřevin s výjimkou jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) zcela chyběly. Celková pokryvnost lučních porostů během podzimu asi 3 měsíce po povodni dosáhla 60 %. Pouze v hlubokých terénních depresích, kde se voda udržela déle, porost prakticky neregeneroval. V roce 1998 dosáhla pokryvnost terénních depresí poloviční hodnoty ve srovnání s okolím a o rok později již dosáhla stejné úrovně.

Kovář et al. (2002) také uvádí úspěšnou regeneraci luk postižených dlouhodobou záplavou či regeneraci luk na místech pohřbených pod vrstvou naplavených sedimentů. S hlubším pohřbením pod náplavy se podle Kováře et al. (2002) dobře vyrovnávají geofyty, které byly zřejmě i podpořeny vznikem nových stanovišť, dále psárka luční (*Alopecurus pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*), šťovík kyselý (*Rumex acetosa*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), kostival lékařský (*Symphytum officinale*) a jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*). Obecně regenerují rychleji společenstva vlhkomilných luk než společenstva suchomilných luk, schopnost druhů regenerovat pak závisí zejména na tloušťce náplavy, který původní vegetaci překryl, hloubce zaplavované vody a době trvání záplav. Rychlost regenerace lučních porostů je 1-2 roky.

V nivě nedochází pouze k regeneraci, ale také k sukcesi nových společenstev. Druhové složení společenstev nově vytvořených náplavů primárně závisí na zásobě přinesených diaspor, mohou se v něm ale uplatňovat i druhy ze semenné banky pohřbené pod náplavem (u náplavů malé mocnosti) a případně druhy schopné regenerovat a náplavem prorůst. Z abiotických faktorů ovlivňují sukcesi druh substrátu, míra jeho zastínění, přítomnost organického materiálu, ale také lokální vlivy např. mikroklimatu (Vaněček, 2005). Sukcese vegetace na málo mocných náplavech nížinných toků bývá také výrazně ovlivněna vrstvou živinami bohatých fluvizemí, ležící pod náplavem, která je pro kořeny rostlin snadno dostupná.

Diverzita diaspor přinesených náplavem odráží načasování povodně. Podle Kováře et al. (2002) je již měsíc po záplavě vidět (v průběhu vegetační sezóny), jaká zásoba diaspor je k dispozici. Z výsledků vyplývá, že zásoba diaspor v náplavech nemusí být velká; rozdíly nebyly prokázány ani mezi písčítým a kamenitým náplavem, u nichž se obecně rozdíly v obsahu diaspor předpokládají (Kovář et al., 2002; Janoušková, 2001). Náplavy představují stanoviště s minimální prostorovou a světelnou konkurencí, proto umožňují uchycení i konkurenčně slabým druhům. Jako nejúspěšnější, pokud jde o obohacení semenné banky, se ukázalo jen několik druhů charakteristických vysokou produkcí semen: kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), ptačinec prostřední (*Stellaria media*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), merlík bílý (*Chenopodium album*) a merlík mnohosemenný (*Chenopodium polyspermum*). Mezi nově objevené druhy

patřily například knotovka červená (*Melandrium rubrum*), hvězdnice novobelgická (*Aster novi-belgii*), rozchodník španělský (*Sedum hispanicum*), třapatka dřipatá (*Rudbeckia laciniata*) nebo vegetativně se rozmnožující rozrazil nitkovitý (*Veronica filiformis*).

Sukcesi vegetace na náplavech po povodních v roce 2002 popisuje Blažková (2003) v nivě Berounky na šterkových, šterkopískových i pískových lavicích a agradačních břehových valech. Mocné šterkové lavice z hrubých oblázků byly v říjnu téhož roku ještě bez vegetace. Tam, kde pod povrchovou vrstvou ležel i písek, bylo již možné v polovině října zaznamenat druhy svazu *Bidention*, hojnější však byly druhy polních plevelů a ruderálních rostlin. Nejčastějšími klíčovými rostlinami byly svízel přítula (*Galium aparine*), ptačinec prostřední (*Stelaria media*), bodlák kadeřavý (*Carduus crispus*), barborka obecná (*Barbarea vulgaris*) a šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*). Šterkové a pískové lavice a agradační valy byly oproti hrubým šterkům již v říjnu mnohem zarostlejší. Náplavy se vyznačovaly velkou druhovou diverzitou. Na ploše 25 m² bylo zaznamenáno 50 druhů. K hojným druhům patřila hořčice bílá (*Sinapis alba*) a pšenice setá (*Triticum aestivum*), jejichž diaspory byly přineseny z okolních polí. Blažková (2003) také uvádí příklad sukcese na pískové lavici akumulované ve dvousečné louce svazu *Arrhenatherion*, na které o mohutnosti vzešlého porostu nerozhodla mocnost, poloha v reliéfu ani vlhkost, ale spíše povodňová akumulace semen. Hlinité akumulace o malé mocnosti sedimentovaly jen ve vyšších stupních nivy. Původní porosty příliš nenarušily. Pro stávající vegetaci znamenaly obohacení o živiny a vláhu a přinesly vtroušené náplavové druhy vlhkomilnějšího charakteru (mochna poléhavá - *Potentilla supina*, rozrazil potoční - *Veronica beccabunga*, protěž bažinná - *Gnaphalium uliginosum*). Erozní úseky popisuje Blažková (2003) zejména v zorněných částech nivy. Byly nejčastěji zarůstány přesličkou rolní (*Equisetum arvense*) a polními plevely. Většina porostů na náplavech představovala prolínání postupně regenerujících zbytků původní vegetace vytrvalých druhů (chrastice rákosovitá - *Phalaris arundinaceae*, kopřiva dvoudomá - *Urtica dioica*, sveřep bezbranný - *Bromus inermis*, psárka luční - *Alopecurus pratensis*, hojné byly také vikev ptačí - *Vicia craca* a svízel bílý - *Galium album*) s dočasnými krátkověkými druhy polních plevelů formace *Chenopodieta* a vegetací bahnitých říčních náplavů svazu *Bidention*. Hustě zapojené travní porosty s kompaktním drnem, překryté jen slabou vrstvou (do 5 cm) akumulovaného materiálu, nevykazovaly výrazné změny v druhovém složení, pouze do nich byly nepatrně vtroušeny náplavové druhy. Jedinými druhy, které úspěšně pronikly do zapojených porostů, byly hořčice bílá (*Sinapis alba*) a pšenice setá (*Triticum aestivum*). Povodňové porosty byly výjimečně velkým zastoupením druhů polních a zahradních plodin např. pšenice setá (*Triticum aestivum*), hořčice bílá (*Sinapis alba*), řepka olejka (*Brassica napus* subsp. *napus*), oves setý (*Avena sativa*), lilek rajče (*Solanum lycopersicum*), hrách setý (*Pisum sativum*) a slunečnice roční (*Helianthus annuus*).

Zobecníme-li poznatky uvedených výzkumů, pak se na náplavech v prvních fázích objevují druhy jednoleté, vzápětí pak rostliny šířící se výhony či výběžky ze stran. Náplavy jsou v počátečních fázích sukcese také druhově bohaté. Vaněček (2005) uvádí na náplavech jihočeských řek po povodni 2002 v počátečních stádiích jak druhy jednoleté, vytrvalé, tak i semenáčky dřevin. Objevují se často také druhy, které se již delší dobu v nivě nevyskytovaly (Kovář, 1998; Blažková, 2003). K vytvoření souvislého zápoje dochází na písčítých náplavech po dvou letech, na šterkových teprve po 4 letech. Vysvětlení lze spatřovat v rozdílném obsahu rozkládajících se organických látek a v hydrologických poměrech. Pravidelně se opakující rytmus větších záplav (šterkové nivy horských řek) udržuje říční náplavy v bylinných formacích. Kovář (1998) a Kovář et al. (2002) popisují také sukcesí vegetace po povodních na Moravě v roce 1997. Na lokalitách, kde nebylo obnoveno pravidelné kosení, dospěla sukcese k vysokobylinným porostům s dominancí invazních druhů (zlatobýl kanadský - *Solidago canadensis*, netýkavka žláznatá - *Impatiens glandulifera*). Zároveň jsou tyto druhy přerůstány keřovým stádiem dřevin, hlavně vrb (vrba trojmužná - *Salix triandra*, vrba nachová *S. purpurea*, vrba jíva - *S. caprea*) a olší (olše lepkavá - *Alnus glutinosa*). Vrby kolonizují převážně luční deprese, zatímco olše spíše plochy s hrubší texturou nánosů. K nim přistupují některé pionýrské druhy jako bříza bělokorá (*Betula pendula*), topol osika (*Populus tremula*) a javor klen (*Acer*

pseudoplatanus). Po pěti letech po záplavě se zde začíná tvořit heterogenní mozaika bylinných, keřových až potenciálně lesních porostů. Ke stejným výsledkům dospěl výzkum také v nivě dolního toku Bečvy, kde povodeň v červenci 1997 vytvořila jedinečnou mozaiku biotopů: hlinito-písčité nátržové břehy, různě vysoké šterkové lavice, místy překryté povodňovými písky a povodňovými kaly, laguny, periodické tůňky zavodňované jen při vyšších průtocích. Vytvořily se zde podmínky pro dynamickou fluvialní sérii nivních biotopů. Šest takto přirozenou cestou revitalizovaných úseků toku Bečvy bylo navrženo jako chráněná území. Ve všech úsecích byly založeny trvalé výzkumné transekty. Během 5 let po povodni (1998-2002) bylo v povodňovém říčním korytě zaznamenáno přes 200 druhů rostlin. Průběh adaptivní sukcese je diferencován podle charakteru substrátu a vlhkostního režimu. Povodeň obecně obnovila ekologické podmínky pro různé typy vrbin a olšových vrbin, které zde většinou v minulosti zanikly při vodohospodářských úpravách toku a jeho okolí (Lacina, 2002). Velmi podobné projevy a následky povodně lze sledovat i na severomoravských řekách Desné, Branné a Krupé. V nivách podjesenických řek vznikla rozlehlá popovodňová lada. Převládají v nich luční a ruderalní druhy, ale nechybějí ani splavené rostliny z vyšších poloh. Tento závěr byl potvrzen i při terénním průzkumu v srpnu 2005. Úzké údolní nivy jesenických a beskydských řek jsou mnohem více zašterkované, což je zřejmě důvodem toho, že i 8 let po katastrofální povodni leží ladem. Stále v nich převládají popovodňová lada s převahou rychle rostoucích lučních a ruderalních druhů bylin.

Šíření invazních neofytů v říčních nivách

Vedle domácích druhů rostlin kolonizují se uvolněný prostor po fluvialních disturbancích také invazní neofyty. Důvody jejich šíření lze shrnout v následujících bodech:

- prostor říční nivy je mimořádně exponovaný a dynamický,
- řeka funguje jako „dopravní tepna“ v krajině, což přispívá k rychlému šíření semen, oddenků apod.
- v nivách a jejich bezprostředním okolí je velká koncentrace osídlení a hospodářských aktivit člověka (doprava a zemědělství jsou pro šíření geograficky nepůvodních druhů rozhodující)
- vlivem vysokého antropogenního zatížení bývají nivy do značné míry prostorem degradovaným nivy jsou pravidelně narušovány povodněmi
- nivy poskytují velké množství živin.

Šíření invazních rostlin v nivě v důsledku povodní sledovali například Kopecký (1967), Lacina et al. (1998), Kovář et al. (2002), Kovář (2002) a Blažková (2003). Kovář a kol. (2002) po velkých záplavách na Moravě uvádějí výraznou expanzi netýkavky (*Impatiens glandulifera*) a zlatobýlu (*Solidago canadensis* a *S. gigantea*), v nivě Tiché Orlice pak rukevniku východního (*Bunias orientalis*) a netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*), která do nivy Orlice pronikla již v 70.-80. letech 20. století. Tehdy se stala dominantním druhem břehových porostů a po záplavě v červenci 1997 se rozšířila v celém profilu nivy. Z čerstvých náplavů pronikla až na okraje údolí, do vyvýšených sušších trávníků, lesních lemů a částečně dokonce do podrostu prosvětlených lesních lemů podél nivy. Nejobtížněji se etablovala v souvislých porostech s kopřivou (*Urtica dioica*). Rukevník (*Bunias orientalis*) úspěšně přežívá v konkurenci s víceletým zapojeným porostem a úspěšně se reprodukuje. Tento druh je navíc schopen reagovat na převrstvení povodňovými sedimenty a regenerovat z podzemních orgánů.

Podle Laciny et al. (1998) se v povodňovém korytě Bečvy naopak oproti očekávání vyskytovaly invazní neofyty v raných sukcesních stádiích pouze roztroušeně, třebaže v sousedních břehových porostech vytvořily v uplynulých desetiletích (ještě před povodní) souvislé porosty. Na nově vytvořených stanovištích byl zaznamenán pouze ostrůvkovitý výskyt křídlatky japonské (*Reynoutria japonica*), slunečnice hlíznatá (*Helianthus tuberosus*) a netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*). Blažková (2003) uvádí, že povodeň v roce 2002 zcela eliminovala v nivě Berounky netýkavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*) – po povodni

byly nalezeny pouze dva exempláře). Její semena se však rozplavila po celé délce toku. Naopak štětinatec laločnatý (*Echynocystis lobata*) přežil povodeň bez ztrát. Stejně tak dobře odolala i křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), která již v říjnu obrostla novými výhony. Kopecký (1967) popisuje rychlé šíření zlatobýlů (*Solidago canadensis* a *S. gigantea*) a netýkavky (*Impatiens glandulifera*) na středním a dolním toku Bečvy, kde se oba tyto druhy masově rozšířily po regulaci řeky následkem devastace přirozených pobřežních fytoocenóz. Na jihočeských řekách Blanici a Volyňce bylo ve srovnání s Orlicí i severomoravskými řekami zjištěno jen velmi malé rozšíření invazních neofytů zejména křídlatek (*Reynoutria sp.*), netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) a zlatobýlů (*Solidago canadensis* a *S. gigantea*). Tyto rozdíly zde ovšem existovaly již před povodní. Masové rozšíření netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) bylo pozorováno na Tiché i Divoké Orlici již v 90. letech 20. století (Lipský a kol., 1993).

Z výzkumů provedených v rámci tohoto projektu (viz samostatný příspěvek) vyplývá, že nejrozšířenějšími invazními neofyty v břehové vegetaci vodních toků v České republice jsou v současnosti netýkavky (*Impatiens glandulifera* a *Impatiens parviflora*), zlatobýly (*Solidago canadensis* a *S. gigantea*), trnovník akát (*Robinia pseudacacia*), turanka kanadská (*Conyza canadensis*), křídlatky (*Reynoutria sp.*), turan roční (*Erigeron annuus*) a slunečnice hlíznatá (*Helianthus tuberosus*). U některých dalších invazních neofytů – zejména bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*) a třapatka dřípátá (*Rudbeckia laciniata*) bylo zjištěno významné zastoupení v břehové vegetaci některých vodních toků.

Nejvyšší celkové zatížení invazními neofyty bylo zaznamenáno na dolním toku Bečvy, mimořádně vysoké bylo také na Odře a Sázavě, překvapivě nízké bylo naopak zatížení menších vodních toků ve středním Polabí a Pomoraví. Sledované invazní neofyty nebyly vůbec zaznamenány v břehové vegetaci některých menších toků ve středních a vyšších nadmořských výškách.

Problematika šíření invazních druhů v říčních nivách není samozřejmě problémem pouze na území České republiky, ale například v nivě Rhône upozorňuje na tento problém Schnitzler et al. (2005) a uvádí z tohoto území výskyt křídlatky japonské (*Reynoutria japonica*), zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*), javoru jasanolistého (*Acer negundo*) a trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*).

Závěr

Nivy řek představují přirozeně fragmentovaný ekosystém, pro nějž jsou povodně důležitým faktorem, který ovlivňuje celou jeho dynamiku. Extrémní povodňové stavy jsou přirozenou součástí vývoje těchto ekosystémů a motorem jejich dynamiky. Vytvářejí nová stanoviště, na nichž probíhají intenzivní procesy biotické sukcese a kolonizace. V souladu s poznatkem o úloze disturbancí v krajině a jejich vlivu na biodiverzitu (Forman et Godron, 1993) vedou i opakované povodňové stavy k rozrůznění ekosystémů a přispívají tak k biotické pestrosti společenstev v údolní nivě.

Vedle šíření domácích druhů dochází v údolních nivách a v břehové vegetaci také k šíření invazních neofytů, které představuje v některých případech vážný ekologický problém. Toto šíření je navíc často velmi špatně předvídatelné. Výsledky výzkumů prováděných na řekách postižených katastrofálními povodněmi v červenci 1997 a v srpnu 2002 přinesly zajímavé poznatky o průběhu sukcese a kolonizace na narušených nebo nově vytvořených stanovištích. Potvrdily také rozdíly v charakteru a průběhu těchto procesů mezi vodními toky horských a podhorských či nížinatých oblastí, které vyplývají zřejmě z rozdílného charakteru sedimentace v údolní nivě i z rozdílu v okolní krajině a také závislost na řadě dalších geografických a ekologických podmínek.

Literatura

- BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E. (1996): K ekologii zaplavovaných luk kontinentálně laděných oblastí. In: Příroda, 4, AOPK, Praha, s. 69-76
- BLAŽKOVÁ, D. (2003): Pobřežní vegetace řeky Berounky dva měsíce po povodni v srpnu 2002. Bohemia centralis, 26, Praha, s. 35-44
- FORMAN, R. T. T., GODRON, M. (1993): Krajinná ekologie. Academia, Praha, 586 s.
- HUPP, C. R., OSTRKAMP, W. R. (1996): Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. Geomorphology, 14, s. 277-295
- CHUMAN, T., LIPSKÝ, Z., MATĚJČEK, T. (2006): Succession of vegetation in alluvial floodplains after extreme floods. In: Geografie - Sborník České geografické společnosti, 2, s. 314-325
- CHUMAN, T., LIPSKÝ, Z., MATĚJČEK, T. (2007): Sukcese vegetace v údolní nivě po extrémních záplavách. In: Langhammer, J. (ed.): Povodně a změny v krajině. PřF UK a MŽP, Praha, s. 257-267
- JANOŮSKOVÁ, P. (2001): Ekologický význam náplavů v říční nivě. Diplom. práce depon. in knih. kat. bot. PřF UK, Praha.
- KOPECKÝ, K. (1969): Změny druhového složení některých fytoocenů v inundaci dolního toku Orlice po záplavách v roce 1965. Preslia, 4, s. 284-296
- KOPPOVÁ, J. (2001): Znovuosidlování náplavů vegetací na aluviálních loukách. Diplom. práce depon. in knih. kat. bot. PřF UK, Praha.
- KOUTECKÝ, P. (2000): Regenerace luk v nivě Moravy po katastrofální povodni v roce 1997. Diplom. práce depon. in knih. kat. bot. PřF UK, Praha.
- KOUTECKÝ, P. (2003): Změny vegetace aluviálních luk po povodních (jižní Morava). Zprávy ČBS, 38, s. 111-115
- KOVÁŘ, P. (1998): Povodňové náplavy: otevřený biologický prostor. Živa, 84, . 5, s. 203-204
- KOVÁŘ, P. (2002): Ekologická synchronie: paralelní koridory v krajině a rostliny (Případová studie: *Bunias orientalis* L. v polokulturní krajině říční nivy). In: Maděra P. (ed.): Ekologické sítě. Sborník příspěvků z mezinárodní konference 23.-24.11.2001 v Brně, Geobiocenologické spisy, sv. 6, MZLU v Brně a Mze Praha, s. 14-18
- KOVÁŘ, P. et al. (2002): Vegetační sukcese v nivě řeky pět let po záplavě. Živa, 88, 6, s. 253-257
- LACINA, J. (2002): Katastrofické přírodní jevy a jejich odezva v ochraně přírody a krajiny. In: Tvář naší země. Krajina domova. Díl 5. Ochrana krajiny. Studio JB, Praha, s. 37-43.
- LACINA, J. et al. (1998): Sledování sukcese, vegetace a vývoje říčního koryta ve vybraných profilech Bečvy mezi Osekem n. B. a Valašským Meziříčím. Výzkumná zpráva, Ústav geoniky AV ČR, Brno, 61 s
- LIPSKÝ, Z. a kol. (1993): Ekologická studie Orlice. ÚAE VŠZ, Kostelec n. Č. l. (studie pro Povodí Labe)
- MARSTON, R. A. et al. (1995): Channel metamorphosis, floodplain disturbance and vegetation development: Ain River, France. Geomorphology, 13, s. 121-131
- MAYER, G. (2001): Recent large-magnitude floods and their impact on valley floor environments of northeastern Yellowstone. Geomorphology, 40, s. 271-290
- PETIT, N. E., FROEND, R. H. (2001): Variability in flood disturbance and the impact on riparian tree recruitment in two contrasting river systems, Wetland Ecology and Management, 9, s. 13-25
- SALO, J. et al. (1986): River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. Nature, 332, s. 254-258
- SCHNITZLER, A., HALE, B. W., ALSUM, E. (2005): Biodiversity of floodplain forests in Europe and eastern North America: a comparative study of the Rhine and Mississippi Valleys. Biodiversity and Conservation, 14, s. 97-117
- THOMS, C. M. et al. (2005): Floodplain-river ecosystems: Fragmentation and water resources development, Geomorphology, 71, s. 126-138
- TOWNSEND, P. A. (2001): Relationship between vegetation patterns and hydroperiod on the Roanoke River floodplain, North Carolina. Plant Ecology, 156, s. 43-58
- VANĚČEK, Z. (2005): Sukcese vegetace na říčních náplavech vzniklých po povodni v srpnu 2002, Bakalářská práce depon. in knih. kat. bot. BF JU, České Budějovice.

Následující text je převzatý z práce:

Matějček, T. (2009): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci vodních toků. Dizertační práce, katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta UK, Praha, 131 s. + přílohy.

Vodní toky představují typický příklad biokoridoru a vektoru, podél něhož dochází k rychlému přenosu živin a šíření organismů v krajině (Vrhovšek & Korže 2008). Významem řek z krajinně-ekologického hlediska se podrobně zabývá Malanson (1995). Prostor, který řeky obklopuje, považuje za unikátní, a to především z důvodů vzájemného prolínání a oboustranného ovlivňování vodního a suchozemského prostředí. Díky tomu má toto území charakter ekotonového pásma a autor pro něj používá pojem „riparian landscape“, tedy „**poříční krajina**“. I přes toto pojmenování však autor nepovažuje úzký říční koridor a území, které ho obklopuje, za samostatnou krajinu. Uvědomuje si však heterogenitu tohoto prostoru, díky níž je toto území složeno z různých krajinných prvků.

Z pojetí Malansona vychází „Olomoucká škola krajinné ekologie“ (Štěrba 1997, 2003), která rozvíjí dvě základní teorie: teorii říční krajiny a teorii říčního ekologického kontinua. Území podél řek zde již není chápáno jen jako pouhá součást okolní krajiny, ale jako krajina zcela samostatná, která je označována jako **říční krajina**.

Důležitým specifickým rysem říční krajiny v tomto pojetí je její lineární charakter. Ten zároveň předurčuje podélné vymezení říční krajiny (tj. od pramene řeky k jejímu ústí). Olomoucká škola si však všímá i dalších dvou rozměrů říční krajiny – příčného a vertikálního. V příčném rozměru je krajina vymezena říčními terasami, které byly utvořeny během holocénu, ve vertikálním směru je do říční krajiny zahrnován také prostor pod a nad vlastním korytem, neboť oba prostory jsou řekou rovněž bezprostředně ovlivňovány.

Podélný, příčný a vertikální rozměr říční krajiny určuje také základní gradienty v říční krajině. Podél nich se postupně mění ekologické podmínky prostředí, což se odráží především ve složení bioty. Nejvýraznější bývá samozřejmě gradient podélný, označovaný také jako „velký“. Směrem od pramene k ústí se mění jednak klimatické podmínky (především v závislosti na nadmořské výšce), ale také geomorfologické procesy, které se uplatňují při utváření georeliéfu (strmá říční údolí na horním toku × ploché nivy na dolním toku). Podél tzv. „malých“ gradientů (příčného a vertikálního) dochází především ke změnám vlhkostních podmínek.

Velmi důležitým aspektem je také zohlednění časového hlediska, které mimo jiné spoluumožňuje vysvětlit vysokou míru biodiverzity říčních krajin. Časové hledisko je zohledněno také v **teorii říčního ekologického kontinua**, jejíž podstata spočívá v chápání říční krajiny jako jediného vzájemně provázaného funkčního celku. Narušení tohoto kontinua je v současné době příčinou mnohých problémů říčních krajin po celém světě, a proto je právě obnově ekologického kontinua říční krajiny věnována stále větší pozornost.

Území podél vodního toku, které je bezprostředně ovlivňováno jeho činností, zejména v podobě pravidelných záplav, se nazývá **údolní niva**. Ložek (2003) definuje údolní nivu jako ploché dno údolí, jehož stavbu, vegetaci i faunu utváří a ovlivňuje činnost vodního toku. Vymezením údolní nivy se podrobně zabývají Křížek et al. (2006). Přesné vymezení prostoru údolních niv je v jednotlivých fyzickogeografických disciplínách různé, navíc vedle fyzickogeografických faktorů se při utváření říčních niv výrazně uplatňuje antropogenní činnost, která přesné vymezení údolních niv dále komplikuje.

Za nejjednoznačnější považují Křížek et al. (2006) vymezení údolních niv z geomorfologického hlediska, tedy jako území tvořené korytem vodního toku a akumulací rovinou budovanou fluvialními nepevnými sedimenty podél vodního toku, která je od okolního reliéfu z každé strany oddělena hranou, na níž dochází k víceméně nápadné změně sklonu. Tato podmínka však nemusí být vždy splněna a zejména u nížinatých toků nemusí být uvedena hrana vůbec patrná (viz např. mnohé úseky středního Labe).

Vedle uvedené geomorfologické definice, která klade důraz na genezi a morfologii reliéfu, lze údolní nivu vymezit také z pohledu kvartérní geologie (důraz na genezi a geologickou

stavbu), hydrogeologie (trvalé podpovrchové zvodnění, průlinová propustnost, hloubka hladiny podzemní vody v korelaci s hladinou vodního toku), pedologie (hydromorfnní půdy na kvartérních sedimentech – fluvizemě, glejové půdy), hydrologie (pravidelně zaplavované území), biologie a ekologie (charakteristické nivní ekosystémy a společenstva jako jsou aluviální louky, lužní lesy, břehové porosty, mokřady, rákosiny apod.), geobotaniky (potenciální vegetace luhů a olšin vázaná na specifické půdní a hydrologické podmínky), krajinné ekologie (biokoridor a ekologicky významný krajinný segment), ale také např. z hlediska archeologie a dalších oborů (Křížek et al. 2006, Lipský 2002).

S pojmem údolní niva pracuje také Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Podle § 3 tohoto zákona jsou všechny údolní nivy zařazeny do kategorie významný krajinný prvek. Samotný pojem údolní niva však není v tomto zákoně definován. Snahou o řešení tohoto nedostatku bylo vydání Sdělení legislativního odboru MŽP ČR o výkladu pojmu údolní niva (§ 3, písm. b) zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Definice podle tohoto zákona však zužuje vymezení údolní nivy na biologické hodnocení typických přirozených a přírodě blízkých nivních společenstev. Za údolní nivu nejsou podle tohoto výkladu považovány její části, které ztratily svůj přirozený charakter v důsledku terénních úprav, zástavby či jiných technických zásahů. Důsledky tohoto vymezení údolní nivy se podrobněji zabývá Lipský (2002).

Zajímavé je pojetí Machara (2001), který zejména pro účely komplexní ochrany přírody navrhuje pracovat s pojmem „**ekologický nivní fenomén**“. Toto pojetí, na rozdíl od běžně používaného statického vymezení, vystihuje podstatu „sukcesně pohyblivého“ prostoru údolní nivy s její dynamickou ekologickou stabilitou.

Údolní nivy se vyznačují **specifickými podmínkami**, které shrnuje Lipský (2002). Z hlediska šíření invazních druhů mají význam především tyto:

- jedná se o mimořádně exponovaný a dynamický prostor
- řeka funguje jako jakási „dopravní tepna“ v krajině, což přispívá k rychlému šíření diaspor
- v nivách a jejich bezprostředním okolí je velká koncentrace osídlení a dalších aktivit člověka, včetně dopravy a zemědělství (tyto aktivity jsou pro šíření geograficky nepůvodních druhů rozhodující)
- vlivem vysokého antropogenního zatížení bývají nivy do značné míry prostorem degradovaným
- jsou pravidelně narušovány povodněmi
- nivní půdy jsou bohaté na živiny.

Podle Pracha (2003) spočívá specifičnost říčních niv zejména v těchto vlastnostech:

- toky energie, hmoty a informací jsou rychlé a mají otevřený charakter, u konkrétního ekosystému v říční nivě až mnohonásobně převažují vstupy a výstupy (energie, živin, informací) nad jejich transporty uvnitř příslušného ekosystému.
- je pro ně charakteristická vysoká časoprostorová heterogenita
- vykazují vysokou produktivitu.

Specifické vlastnosti poríčních ekosystémů shrnují také Richardson et al. (2007). Podle nich představují tyto ekosystémy rozhraní mezi vodním a suchozemským prostředím. Odlišnost vegetace v poríční zóně je podle autorů dána zejména ovlivňováním pravidelnými povodněmi a ukládáním sedimentů, z nichž vznikají nivní půdy. Autoři zdůrazňují vzájemnou vazbu poríční vegetace a vodního prostředí (provázanost potravních řetězců, regulace teploty vodního prostředí v důsledku evapotranspirace a zastínění, stabilizace říčních břehů, regulace množství živin, filtrování sedimentů apod.) a skutečnost, že poríční vegetace představuje významný koridor pro pohyb živých organismů.

Faktory ovlivňující vegetaci údolních niv jsou shrnuty v práci Chumana et al. (2007a). Jsou to tyto faktory:

- abiotické faktory

- přírodní disturbance
- stávající a historický management
- ekologické nároky rostlin
- dostupnost diaspor
- populační dynamika rostlin.

Z teorií, které se snaží vysvětlit úspěšnost invazních druhů (Hierro et al. 2005, Davis et al. 2000), mají v říčních nivách a především v břehové vegetaci největší význam disturbanční teorie, teorie přísunu diaspor a teorie fluktuace dostupnosti zdrojů.

Významným fenoménem, který podmiňuje mimořádnou dynamiku nivních ekosystémů, jsou **pravidelné záplavy**. Jejich význam z hlediska šíření organismů spočívá jednak v urychlení možnosti přesunu jejich propagulí, jednak ve změně ekologických podmínek (představují typický příklad disturbance).

Hood & Naiman (2000) uvádějí, že pravidelné záplavy narušují sukcesní vývoj a tím zvyšují sílu kompetičních vztahů. To je podle autorů příčinou vysoké druhové rozmanitosti nivních resp. poříčních ekosystémů. V důsledku pravidelných záplav zároveň dochází v různé míře ke zpomalení či pozastavení sukcesního procesu, případně návratu k raným sukcesním stádiím. V prostoru nivy tak vzniká pestrá mozaika ekosystémů, která je jedním z předpokladů vysoké druhové rozmanitosti. Stejně tak však tyto faktory mohou zvyšovat náchylnost nivních ekosystémů k šíření invazních druhů, jejichž šíření v tomto prostoru je usnadněno právě častými disturbancemi. K tomuto šíření přispívá také zvýšený přísun diaspor, jejichž šíření je v řadě případů umožněno právě díky vodním tokům.

Podle Blažkové (2003) představují břehy řek na jedné straně jedno z nejdynamičtějších přírodních prostředí s častým narušováním doprovodné vegetace, na druhé straně jsou velmi příznivým stanovištěm s dostatkem vláhy a většinou i živin. Vytrvalé druhy říčních břehů jsou těmto faktorům většinou dobře přizpůsobeny a dokážou poměrně dobře odolávat mechanickému narušení, odlamování lodyh či obnažení podzemní části oddenků i kořenů a do jisté míry také zanesení náplavovou zeminou. Přitom dochází k rychlému vegetativnímu šíření těchto rostlin na lokalitě.

Rydlo (2005) provedl vyhodnocení vlivu extrémní povodně na Berounce v roce 2002 na vodní makrofyta. Z výsledků jeho práce vyplývá, že uvedená povodeň ovlivnila výskyt všech druhů vodních makrofyt řeky Berounky. Tyto **změny vegetace v důsledku povodně** shrnuje v několika bodech:

- 1) mechanické zničení nebo odplavení rostlin
- 2) změna morfologie (převrstvení) dna, do něhož jsou vodní rostliny zakořeněné
- 3) fyziologický vliv na rostliny
- 4) roznesení diaspor rostlin po celém toku
- 5) vytvoření nových míst vhodných pro ecesi¹ rostlin.

Uvedené vlivy lze analogicky vztáhnout také na břehovou vegetaci s tím, že u bodu č. 2 se v případě břehové vegetace jedná spíše o narušení břehů, vznik akumulací apod.

Podle Townsenda (2001) představuje důležitý ekologický faktor nejen vlastní výskyt extrémních povodní, ale také **variabilita v charakteru zaplavení**. Pokud jsou povodňové události v nivě omezeny, vede to k homogenizaci druhového složení rostlinných společenstev a může dojít také k posunu mezi dominantními druhy ve prospěch konkurenčně silnějších druhů. Tyto druhy a jejich společenstva však nemusí obstát při případné extrémní povodňové události, takže taková událost pak znamená daleko větší zásah do nivního ekosystému a jeho pomalejší regeneraci.

Vedle rozsahu (mohutnosti) záplav, vyjádřené rozsahem zaplaveného území, výškou vodního sloupce, energií proudu vody a délkou zaplavení, má zásadní význam pro nivní vegetaci

¹ ecese = uchycení, vyklíčení a růst semene nebo jiné diasporý na vhodném substrátu (podle Jakrlové & Pelikána 1999).

jejich **načasování během roku**. Pokud se záplavy vyskytnou mimo vegetační období, mají na vegetaci menší dopad než záplavy během vegetačního období. V době zrání semen navíc umožňují přesun značného množství diaspor (Chuman et al. 2007a).

Dalším faktorem, který může ovlivňovat šíření rostlin včetně invazních neofytů, je **výstavba přehradních nádrží**. Vzhledem k narušení přirozeného hydrografického režimu vodního toku představuje typický příklad disturbance. Konkrétní příklady uvádějí Lockwood et al. (2007).

Podle Chumana et al. (2007a) lze rozlišit čtyři základní skupiny **změn bylinné vegetace jako reakci na záplavy**:

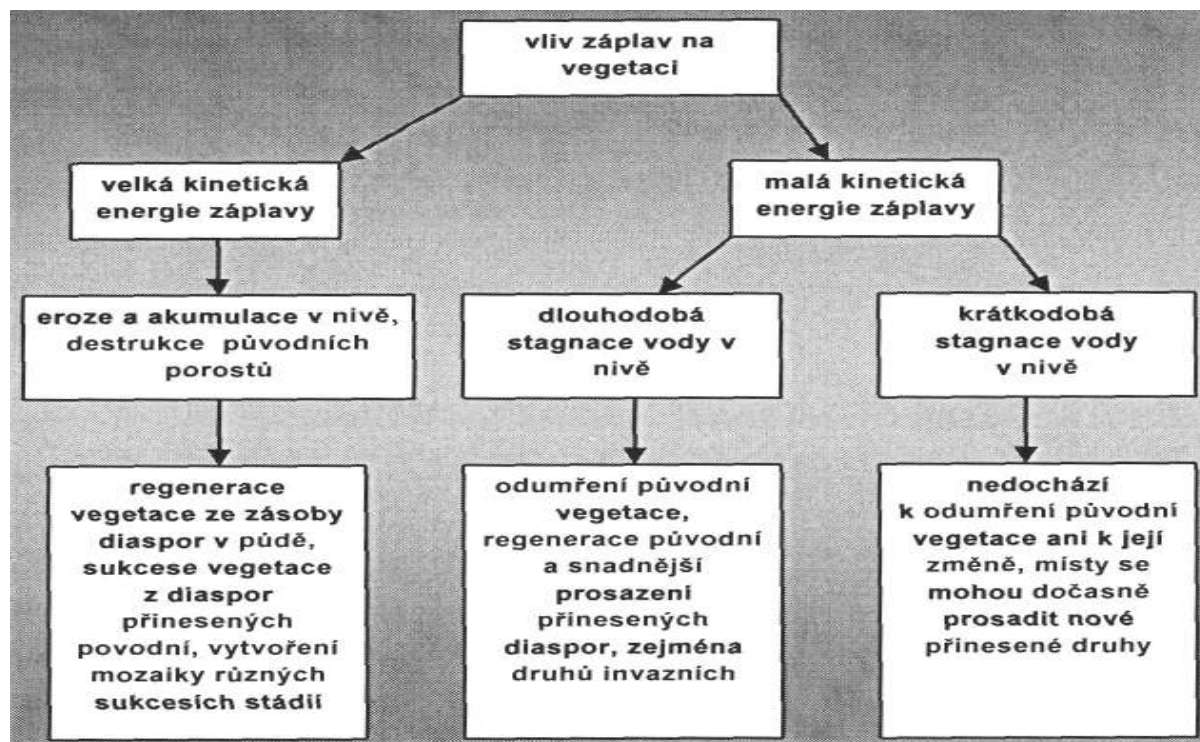
- 1) Sledované společenstvo se nemění, dochází pouze k výkyvu v celkové pokryvnosti.
- 2) Společenstvo se nemění, ale dochází ke změnám v pokryvnosti význačných druhů.
- 3) Dočasná změna celého společenstva, ale s trendem směřujícím k návratu původního společenstva.
- 4) Dlouhodobá změna celého společenstva bez návratu k původní vegetaci.

Lacina (2007) shrnuje poznatky z desetiletého sledování sukcese v povodňovém korytě Bečvy (u Oseku nad Bečvou v letech 1997–2007) do těchto hlavních bodů:

- 1) Katastrofální povodeň obnovila pestrou mozaiku biotopů, které zde předchozími vodohospodářskými úpravami zanikly.
- 2) Sukcese, zejména z hlediska rychlosti, probíhala diferencovaně v závislosti na zrnitosti substrátu a dynamice vlhkostního režimu. Nejdále pokročila kolem laguny, která byla v roce 2007 již zaniklá a nacházely se zde porosty s převahou vrb vysokých až 8 m.
- 3) Rozvoj dřevin v sušším horním povodňovém korytě, který byl v prvních letech velice pomalý, stačil téměř vyrovnat porost zmíněný v předchozím bodě. Převládaly zde však topoly a akát, v bylinném podrostu se i 10 let po povodni výrazně uplatňovaly subxerofyty.
- 4) Pokračoval velmi dynamický vývoj povodňového koryta. Řeka se v něm přemísťovala směrem k levému břehu a postupně abradovala horní povodňové koryto (rychlostí přes 3 m za rok).
- 5) Měnil se i rozsah a umístění šterkových lavic ve spodním povodňovém korytě.
- 6) K většímu rozvoji invazních neofytů došlo teprve v posledních 2–3 letech² a nejpatrnější byl v zazemněné laguně.
- 7) V povodňovém korytě Bečvy se vytvořila soustava liniových společenstev, představujících různá stadia sukcese, navíc často dynamicky proměnlivých v těsné závislosti na fluviálních procesech. Vzhledem k tomu, že hranice mezi společenstvy jednotlivých sukcesních stádií jsou zde sice vesměs plynulé (tzn. kontinuum), ale společenstva jsou natolik úzká, že v nich vždy dochází k promísení druhů, z nichž mnohé jsou společné (tzn. ekoton), lze říci, že v povodňovém korytě došlo ke specifickému uspořádání liniových společenstev, které autor označuje jako „kontinuum ekotonů“.

Chuman et al. (2007b) shrnují vliv záplav na vegetaci údolních niv v následujícím schématu:

² Tzn. po roce 2004 – pozn. autora.



Obr. 1: Vliv záplav na vegetaci údolních niv (podle Chumana et al. 2007b).

Šíření invazních neofytů v důsledku extrémních záplav dokládají práce řady autorů. Kovář et al. (2002) uvádějí výrazné šíření *Impatiens glandulifera*, *Solidago canadensis* a *S. gigantea* po záplavách na Moravě v roce 1997. V nivě Tiché Orlice se podle autorů v důsledku povodně rozšířil *Bunias orientalis* a dále *Impatiens glandulifera*, která sem pronikla již v 70.–80. letech 20. století. Tehdy se stala dominantním druhem břehových porostů a po záplavě v červenci 1997 se rozšířila v celém profilu nivy. Z čerstvých náplavů pronikla až na okraje údolí, do vyvýšených sušších trávníků, lesních lemů a částečně dokonce do podrostu prosvětlených lesních lemů podél nivy.

Podle Laciny (2003, 2007) se v korytě Bečvy (mezi Valašským Meziříčím a Přerovem) naopak oproti očekávání vyskytovaly invazní neofyty v počátečních sukcesních stádiích pouze roztroušeně, přestože v sousedních břehových porostech vytvořily v uplynulých desetiletích (ještě před povodní) souvislé porosty. Na nově vytvořených stanovištích byl zaznamenán pouze ostrůvkovitý výskyt *Reynoutria japonica*, *Helianthus tuberosus* a *Impatiens glandulifera*, později se stal častějším také *Erigeron annuus*. Pět let po povodni (2002) bylo sledováno zvýšení pokryvnosti *Solidago gigantea*, a to především v pravobřežním břehovém porostu. K většímu rozšíření invazních neofytů v nivě došlo teprve zhruba po roce 2004.

Chuman et al. (2007b) sledovali důsledky jarní povodně na středním toku Sázavy v roce 2006. Podle jejich výsledků tato povodeň výrazně napomohla rozšíření *Impatiens glandulifera*, která se zde před povodní nevyskytovala. Také podle Köppla (2002), přispěla povodeň na Tiché Orlici³ v roce 1997 k výrazně rychlejšímu šíření *Impatiens glandulifera*, a to především do prostoru nacházejícího se dále od řeky, kam by se autochorií dostávala asi 30 let. Podle výsledků autora se druh vyskytoval s výrazně vyšší hustotou na písčítých a štěrkovitých náplavech, tedy na substrátech ovlivněných povodní. Zatímco v břehové vegetaci povodeň populaci druhu spíše poškodila, ve větší vzdálenosti od řeky se stala naopak spouštěcím mechanismem pro jeho šíření.

Podle Blažkové (2003) povodeň v roce 2002 naopak zcela eliminovala *Impatiens glandulifera* v nivě střední a dolní Berounky, neboť po povodni autorka našla pouze dva exempláře. Semena se však rozplavila po celé délce toku (srov. Rydlo 1999). Povodni naopak

³ Sledován byl úsek mezi obcemi Kerhartice a Bezpráví, na aluviálních loukách.

beze ztrát odolal *Echinocystis lobata* a také *Reynoutria japonica*, které povodeň dokonce napomohla v dalším šíření.

Podle Koppové (2001) došlo v roce 1998 (tzn. rok po povodni z roku 1997) v nivě Divoké Orlice ke splavení semen některých invazních neofytů (např. *Helianthus tuberosus*, *Rudbeckia laciniata*) ze zahrádek. O rok později bylo zaznamenáno šíření *Impatiens glandulifera* a *Solidago canadensis*. V roce 2001 se ve větší míře z invazních neofytů uplatňovaly pouze *Impatiens glandulifera* a *Solidago gigantea*, u ostatních došlo k ústupu.

Šíření invazních neofytů v okolních státech dokládá například práce Schnitzlera et al. (2005), kteří z nivy Rhône uvádějí zejména šíření *Reynoutria sp.*, *Solidago gigantea*, *Acer negundo* a *Robinia pseudacacia*.

Vlastní **břehy vodních toků** jsou podle Nováka et al. (1986) z hlediska stanovištních podmínek výjimečné především díky kolísání hladiny vody v korytě toku i hladiny podzemních vod v přilehlém území a dále díky specifické morfologii koryta a jejími změnami, které jsou vyvolané tlakem proudící vody. V závislosti na dalších vlastnostech toku vzniká pestrá škála stanovišť. Těmito vlastnostmi jsou především tvar průtočného profilu, sklonitost břehů, orientace svahů koryta ke světovým stranám, hloubka vody v korytě při setrvalých průtocích ve vegetačním období, míra kolísání vodní hladiny, tlak vody na břehy, ale také vlastnosti říční vody (její chemismus, teplota, obsah živných látek i barva). Společně s ostatními ekologickými a geografickými faktory (klimatické podmínky, fyzikální a chemické vlastnosti půdy, působení větru aj.) ovlivňují tyto podmínky i vegetaci, takže rostlinná společenstva, která břehy vodních toků osídluje, jsou velmi různorodá. Stanovištní podmínky, a tím i prostorová a druhová skladba břehové vegetace, se mění od pramene vodního toku až k jeho ústí. Nezanedbatelné jsou také vlivy člověka způsobené buď přímým zásahem do koryta (úprava morfologie břehů, zpevnění koryta kameny, jeho vybetonování, pastva, výsadba dřevin apod.) nebo v jejich bezprostředním okolí.

Šlezinger (1996) a Zuna (2000)⁴ cit. in Langhansová (2007) rozděluje vegetační doprovod vodních toků z hlediska funkce na **břehové a doprovodné porosty**, které jsou vzájemně odděleny břehovou hranou koryta. Zatímco břehové porosty v tomto pojetí představují vlastní vegetační doprovod vodních toků, doprovodné porosty jsou chápány jako porosty údolní nivy, které bezprostředně navazují na břehovou vegetaci za břehovou hranou.

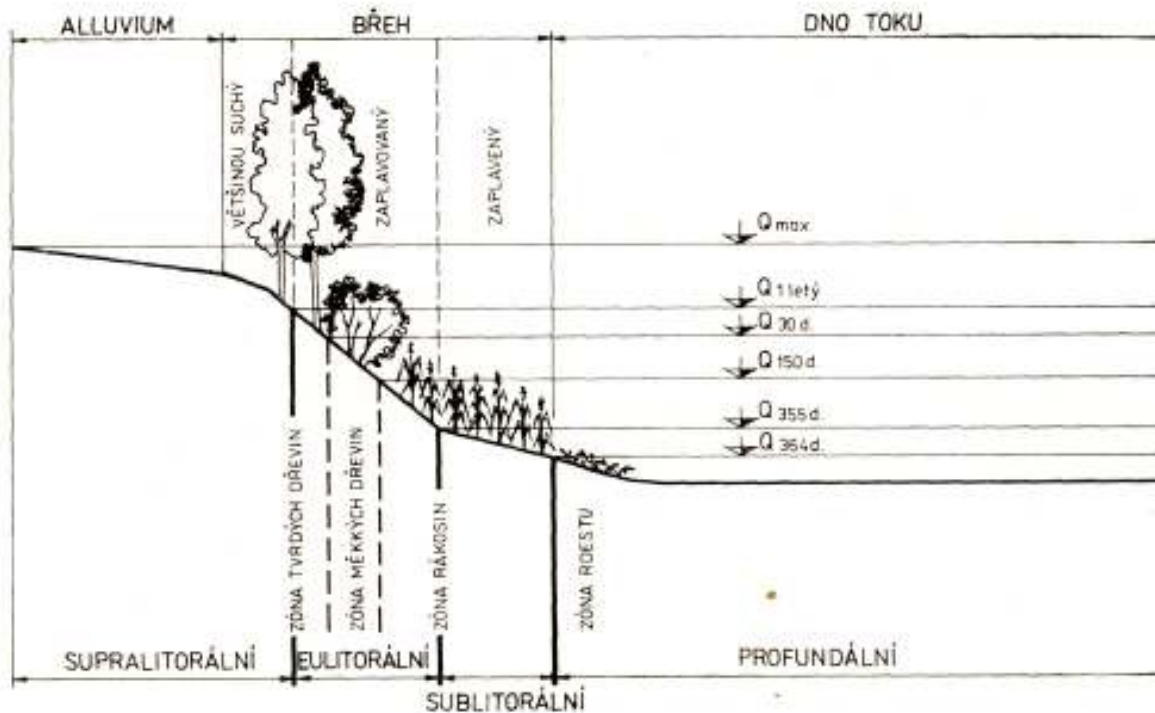
Novák et al. (1986) rozlišují v příčném profilu koryta toku několik pásem vegetace, které jsou vymezeny na základě výšky hladiny vody při určitých charakteristických průtocích (viz obr. 2). Pásmo, které je celoročně zaplaveno vodou označují jako profundální (zóna rdestu), na něj dále navazují pásma sublitorální (zóna bažinných rostlin a rákosin), eulitorální (převážně zóna měkkých dřevin, bylin a trav) a nejvýše položené pásmo supralitorální (zóna tvrdých dřevin a travních porostů lučního charakteru). V tomto pásmu přechází břehová vegetace ve vegetaci doprovodnou.

Podle Vrhovška & Korže (2008) však není přesné a jednoznačné dělení rostlinných druhů do tří kategorií („vodní“, „břehové“ a „poříční“⁵) možné, protože mnohé druhy prospívají jak ve vodních, tak v suchozemských biotopech.

Pro účely této práce budeme pojmem **břehová vegetace** rozumět pás vegetace, který je na jedné straně omezený hladinou vodního toku při běžném vodním stavu ve vegetačním období, na druhé straně břehovou hranou koryta.

⁴ Šlezinger, M. (1996): Vegetační doprovod vodních toků a nádrží. VUT v Brně, Brno; Zuna, J. (2000): Revitalizace vegetačních doprovodů potočních koryt. In: Sborník přednášek ze semináře „Obnova liniové zeleně v krajině“, Brno.

⁵ Ve slovinském originále jsou použity výrazy: „vodne“, „obrežne“ a „obrečne“, přičemž „vodne“ svou definicí odpovídají profundálnímu pásmu v pojetí Nováka et al. (1986), „obrežne“ přibližně odpovídají břehovým porostům a „obrečne“ doprovodným porostům v pojetí Šlezingra (1996) a Zuny (2000).



Obr. 2: Pásma vegetace vymezená na základě výšky hladiny vody při charakteristických průtocích (podle Nováka et al. 1986).

Otázkou vzájemného **poměru výskytu geograficky nepůvodních druhů v břehové vegetaci a ve zbývající části nivy** se zabývali např. Hood & Naiman (2000), kteří provedli srovnání podílu geograficky nepůvodních druhů na celkovém počtu zjištěných cévnatých rostlin v břehové vegetaci a v říční nivě. Jejich výsledky vycházejí z dat za několik vodních toků v Jižní Africe, USA a za řeku Adour ve Francii. Zatímco v břehové vegetaci se podíl nepůvodních druhů pohyboval od 5 do 11 %, v nivách dosahoval 20 až 30 %. Tato čísla ovšem udávají pouze podíl geograficky nepůvodních druhů, nevypovídají nic o jejich četnosti. Míra zastoupení v břehové vegetaci se zároveň velmi liší u jednotlivých druhů. Například podle Köppla (2002) klesala hustota populace *Impatiens glandulifera* ve sledovaném úseku nivy Tiché Orlice se vzrůstající vzdáleností od řeky, přičemž maximální hustoty populace bylo dosaženo ve vzdálenosti 25 m od řeky.

Výsledky dosavadních mapování invazních neofytů v říčních nivách a břehové vegetaci

Cílem této kapitoly je shrnout dosavadní poznatky o rozšíření invazních neofytů s důrazem na nivy vodních toků a zejména břehovou vegetaci.

Vymyslický (2004) shrnuje výsledky mapování 47 invazních taxonů v aluviích vybraných jihomoravských řek (Dyje, Rokytná, Jihlava, Oslava, Bobrava, Svratka, Svitava, Litava, Morava). Mapování probíhalo v letech 1998–2000, vždy během léta a časného podzimu. Celkem bylo zmapováno 893 říčních kilometrů. Nejhojnějšími invazními neofyty byly ve sledovaném území *Impatiens parviflora* (697 lokalit), *I. glandulifera* (459 lokalit), *Bidens frondosa* (566 lokalit), *Conyza canadensis* (409 lokalit) a *Robinia pseudacacia* (433 lokalit). Největší počty invazních druhů byly zaznamenány v okolí velkých měst a v průmyslových oblastech, hojně byly zastoupeny také při soutoku Moravy a Dyje. Hlavními faktory ovlivňujícími výskyt a rozšíření jednotlivých invazních druhů na aluviích jsou podle zjištění autora vlhkost a míra disturbance.

Trenčianská (2000) provedla mapování 16 druhů nepůvodních cévnatých rostlin v břehové vegetaci horního Labe, horní Úpy a jejich přítoků⁶. Nejrozšířenějším invazním neofytem byla *Reynoutria japonica*, která byla zaznamenána na 285 lokalitách. Následovala *Myrrhis odorata*⁷ (137 lokalit), *Solidago canadensis* (30 lokalit), *Mimulus guttatus*⁸ (15 lokalit), *Solidago gigantea* (11 lokalit), *Rumex longifolius* (7 lokalit), *Reynoutria sachalinensis* (4 lokality) a *Telekia speciosa* (2 lokality). *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens glandulifera*, *Reynoutria* × *bohemica*, *Rudbeckia laciniata* a *Veronica filiformis* byly nalezeny pouze na jediné lokalitě, *Bidens frondosa* a *Lycium barbarum* nebyly nalezeny vůbec. Sledován byl také druh *Campanula latifolia*, který je však alespoň na části našeho území považován za původní (Kubát et al. 2002).

Buček (2006) uvádí výsledky výzkumu invazních neofytů v příbřežní zóně řeky Moravy, který v roce 2003 provedla Eva Zapletalová. Sledován byl 21 km dlouhý úsek mezi Postřelmovem a Mohelnicí. Podle výsledků tohoto výzkumu zaujímaly invazní neofyty v uvedeném úseku příbřežní zóny téměř čtvrtinu plochy. Nejrozšířenějším invazním neofytem byla *Impatiens glandulifera* (16,7 % plochy), která místy tvořila samostatné porosty dosahující až 3 m výšky. Dalšími významnými druhy byly *Impatiens parviflora* (3,1 % plochy), *Reynoutria japonica* (2,5 %) a *Helianthus tuberosus*. Z invazních dřevin se zde vyskytoval zejména *Acer negundo*, omezeně i *Robinia pseudacacia*.

Řepka et al. (2007) provedli inventarizaci rostlinných druhů v jihomoravských lužních lesích. Zmapováno bylo celkem 1600 ha lužního lesa na území lesní správy Valtice. Mapované území bylo rozděleno do 480 segmentů o průměrné velikosti 3,2 ha. Mapování probíhalo ve dvou aspektech: jarním (20. 3.–20. 5.) a letním (1. 6.–30. 9.). Mapovány byly i čerstvé paseky a mladé výsadby. Podíl segmentů se zastoupením nejčastěji se vyskytujících invazních neofytů je uveden v tab. 1.

Tab. 1: Podíl segmentů se zastoupením nejčastěji se vyskytujících invazních neofytů v lužních lesích na území lesní správy Valtice (podle Řepky et al. 2007):

Druh	Podíl segmentů s výskytem
<i>Impatiens parviflora</i>	73,46 %
<i>Aster lanceolatus</i>	50,43 %
<i>Bidens frondosa</i>	39,89 %
<i>Conyza canadensis</i>	34,44 %
<i>Erigeron annuus</i>	27,24 %
<i>Acer negundo</i>	20,07 %
<i>Impatiens glandulifera</i>	16,52 %
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	12,55 %
<i>Solidago gigantea</i>	12,22 %

Mihulka (1997) provedl mapování geograficky nepůvodních druhů⁹ ve výseku krajiny 2 x 19 km mezi nákladním vlakovým nádražím v Českých Budějovicích (378 m n. m.) a Kletí (1083 m n. m.). Ve sledovaném území byly mapovány všechny biotopy. Nejrozšířenějšími geograficky nepůvodními druhy, které jsou zároveň invazními neofyty v pojetí Pyška et al. (2002), zde byly

⁶ Konkrétně byla mapována břehová vegetace těchto toků: Labe (ústí Medvědího p. → Klášterská Lhota; 26,6 km), Úpa (ústí Modrého p. → Poříčí nad Úpou; 30,4 km), Lysečinský p. (ústí Albeřického p. → ústí do Úpy; 2,3 km), Janský p. (ústí Rudolfova p. → ústí do Úpy; 2,4 km), Bílé Labe (ústí Červeného p. → ústí do Labe; 1 km), Šindelova strouha (pramen → ústí do Labe; 2,4 km).

⁷ Pyškem et al. (2002) je druh hodnocen jako postinvazní neofyt.

⁸ Pyškem et al. (2002) je druh hodnocen jako postinvazní neofyt.

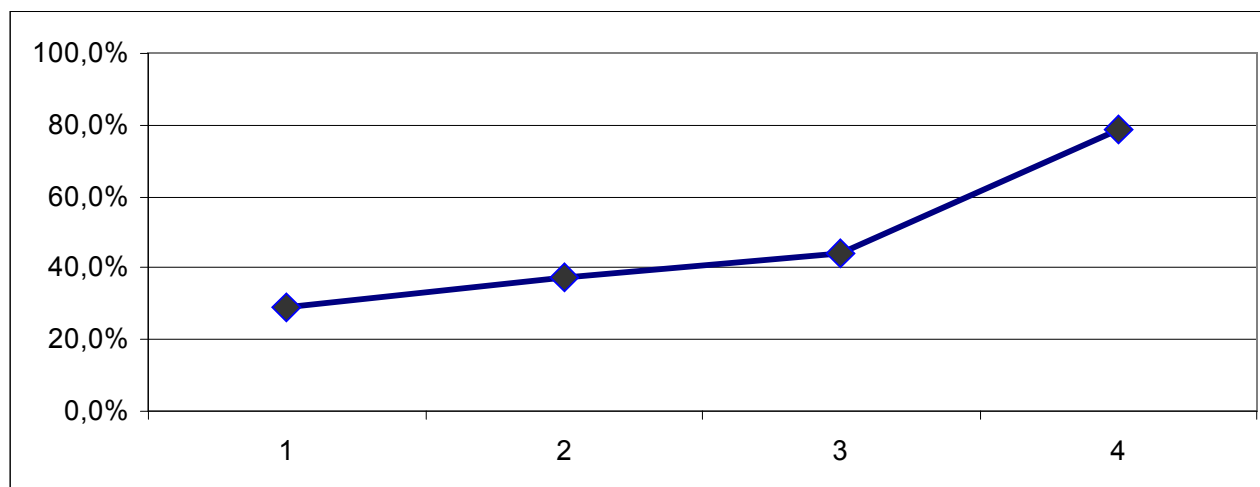
⁹ V uvedeném článku označovány jako invazní druhy.

tyto: *Conyza canadensis*, *Epilobium ciliatum*, *Impatiens parviflora* a *Robinia pseudacacia*. Lemy vodních ploch¹⁰ se ve vegetaci sídel vyznačovaly průměrným zastoupením geograficky nepůvodních druhů (22 druhů, přičemž maximum bylo zaznamenáno v parcích a zahradách a lemech komunikací – přes 40 druhů), v otevřené krajině spíše mírně nadprůměrným zastoupením geograficky nepůvodních druhů (8 druhů, přičemž maximum bylo zaznamenáno v lemech komunikací – 19 druhů).

Višňák (1997) provedl zhodnocení výskytu invazních neofytů v severní části České republiky se zvláštním zřetelem na Liberecko a Ostravsko. Za nejvýznamnější invazní neofyty s těžištěm v břehové vegetaci vodních toků v tomto území považuje tyto: *Helianthus tuberosus*, *Impatiens glandulifera*, *Reynoutria japonica*¹¹, *Rudbeckia laciniata* a *Telekia speciosa*, do kategorie „vedlejší výskyt“ spadají v tomto biotopu tyto invazní neofyty: *Aster sp.*, *Bidens frondosa*, *Bunias orientalis*, *Epilobium ciliatum*, *Erigeron annuus*, *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens parviflora*, *Reynoutria sachalinensis*, *Solidago canadensis* a *S. gigantea*. Pro aluviální polohy je dále uváděn jako významný invazní neofyt *Lupinus polyphyllus*.

Mapování *Impatiens glandulifera* a *Echinocystis lobata* v břehové vegetaci vybraných vodních toků pravidelně provádí J. Rydlo (Nováková & Rydlo 1980a, Nováková & Rydlo 1980b, Rydlo 1982, Rydlo 1999, Rydlo 2006, Rydlo, písemné sdělení). Mapování je prováděno z loďky a primárně je zaměřeno na výskyt vodních makrofyt, mimo to jsou zaznamenávány také vybrané druhy břehové vegetace, a to vždy v 500 m dlouhých segmentech, které jsou pokud možno voleny podle kilometráže. Takto získaná data poskytují cenný zdroj informací o vývoji výskytu uvedených invazních neofytů v břehové vegetaci.

Nejpodrobnější výsledky jsou k dispozici pro výskyt *Impatiens glandulifera* na středním Labi, v úseku mezi Chvaleticemi a Mělníkem (ř. km 0–101). Změny v rozšíření druhu v břehové vegetaci lze vysledovat z grafů na obr. 3 a 4.



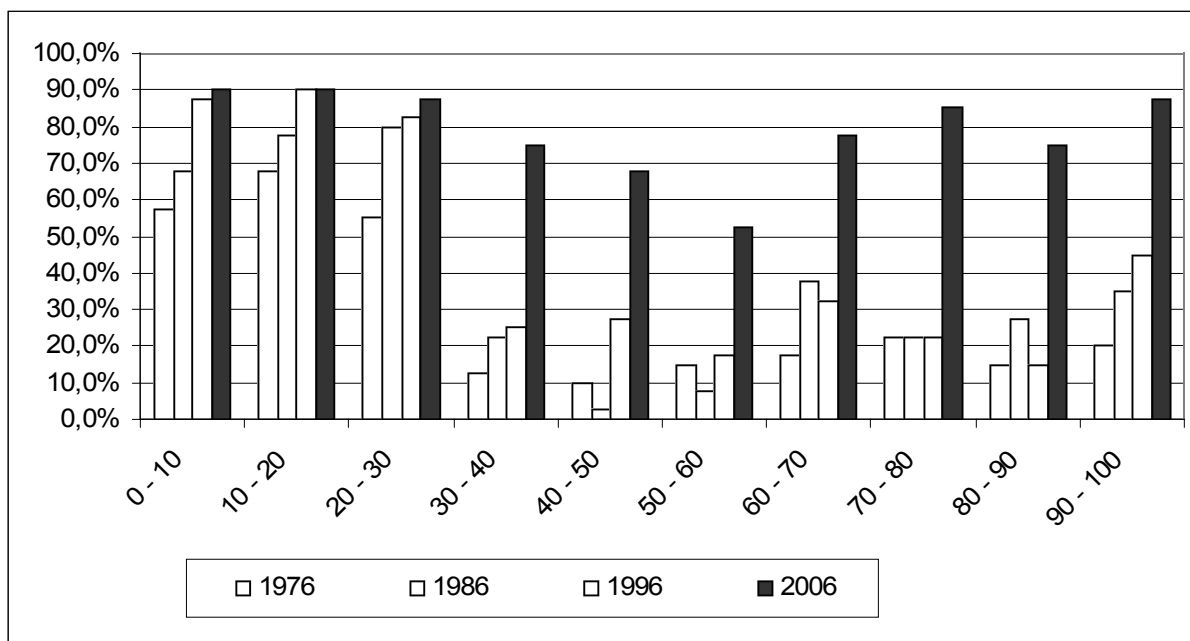
Obr. 3: Celkový podíl segmentů s výskytem *Impatiens glandulifera* v břehové vegetaci středního Labě během období 1976–2006.

Vysvětlivky: 1 = 1976, 2 = 1986, 3 = 1996, 4 = 2006.

Zdroje: Nováková & Rydlo (1980a), Rydlo, písemné sdělení, nepublikováno (graf sestaven autorem).

¹⁰ Pravděpodobně se jednalo nejen o vodní plochy v užším slova smyslu, ale o veškeré vodní plochy v širším slova smyslu, tedy i o břehovou vegetaci vodních toků. Z textu bohužel není přesnější vymezení patrné.

¹¹ *Reynoutria × bohemica* není v této práci uváděna, avšak lze předpokládat, že byla zahrnuta pod rodičovské druhy.



O

br. 4: Vývoj podílu segmentů s výskytem *Impatiens glandulifera* v jednotlivých úsecích Labe (období 1976–2006).

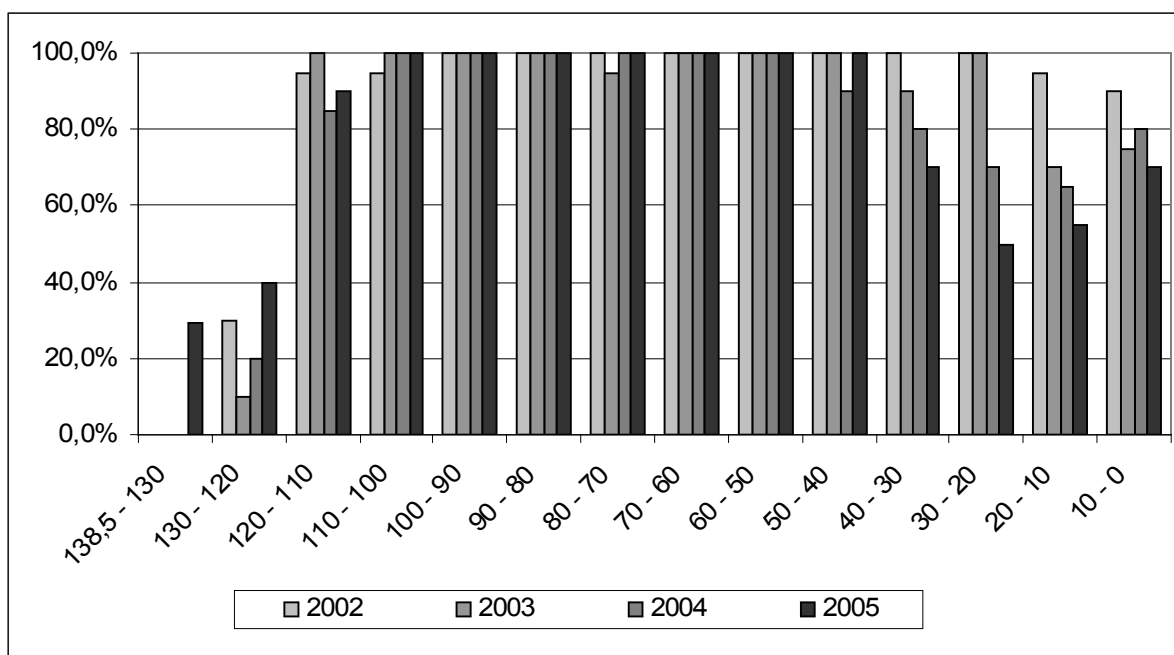
Zdroje: Nováková & Rydlo (1980a), Rydlo, písemné sdělení, nepublikováno (graf sestaven autorem).

Ve sledovaném období tedy došlo k prudkému nárůstu podílu obsazených segmentů (z 29 % v roce 1976 na 79 % v roce 2006). K nejprudšímu nárůstu došlo mezi lety 1996 až 2006, a to zejména v úseku mezi Veletovem a soutokem s Jizerou. V této části břehové vegetace Labe byla *Impatiens glandulifera* až do roku 1996 zastoupena výrazně méně než pod soutokem Labe s Jizerou, kde se rostlina rozšířila mnohem dříve. Bylo to pravděpodobně způsobeno přísunem diaspor z břehové vegetace Jizery, kde je rozšířena prakticky již více než 100 let (na tuto skutečnost upozorňuje Nováková & Rydlo, 1980a).

Dynamiku šíření *Impatiens glandulifera* lze velmi dobře sledovat také na dolní Berounce. Podle Rydla (1999) se v roce 1982 rostlina nevyskytovala na celém 139 km dlouhém toku Berounky. Při opakovaném výzkumu v roce 1992 byla nalezena pouze v jediném segmentu, na nově vybudovaném břehu u nového přístavu v Praze-Radotíně, kam se pravděpodobně dostala při stavbě. Při podrobném mapování dolní Berounky od Roztok k soutoku s Vltavou (říční km 63,0–0,0) v roce 1998 již byl druh rozšířen v 66,7 % sledovaných půlkilometrových segmentů (84 ze 126). V září 1995 a v říjnu 1996 postihly Berounku dvě výraznější podzimní povodně, které mohly přispět k jejímu rozšíření (Rydlo 1999).

Další údaje o rozšíření *Impatiens glandulifera* na Berounce jsou k dispozici z let 2002–2005 (Rydlo, písemné sdělení, nepublikováno). Údaje pro celý tok Berounky za toto období jsou uvedeny v grafu na obr. 5, údaje pro dolní Berounku jsou uvedeny v tab. 2. Z těchto dat lze vysledovat dlouhodobější dynamiku šíření druhu, který zde dosáhl svého největšího rozšíření před povodní v roce 2002. Tehdy byl zaznamenán v 97,6 % segmentů a od té doby podíl obsazených segmentů poměrně výrazně klesal. Podle Blažkové (2003) povodeň v roce 2002 zcela eliminovala tento druh v nivě Berounky (po povodni byly nalezeny pouze dva exempláře), avšak její semena byla rozplavena po celém toku.

Rydlo (2006) shrnuje údaje o rozšíření *Echinocystis lobata* v břehové vegetaci středního Labe (úsek mezi zdymadly v Kolíně a v Nymburce, tj. ř. km 83,2 až 59,0). Tento druh se v břehové vegetaci Labe poprvé objevil v roce 2000. Výsledky šíření jsou shrnuty v tab. 3. Z tabulky je patrné značné kolísání podílu obsazení jednotlivých segmentů v jednotlivých letech, celkově je však vidět vzrůstající tendence. Vývoj rozšíření *Echinocystis lobata* v břehové vegetaci Berounky znázorňuje obr. 6.



Obr. 5: Vývoj podílu segmentů obsazených druhem *Impatiens glandulifera* v jednotlivých úsecích Berounky (období 2002–2005).

Pozn.: Údaje pro rok 2002 zachycují stav před povodní.

Zdroj: Rydlo, písemné sdělení, nepublikováno (graf sestaven autorem).

Tab. 2: Vývoj podílu 500 m dlouhých segmentů s přítomností *Impatiens glandulifera* na dolní Berounce v úseku mezi Roztoky a soutokem s Vltavou (63 km).

rok	podíl obsazených segmentů	zdroj
1982	0	Rydlo 1999
1992	0,8 % ¹²	
1998	66,7 %	
2002 ¹³	97,6%	Rydlo, písemné sdělení, nepublikováno
2003	89,7 %	
2004	81,7 %	
2005	75,4 %	

Tab. 3: Vývoj rozšíření *Echinocystis lobata* v břehové vegetaci Labe mezi ř. km 83,0 až 59,0¹⁴ v letech 2000–2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
levý břeh	4,2 %	0 %	0 %	16,7 %	27,1 %	18,8 %	33,3 %
pravý břeh	6,3 %	0 %	6,3 %	18,8 %	27,1 %	18,8 %	22,9 %

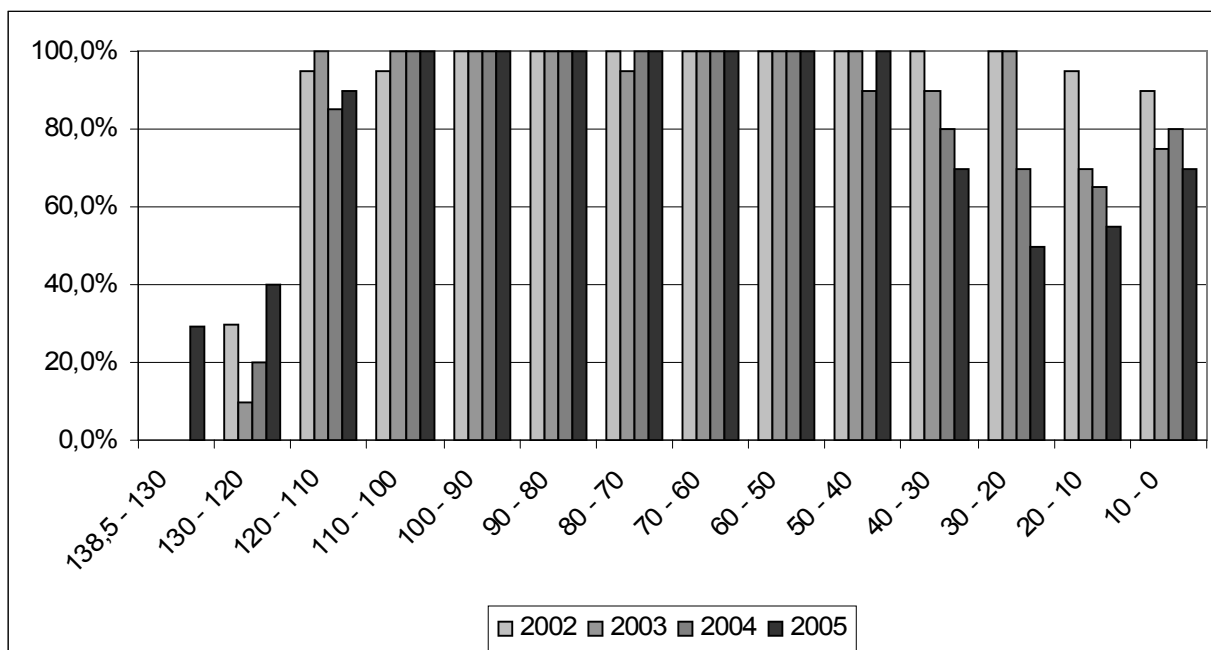
Pozn.: Čísla vyjadřují podíl obsazených segmentů v % (1 segment = 500 m).

Zdroj: Sestaveno autorem podle dat uvedených v práci Rydla (2006).

¹² = 1 segment.

¹³ Mapováno před povodní.

¹⁴ V práci Rydla (2006) je zahrnut také úsek mezi ř. km 83,2 až 83,0. Ten však byl při výpočtech zanedbán; *Echinocystis lobata* se v tomto úseku nevyskytoval ani v jednom ze sledovaných období.



Obr. 6: Vývoj podílu segmentů obsazených druhem *Echinocystis lobata* v jednotlivých úsecích Berounky (období 2002–2005).

Pozn.: Údaje pro rok 2002 zachycují stav před povodní.

Zdroj: Rydlo, písemné sdělení (graf sestaven autorem).

V letech 2006–2008 proběhlo rozsáhlé mapování výskytu invazních neofytů v břehové vegetaci řady vodních toků na území České republiky (podrobné výsledky viz: Boháčková 2007, Matějček 2009, Měsková 2009, Pánková 2008, Šenová 2008, Zelendová 2009). Výskyt 17 taxonů (22 druhů) invazních neofytů byl zaznamenáván v předem vymezených segmentech břehové vegetace o délce 500 m. Početnost jednotlivých taxonů byla zaznamenávána pomocí logaritmické stupnice. Zmapováno bylo 1693 segmentů břehové vegetace, z toho 218 segmentů opakovaně v letech 2006 a 2008.

Získaná data byla vyhodnocena s využitím několika ukazatelů, které byly vypočítány pomocí základních statistických metod a umožňují interpretaci zaznamenaných dat. Pro každý segment lze vedle početnosti jednotlivých taxonů vyjádřit také: počet zaznamenaných taxonů, celkový počet jedinců všech sledovaných taxonů, prostý index zatížení invazními neofyty a vážený index zatížení invazními neofyty. Zatímco prostý index zatížení invazními neofyty přikládá stejnou váhu počtu zaznamenaných taxonů a celkovému počtu jedinců všech sledovaných taxonů, vážený index zatížení invazními neofyty zohledňuje také průměrnou velikost jednotlivých taxonů, jejich vytrvalost a potenciální nebezpečnost.

Pro jednotlivé úseky (tzn. skupiny segmentů stejného vodního toku v relativně podobných geografických podmínkách) bylo možné stanovit tyto souhrnné ukazatele: celkový počet taxonů, průměrný počet taxonů v segmentu, podíl segmentů s výskytem jednotlivých taxonů, průměrný počet jedinců jednotlivých taxonů v segmentu, průměrný počet jedinců jednotlivých taxonů v obsazeném segmentu, průměrný celkový počet jedinců všech sledovaných taxonů v segmentu, průměrnou hodnotu prostého a váženého indexu zatížení invazními neofyty a podíl segmentů bez výskytu invazních neofytů. Na základě těchto ukazatelů lze srovnávat jednotlivé úseky, vymezit úseky typické, výjimečné apod.

Vedle souhrnného zhodnocení souboru všech sledovaných segmentů bylo provedeno vyhodnocení vybraných vodních toků v podobě případových studií (viz tab. 4). Příkladem toku s mimořádně vysokým zatížením invazními neofyty je řeka Bečva, kde byly zaznamenány nejvyšší hodnoty všech souhrnných ukazatelů. Příčiny nebyly zjištěny, zřejmě se však jedná o souhru více okolností. Opačný extrém představovala říčka Mrlina, některé další menší toky ve středním Polabí (Výrovka, Cidlina, Výmola) a říčka Blata ve středním Pomoraví. Zastoupení

invazních neofytů v břehové vegetaci těchto menších toků v převážně zemědělské krajině bylo překvapivě velmi nízké. Za nejreprezentativnější lze považovat data pro řeku Labe, kde bylo zmapováno téměř 46 % z celkové délky toku a zejména střední Labe (mezi Veletovem a Brandýsem nad Labem), kde bylo zmapováno téměř 100 % segmentů.

Podle podílu obsazených úseků a průměrného počtu jedinců v jednom obsazeném segmentu lze za nejvýznamnější invazní neofyty v břehové vegetaci sledovaných vodních toků považovat *Conyza canadensis*, *Erigeron annuus*, *Helianthus tuberosus*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Reynoutria sp.*, *Robinia pseudacacia*, *Solidago canadensis* a *S. gigantea*. Zatímco *Impatiens glandulifera* a *I. parviflora* byly zaznamenány v největším počtu segmentů (téměř 43 %), největší průměrný počet jedinců v obsazeném segmentu byl zjištěn u *Helianthus tuberosus* (přes 2000 jedinců/segment). U některých dalších invazních neofytů (zejména *Heracleum mantegazzianum*, *Lupinus polyphyllus* a *Rudbeckia laciniata*) bylo zjištěno významné zastoupení v břehové vegetaci jednoho nebo jen několika vodních toků. Za nepodstatný lze naopak považovat výskyt *Lycium barbarum* a *Quercus rubra*. Konkrétní hodnoty pro jednotlivé taxony jsou uvedeny v tab. 5.

U většiny sledovaných taxonů lze vysledovat pokles podílu obsazených segmentů i celkové početnosti s rostoucí nadmořskou výškou, pouze v případě *Heracleum mantegazzianum* a *Lupinus polyphyllus* je těžiště výskytu soustředěno do středních nadmořských výšek, zatímco v nížinách tyto druhy nebyly zaznamenány téměř vůbec.

Tab. 4: Základní charakteristiky vybraných vodních toků

vodní tok	sledovaných segmentů	PJ/sg	PT/sg	l_v	sg_0
Bečva	31	13 020	5,87	4,09	0 %
Jizera	31	609	2,48	3,03	0 %
Labe	340	584	2,64	2,56	10 %
Lužnice	18	325	1,56	2,07	27,8 %
Mrlina	46	20	0,22	0,43	78,3 %
Sázava	15	4 419	2,40	3,43	0 %
ČR - průměr	celkem: 1693	809	2,00	2,30	18 %

Tab. 5: Podíl úseků obsazených jednotlivými taxony (osg) a průměrný počet jedinců v obsazeném úseku (PJ/osg) pro jednotlivé taxony.

	Podíl obsazených segmentů	Průměrný počet jedinců v obsazeném segmentu
<i>Acer negundo</i>	4,5 %	45,9
<i>Ailanthus altissima</i>	1,2 %	22,1
<i>Conyza canadensis</i>	14,7 %	354
<i>Erigeron annuus</i>	10,0 %	78,6
<i>Galinsoga sp.</i>	4,5 %	95,6
<i>Helianthus tuberosus</i>	8,3 %	2132,4
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	4,5 %	27,8
<i>Impatiens glandulifera</i>	42,9 %	331,5
<i>Impatiens parviflora</i>	42,6 %	268
<i>Lupinus polyphyllus</i>	3,0 %	227,4
<i>Lycium barbarum</i>	0,7 %	83,8
<i>Parthenocissus sp.</i>	4,0 %	239,3
<i>Quercus rubra</i>	0,4 %	27,5
<i>Reynoutria sp.</i>	13,6 %	840,8
<i>Robinia pseudacacia</i>	15,3 %	137,2
<i>Rudbeckia laciniata</i>	0,6 %	221
<i>Solidago sp.</i>	29,0 %	527,8

Seznam použité a doporučené literatury:

- Blažková, D. (2003): Pobřežní vegetace Berounky dva měsíce po povodni v srpnu 2002. In: *Bohemia centralis*, Praha, 26: 35–44.
- Boháčková, E. (2007): Sledování výskytu invazních druhů rostlin v nivě Berounky. Diplomová práce, katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK, Praha, 92 s. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.
- Buček, A. (2006): Invazní neofyty v krajině. In: *Veronica*, 20: 14.
- Davis, M. A., Grimme, J. P. & Thompson, K. (2000): Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. In: *Journal of Ecology*, 88: 528–534.
- Dohnal, J. (2005): Evidence výskytu neofytů na území Přerova a návrh na jejich likvidaci. Absolvenská práce. Vyšší odborná škola zahradnická, Mělník, 57 s. Depon. in: Knihovna VOŠ zahradnické, Mělník.
- Hierro, J. L., Maron, J. L. & Callaway, R. M. (2005): A biogeographical approach to plant invasions: the importance of studying exotics in their introduced and native range. In: *Journal of Ecology*, 93: 5–15.
- Hood, W. G. & Naiman, R. J. (2000): Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants. In: *Plant Ecology*, 148: 105–114.
- Chuman, T., Lipský, Z. & Matějček, T. (2007a): Sukcese vegetace v údolní nivě po extrémních záplavách. In: Langhammer, J. [ed.]: *Povodně a změny v krajině*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze a Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha: 257–267.
- Chuman, T., Šefrna, L. & Zádorová, T. (2007b): Následky extrémních záplav na vegetaci a půdní kryt na příkladu nivy Sázavy. In: Langhammer, J. [ed.]: *Změny v krajině a povodňové riziko*. Sborník příspěvků ze semináře *Povodně a změny v krajině*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Praha: 115–119.
- Köppl, P. (2002): Expanze *Impatiens glandulifera* po povodni z roku 1997 v prostoru říční nivy. Diplomová práce, 62 s. Depon. in: Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.
- Koppová, J. (2001): Znovuosidlování náplavů vegetací na aluviálních loukách. Diplomová práce, 93 s. Depon. in: Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.
- Kovář, P. et al. (2002): Ekologický význam vegetační sukcese v říční nivě po extrémních záplavách. Souhrn dosažených výsledků, Projekt GAUK 126/2000/B/BIO, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha.
- Křížek, M., Hartvich, F., Chuman, T., Šefrna, L., Šobr, M. & Zádorová, T. (2006): Floodplain and its delimitation. In: *Geografie – Sborník ČGS*, 111: 260–273.
- Kubát, K., Hrouda, L., Chrtěk, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner J. & Štěpánek, J. [eds.] (2002): *Klíč ke květeně České republiky*. Academia, Praha, 928 s.
- Lacina, J. (2003): Sukcese v povodňových korytech moravských řek na příkladu Bečvy a Desné. In: *Říční krajina*. Sborník příspěvků z konference. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc: 130–139.
- Lacina, J. (2007): Desetiletý vývoj vegetačního krytu povodňového koryta Bečvy se zvláštním zřetelem na ekotony. In: *Říční krajina 5*. Sborník příspěvků z konference. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc: 145–151.

- Langhammer, J., Křížek, M., Matoušková, M. & Matějček, T. (2005): Metodika mapování upravenosti říční sítě a následků povodní. [výzkumná zpráva]. Praha, ČR: Přírodovědecká fakulta UK, MŽP, ČR, Praha, 29 s. Depon. in: knihovna KFGG PřF UK, MŽP ČR
- Langhansová, P. (2007): Břehové porosty Malše. Diplomová práce, katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK, Praha, 131 s. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.
- Lipský, Z. (2002): Údolní nivy jako významná součást české kulturní krajiny. In: Balej, M., Kunc, K. [eds.]: Sborník Proměny krajiny a udržitelný rozvoj, XX. jubilejní sjezd ČGS. Česká geografická společnost, Ústí nad Labem: 26–32.
- Lockwood, J. L., Hoopes, M. F. & Marchetti, M. P. (2007): Invasion Ecology. Blackwell Publishing, 304 s.
- Ložek, V. (2003): Naše nivy v proměnách času. In: Ochrana přírody, 58: 101–106.
- Machar, I. (2001): Ekologický nivní fenomén. In: Tvář naší země – krajina domova 1. – Krajina jako přírodní prostor: 135–137.
- Malanson, G. P. (1995): Riparian landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, 296 s.
- Matějček, T. (2009): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci vodních toků. Dizertační práce, katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta UK, Praha, 131 s. + přílohy.
- Měšková, M. (2009): Výskyt invazních neofytů v břehové vegetaci vodních toků v povodí Teplé. Bakalářská práce, 69 s. + přílohy. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.
- Mihulka, S. (1997): Invazní rostliny v úseku jihočeské krajiny. In: Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 32, Mater. 14: 99–104.
- Mlíkovský, J. & Stýblo, P. [eds.] (2006): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha, 496 s.
- Novák, L., Ibllová, M. & Škopek, V. (1986): Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží. SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., Praha, 243 s.
- Nováková, H. & Rydlo, J. (1980a): Netýkavka žláznatá, kejklířka skvrnitá a další adventivní rostliny na Labi. In: Vlastivědný zpravodaj Polabí, Poděbrady, roč. 20: 38–44.
- Nováková, H. & Rydlo, J. (1980b): Květena Opatovického kanálu. In: Práce a studie – přír., Pardubice, 12: 35–44.
- Pánková, P. (2006): Metody mapování invazních druhů rostlin v říčních nivách a jejich aplikace na oblast dolního Poohří. Bakalářská práce. katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK, Praha, 74 s. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.
- Pánková, P. (2008): Rozšíření invazních druhů rostlin v břehové vegetaci Ohře. Diplomová práce, katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK, Praha, 131 s. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.
- Prach, K. (2003): Údolní niva v kulturní krajině. In: Prach, K., Pithart, D. & Francírková, T. [eds.]: Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách. Botanický ústav AV ČR, Třeboň: 7–14.
- Pyšek, P., Sádlo, J. & Mandák, B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech republic. In: Preslia, 74: 97–186
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D. & West C. J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. In: Diversity and Distributions, 6: 93–107.

- Richardson, D. M., Holmes, P. M., Esler, K. J., Galatowitsch, S. M., Stromberg, J. C., Kirkman, S. P., Pyšek, P. & Hobbs, R. J. (2007): Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. In: Diversity and Distributions, 13: 126–139.
- Rydlo, J. (1982): Příspěvek k poznání vodní a pobřežní květeny dolní Loučny a Haldy. In: Práce a studie – přír., Pardubice, 13–14: 73–81.
- Rydlo, J. (1999): *Impatiens glandulifera* na dolní Berounce. In: Muzeum a současnost, Roztoky, ser. natur., 13: 155–156.
- Rydlo, J. (2002): Stačí pobřežní druhy mapovat ze břehu řeky? In: Muzeum a současnost, Roztoky, ser. natur., 16: 58.
- Rydlo, J. (2005): Vliv extrémní povodně v roce 2002 na rozšíření vodních makrofyt v Berounce. In: Muzeum a současnost, Roztoky, ser. natur., 20: 135–154.
- Rydlo, J. (2006): *Echinocystis lobata* podél středního Labe v roce 2006. In: Práce muzea v Kolíně, řada přírodovědná, 7: 3–6.
- Řepka, R., Maděra, P., Svátek, M., Packová, P., Koblížek, J., Koutecký, T., Dreslerová, J., Habrová, H. & Štykar, J. (2007): Inventarizace rostlinné biodiverzity jihomoravských lužních lesů. In: Říční krajina 5. Sborník příspěvků z konference. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc: 264–272.
- Schnitzler, A., Hale, B. W. & Alsum, E. (2005): Biodiversity of floodplain forests in Europe and eastern North America: a comparative study of the Rhine and Mississippi Valleys. Biodiversity and Conservation, 14: 97–111.
- Šenová, V. (2008): Sledování výskytu invazních druhů rostlin v břehové vegetaci vodních toků v povodí Ploučnice. Bakalářská práce, 112 s. + přílohy. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.
- Štěrba, O. (1997): Vybrané kapitoly z ekologie řek (Vodohospodářsko-ekologická studie). Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc, 45 s.
- Štěrba, O. (2003): Jak a proč jsme objevili říční krajinu. In: Říční krajina. Sborník příspěvků z konference, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc: 7–9.
- Townsend, P. A. (2001): Relationship between vegetation patterns and hydroperiod on the Roanoke River floodplain, North Carolina. In: Plant Ecology, 156: 43–58.
- Trenčianská, B. (2000): Rozšíření invazních druhů podél vybraných toků v Krkonoších. Diplomová práce, 115 s. Depon. in: Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.
- Višňák, R. (1997): Invazní neofyty v severní části České republiky. In: Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 32, Mater. 14: 105–115.
- Vrhovšek, D. & Korže, A. V. (2008): Ekoremediace kanaliziranih vodotokov. Limnos d. o. o. & Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Mednarodni center za sekoremediacije, Ljubljana & Maribor, 219 s.
- Vymyslický, T. (2004): Rozšíření vybraných invazních druhů rostlin na aluviích jihomoravských řek. In: Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 39: 41–62.
- Zelendová, E. (2008): Vliv geografických faktorů na výskyt invazních neofytů na povodí Střely. Diplomová práce, 73 s. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.

Příloha – Seznam latinských názvů rostlin zmiňovaných v textu

Pozn.: Latinské názvy jsou psány kurzívou, synonyma jsou uvedena v hranatých závorkách. České ekvivalenty jsou psány tučně, synonyma českých názvů jsou psána obyčejným písmem v kulaté závoře.

- Acer negundo* L. [*Negundo aceroides* Moench] = **javor jasanolistý** (javorovec jasanolistý)
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle [*A. glandulosa* Desf.] = **pajasan žláznatý**
Aster lanceolatus Willd. [*A. lanceolata*] = **hvězdnice kopinatá**
Aster novi-belgii L. = **hvězdnice novobelgická**
Aster × *salignus* Willd. [*A. novi-belgii* × *A. lanceolatus*, *A. salicifolius* Scholler] = **hvězdnice vrbovitá**
Aster versicolor Willd. = **hvězdnice různobarvá**
Bidens frondosa L. [*B. melanocarpa* Wieg.] = **dvouzubec černoplodý**
Bunias orientalis L. = **rukevník východní**
Conyza canadensis (L.) Cronquist [*Erigeron canadensis*] = **turanka kanadská** (turan kanadský)
Cytisus scoparius (L.) Link [*Sarothamnus scoparius* (L.) Koch] = **janovec metlatý**
Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray = **štětinatec laločnatý**
Elodea canadensis Michx. [*Anacharis canadensis* Planchon] = **vodní mor kanadský**
Epilobium ciliatum Rafin. [*E. adenocaulon* Hausskn.] = **vrbovka žláznatá**
Erigeron annuus (L.) Pers. [*Stenactis annua*] = **turan roční**
Erigeron annuus subsp. *annuus* = **turan roční pravý**
Erigeron annuus subsp. *septentrionalis* (Fernald et Wieg.) Wagenitz [*Stenactis septentrionalis* (Fernald et Wieg.) Holub] = **turan roční severní**
Galinsoga quadriradiata Ruiz et Pavón [*Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake, *G. urticifolia* (H. B. K.) Schrader] = **pěťour srstnatý**
Galinsoga parviflora Cav. = **pěťour malouborný** (p. malokvětý)
Geranium pyrenaicum Burm. fil. = **kakost pyrenejský**
Helianthus tuberosus L. [*H. decapetalus* auct.] = **slunečnice topinambur** (s. hlíznatá)
Heraclium mantegazzianum Sommier et Levier = **bolševník velkolepý**
Impatiens glandulifera Royle [*I. royleyi* Walpers] = **netýkavka žláznatá** (n. Royleova)
Impatiens parviflora DC. = **netýkavka malokvětá**
Juncus tenuis Willd. [*J. macer* S. F. Gray] = **sítina tenká**
Lupinus polyphyllus Lindl. = **lupina mnoholistá** (vlčí bob mnoholistý)
Lycium barbarum L. [*L. halimifolium* Mill.] = **kustovnice cizí**
Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt. = **mahonie cesmínolistá**
Oenothera biennis L. = **pupalka dvouletá**
Parthenocissus inserta (Kerner) Fritsch. [*P. quinquefolia* auct.] = **loubinec popínavý**
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planchon [*P. pubescens* (Schldl.) Graebner, *P. hirsuta* (Pursch) Graebner] = **loubinec pětिलistý** (l. pýřitý)
Pinus strobus L. = **borovice vejmutovka**
Prunus serotina Ehrh. [*Padus serotina* (Ehrh.) Borkh.] = **střemcha pozdní**
Quercus rubra L. [*Quercus borealis* Michx. fil.] = **dub červený**

Reynoutria × *bohemica* Chrtek et Chrtková [*R. japonica* var. *japonica* × *R. sachalinensis*, *Fallopia* × *bohemica* (Chrtek et Chrtková) J. P. Bailey] = **křídlatka česká**

Reynoutria sachalinensis (Friedr. Schmidt) Nakai [*Fallopia sachalinensis* (Friedr. Schmidt) Ronse Decraene, *Polygonum sachalinense* Frieder Schmidt] = **křídlatka sachalinská**

Reynoutria japonica Houtt. [*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene] = **křídlatka japonská**

Rhus hirta (L.) Sudw. [*R. typhina* L.] = **škumpa orobincová**

Robinia pseudacacia L. = **trnovník akát**

Rudbeckia laciniata L. = **třapatka dřípatá**

Rumex alpinus L. [*R. pseudoalpinus* Höfft] = **šťovík alpský**

Solidago canadensis L. = **zlatobýl kanadský** (celík kanadský)

Solidago gigantea Ait. = **zlatobýl obrovský** (celík obrovský)

Veronica filiformis Sm. = **rozrazil nitkovitý**

Veronica persica Poiret = **rozrazil perský**

Pro souhrnné označování taxonů jsou v textu používány tyto zkratky:

Aster sp. div. amer. = *Aster lanceolatus*, *A. novi-belgii*, *A. × salignus*, *A. versicolor*

Galinsoga sp. = *Galinsoga parviflora*, *G. quadriradiata*

Parthenocissus sp. = *Parthenocissus inserta*, *P. quinquefolia*

Reynoutria sp. = *Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis*, *R. × bohemica*

Solidago sp. = *Solidago canadensis*, *S. gigantea*