

# GEOMORFOLOGICKÉ A VEGETAČNÍ ZMĚNY OPUŠTĚNÉHO MEANDRU MORAVY V OBLASTI OSYPANÝCH BŘEHŮ PĚT LET PO ODŠKRCENÍ

Geomorphological and vegetation changes of the Morava River oxbow lake in the locality of Osypané Břehy five years after the cut-off

Zdeněk Máčka<sup>1</sup>, Jakub Ondruch<sup>1</sup>, Monika Michálková<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geografický ústav PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: macka@sci.muni.cz

<sup>2</sup> Katedra fyzickej geografie a geokológie PrF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; e-mail: monika.michalkova@fns.uniba.sk

(34-22 Hodonín)

**Key words:** Ox-bow lake, sediment deposition, bank profiles, vegetation succession, the Morava River

## Abstract

Ox-bow lake of the Morava River located nearby the locality of Osypané Břehy has undergone significant geomorphological transformation since the cut-off in 2006. Clearly evident is development of two alluvial plugs separating the lake from the active river channel. Maximal depth of alluvial material deposited in the ox-bow lake may reach 4.5 m locally. The slope of concave banks was reduced significantly to the value of 36°; reduction of mean bank slope has reached almost 20° since the cut-off. Vegetation succession began on newly exposed surfaces (alluvial plugs) and on surfaces that are no more disturbed by fluvial processes (steep river banks); prevailing species are willow and poplar.

## Úvod

Na dolním toku Moravy mezi obcemi Bzenec-Přívoz a Rohatec (Strážnické Pomoraví) se dochoval úsek řeky s několika volnými meandry, který se vyznačuje víceméně spontánním geomorfologickým režimem. Délka neregulovaného úseku dosahuje 12,5 km, křivolakost má hodnotu 1,35. V tomto území lze pozorovat progresivní překládání koryta spojené se změnami půdorysu meandrových smyček, včetně odškrcování meandrů. Poslední přirozené odškrčení meandru nastalo při jarní povodni v roce 2006, kdy se protrhla meandrová šíje zákrutu, který se nachází bezprostředně proti proudu od lokality Osypané břehy (obr. 1). Na tuto událost upozornili ve své práci Havlíček et al. (2008). K protržení došlo během povodně vyvolané kombinací tání sněhové pokrývky a dešťových srážek, která na vodoměrné stanici Strážnice kulminovala 29. března průtokem  $733 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (50letá povodeň) (Brázdil – Kirchner 2007). Historické změny půdorysu říční sítě Strážnického Pomoraví jsou popsány v pracích Kirchner – Nováček (1991), Grygar et al. (2009) a Brázdil et al. (2011). Kirchner – Nováček (1991) předpověděli protržení šíje tohoto meandru podle historické míry laterálního překládání koryta na rok 2002.

V současné době má odškrčený meandr podobu říčního jezera, volně napojeného oběma konci na aktivní tok, jehož hladina kolísá v závislosti na vodním stavu v řece. K napouštění vody z řeky do jezera dochází pokud vodní stav na blízké vodoměrné stanici Strážnice dosáhne 150 cm (průtok  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ); stanice se nachází 3,3 km směrem proti proudu. Za nižšího vodního stavu se voda do jezera dostává pouze průsakem nivními sedimenty, protože vtok i výtok jsou zahrazeny aluviálními zátkami. Ke vzniku zátek (částečnému zahrazení vtoku a výtoků splaveninami) došlo v podstatě již během povodně, která vedla k protržení meandru; zátky jsou dobře patrné již



Obr. 1: Šikmý letecký pohled na odškrčený meandr. Na vtoku a výtoku jsou patrné aluviální zátky (Foto J. Wenzel, 2006).

Fig. 1: Oblique aerial image of the cut-off meander. Alluvial plugs are visible in the inlet and outlet of the meander (Photo by J. Wenzel, 2006).

na leteckém snímku z podzimu roku 2006 (obr. 1). Pánev jezera se v současnosti zanáší suspendovaným materiálem vnášeným do ní za povodní a ze svahové modelace břehů, čímž dochází ke zmenšování její hloubky a mění se její tvar.

Cílem příspěvku je popsat geomorfologické a vegetační změny, které se udály od okamžiku odškrčení meandru po dnešek. Klíčovou otázkou je stanovení rychlosti a prostorové distribuce depozice povodňových sedimentů v prostoru vzniklého říčního jezera. Nejschůdnější metodou pro studium průběhu zanášení meandru jsou opakovaná batymetrická měření jezera, tvorba digitálního terénního modelu a následné porovnání tvaru jezerní pánve v několika po sobě jdoucích obdobích. Bohužel nejsou k dispozici údaje o morfologii meandru bezprostředně po odškrčení, se kterými by bylo možné srovnat stávající stav. Míra geomorfologické transformace

byla proto odvozena na základě porovnání s aktivními meandry, které se nacházejí v bezprostředním okolí. Výchozím předpokladem je, že morfologie (hloubka, šířka, podélný profil) meandru byla před odškrcením podobná morfologii meandrů Moravy v okolí. Dále byla sledována kolonizace fluvialních tvarů v odškrceném meandru vegetací (dřevinami).

**Pracovní metody**

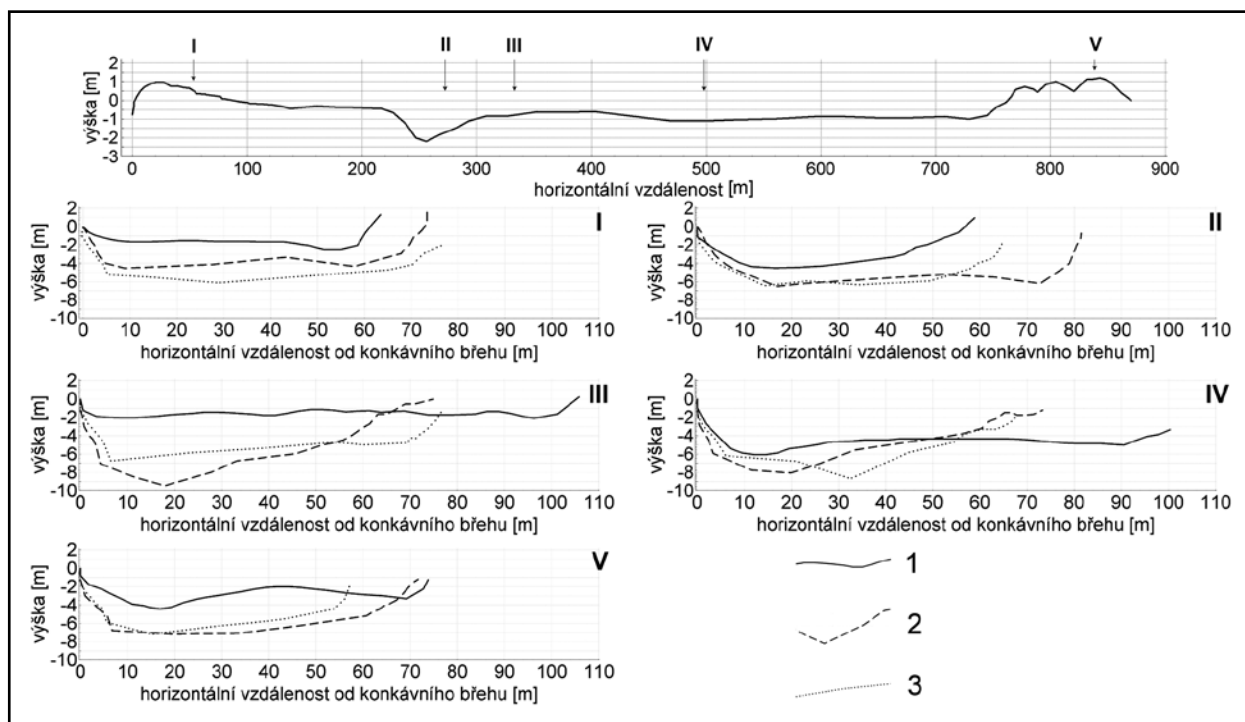
Terénní práce probíhaly v srpnu a říjnu 2010 a v lednu a únoru 2011. Morfologie dna meandru byla zachycena pomocí digitálního terénního modelu vytvořeného na základě měření diferenční GPS Leica Viva GNSS CS 15. Vzhledem k tomu, že část meandru je již zarostlá náletem vrb a topolů, které stíní signál pro GPS, byl použit rovněž nivelační přístroj a měrná lať se sklonoměrem. Z geodetických měření byl odvozen podélný profil a pět příčných profilů rozložených podél meandrové smyčky. Pro porovnání příčných profilů odškrceného meandru s profily na aktivním toku bylo zaměřeno vždy pět příčných profilů na dvou referenčních meandrech pomocí sonaru Lowrance Elite-5. První referenční meandr se nachází proti proudu, jeho půdorysný tvar je sice odlišný od odškrceného meandru, ale jeho konkávní břeh je také budovaný povodňovými hlínami. Jako druhý referenční meandr posloužil zákrut Osypaných břehů, který má stejný půdorysný tvar vyznačující se zploštěním ve vrcholové části. Meandr Osypané břehy se však liší v tom, že část jeho konkávního břehu tvoří vysoká nátrž v písčné duně. Výška meandrového

oblouku je v případě prvního referenčního meandru 240 m, u odškrceného meandru 315 m a u druhého referenčního meandru (Osypané břehy) 340 m.

Břehové profily na konkávních odškrceného a aktivního (referenčního) meandru byly zaměřeny měrnou láť a sklonoměrem. Za účelem zachycení geomorfologické změny konkávního břehu byl pak testován rozdíl ve sklonu břehových profilů u obou meandrů. Referenční meandr se nachází bezprostředně po proudu za meandrem Osypané břehy. Dále bylo provedeno v odškrceném meandru a jeho blízkém okolí mapování vegetačních jednotek. Mapování vycházelo z fyziognomie porostů a bylo založeno především na zastoupení dominantních druhů dřevin, stáří porostu a vztahu k fluvialním tvarům. Pro vybrané vegetační jednotky byly ve čtvercích o ploše 25 m<sup>2</sup> zaměřeny výčetní tloušťky všech dřevin, změřena průměrná výška porostu a vypočtena porostní hustota. Z kmene nejstarších dřevin (s největšími výčetními tloušťkami) byla pomocí přírůstkového vrtáku odebrána jádra, na kterých byly počítány letokruhy. To umožnilo stanovit maximální stáří porostu a časově zařadit počátky sukcese dřevin na nově obnažených površích v meandru. Dendrochronologické datování bylo provedeno v mladých porostech na zarůstajících březích a aluviálních zátkách.

**Geomorfologické změny**

Při odškrcení meandru v březnu 2006 došlo ke zkrácení aktivního koryta Moravy o 880 m. Šířka koryta Moravy se v tomto území pohybuje nejčastěji v rozmezí od 60



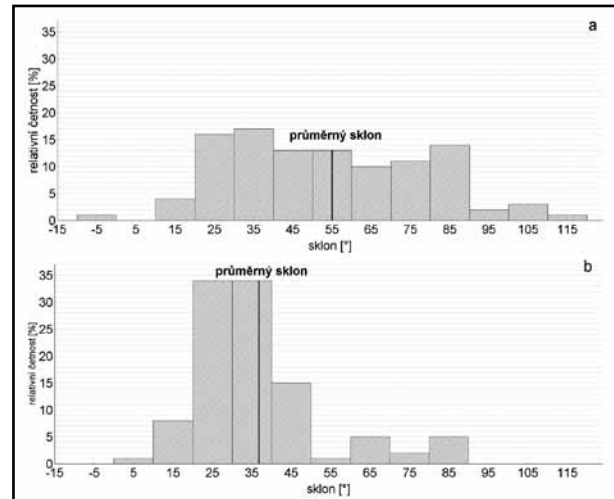
Obr. 2: Podélný profil a příčné profily odškrceným meandrem. Z profilů je možné si udělat představu o mocnosti a prostorové distribuci sedimentů nanesených do říčního jezera po odškrcení. Legenda: 1 – příčný profil odškrceným meandrem; 2 – příčný profil referenčním meandrem č. 1; 3 – příčný profil referenčním meandrem č. 2.

Fig. 2: Longitudinal profile and cross-sections through the ox-bow lake. Profiles may be used for estimate of the depth and spatial distribution of sediments deposited after the cut-off. Legends: 1 – cross-section of the cut-off meander; 2 – cross-section of the reference meander no. 1; 3 – cross-section of the reference meander no. 2.

do 80 m. Na obrázku 2 je znázorněn podélný profil odškrnceným meandrem a porovnání příčných profilů odškrnceného a dvou aktivních meandrů. Na podélném profilu jsou dobře patrné aluviální zátky ve vtokové a výtokové části. Zátka se zformovaly již během roku 2006 a v témže roce započala jejich kolonizace dřevinami (obr. 1 a 5). Zátka na vtoku má dnes délku cca 230 m, zátka na výtoku je kratší, její délka dosahuje pouze cca 120 m. Zátka dnes zaujímají cca 22,5 % plochy dna meandru. Bezprostředně za vtokovou zátka následuje nejhlubší místo jezera. Půdorysný tvar meandru dosáhl před odškrncením pokročilého stupně vývoje, kdy se v jeho vrcholové části vyvinul přímý segment koryta. Z tohoto důvodu meandr postrádal tůň ve vrcholové části a nejhlubší místa (tůň) byla posunuta do ohybů (rohů) zákrutu blíže inflexním bodům. Jedna z tůň je dosud zachována jako nejhlubší místo za vtokovou zátka, druhá, ve výstupní větvi meandru, již byla vyplněna sedimenty. Výškový rozdíl dna mezi nejhlubším místem a povrchem vyšší, výtokové zátka je cca 3,5 m. Existence zátka jak na vtoku, tak na výtoku indikuje, že voda za povodní natéká do meandru z obou stran. Úhel, který svírá aktivní koryto s nátokem do meandru je pouze 24°. To podporuje vřhání vody do vtokové části meandru za povodní a projevuje se tím, že zátka na vtoku je výrazně delší než výtoková zátka.

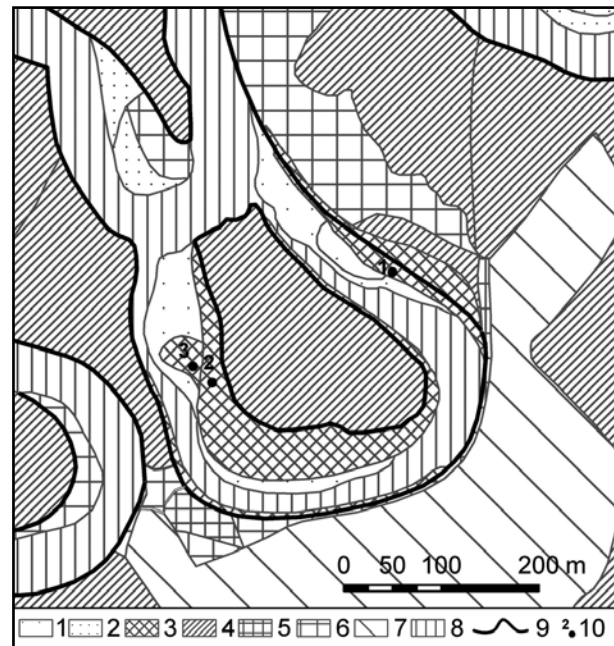
Příčné profily byly situovány ve víceméně rovnoměrných rozestupech podél meandrové smyčky (2 v inflexních bodech, 1 na vrcholu a 2 mezi vrcholem a inflexními body). Porovnáním hloubek mezi aktivními meandry a odškrnceným meandrem je zhruba možné odhadnout mocnost sedimentů akumulovaných od roku 2006. Aluviální zátka jsou vyvinuty zhruba v inflexních bodech meandru. Inflexní body meandrů se obecně vyznačují přítomností mělkého, brodového úseku, vrcholy meandrů zase přítomností tůň. Z komparace příčných profilů položených na inflexních bodech vyplývá, že maximální mocnost sedimentů se nejspíše pohybuje v intervalu 2,5 až 4,5 m na vstupní zátka a 3,5 až 4,5 m na výstupní. V profilu situovaném ve vrcholu meandru leží odhadovaná maximální mocnost nanesených sedimentů v intervalu 2,5 až 4 m. Odhadované maximální mocnosti nanesených sedimentů v prostoru mezi inflexními body a vrcholem (rozích) dosahují ve vstupní větvi 2 m, ve výstupní větvi pak 2,5 až 4 m. Uvedené mocnosti představují maximální předpokládané hodnoty, průměrná hodnota mocnosti nanesených sedimentů je menší.

Další změnou, která probíhá na odškrnceném meandru, je transformace morfologie břehů, ke které dochází v důsledku změny režimu geomorfologických procesů. V době, kdy byl meandr trvale protékán, docházelo k podkopávání konkávního břehu boční erozí a jeho opakovanému zpříkřování. Po ukončení průtočnosti svahová modelace zmenšuje sklon břehového svahu, břeh ustupuje a materiál břehu je snášen na dno meandru. Dále dochází ke změnám konvexního (jesepního) břehu, kde pokračuje jeho vývoj podobným způsobem jako před odškrncením. Jesepní břeh dále narůstá v důsledku přínosu plavenin za povodní a prograduje směrem do středu koryta. V důsledku toho se koryto zužuje, protože protilehlý výsepní břeh již není posouván břehovou erozí. Původní laterální akreci jesepního břehu tedy po odškrncení vystřídala



Obr. 3: Rozdělení četností sklonu břehu na konkávních (nárazových) březích aktivního meandru (a) a odškrnceného meandru (b). Záporné sklony označují břehové segmenty s protisklonem, sklony větší než 90° označují převislé břehové segmenty.

Fig. 3: Relative frequency of bank gradient along the concave banks of an active (a) and cut-off meander (b). Negative gradient designates the bank segment with reversal bank dip, gradient exceeding 90° designates overhanging bank segments.



Obr. 4: Schematizovaná mapa biotopů, které se nacházejí v prostoru odškrnceného meandru a v jeho okolí. Legenda: 1 – bahnitě říční náplav, 2 – bylinné porosty zaplavovaných jesepních lavic, 3 – vrbové křoviny hlinitých a písčitých náplavů, 4 – měkké luhy nížinných řek, 5 – křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy, 6 – ruderální bylinná vegetace mimo sídla, 7 – trvalé zemědělské kultury, 8 – vodní plochy, 9 – břehová hrana, 10 – místo měření porostních hustot.

Fig. 4: Schematic map of habitats which are present in the area of cut-off meander and its surroundings. Legend: 1 – muddy fluvial sediments, 2 – herbaceous vegetation of frequently inundated point bars, 3 – willow shrubs on muddy and sandy sediments, 4 – soft floodplain forest of lowland rivers, 5 – shrubs with ruderal and alien species, 6 – ruderal herbaceous vegetation out of settlements, 7 – permanent agricultural land, 8 – water bodies, 9 – bank line, 10 – location of tree density measurements.

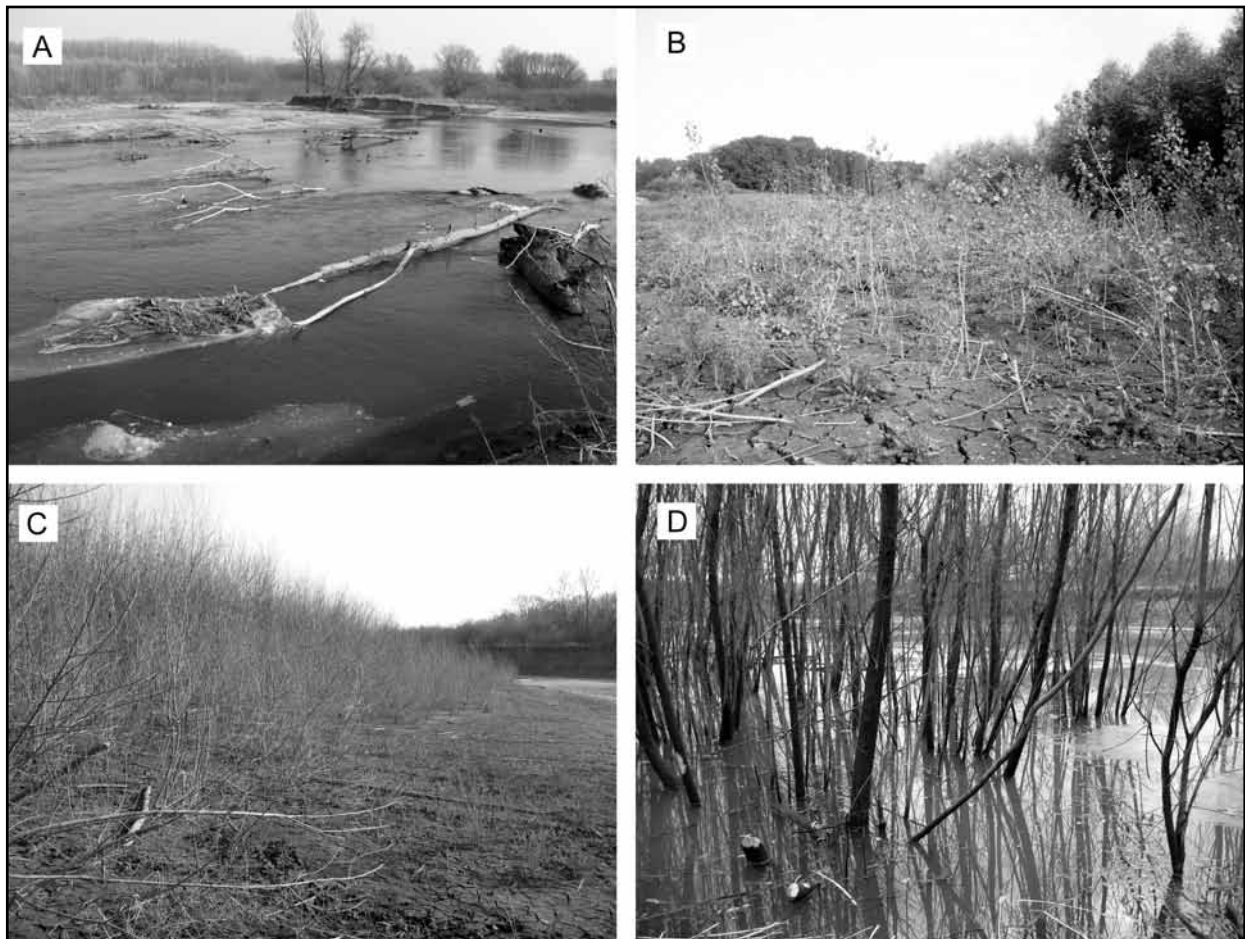
vertikální akrece. Pro postižení míry geomorfologické transformace konkávního břehu v době po odškrčení byly porovnány sklony břehu odškrčeného meandru s aktivním meandrem situovaným po proudu od meandru Osypané břehy. Průměrné sklony konkávních břehů odškrčeného a referenčního meandru byly vypočítány ze 105 naměřených hodnot.

Při pohledu na rozdělení četností sklonu břehu je patrné, že za pět let po odškrčení došlo ke snížení průměrného sklonu konkávního břehu přibližně z 55° na 36° (obr. 3). Z histogramů je rovněž zřetelně patrné, že hodnoty sklonu břehu mají u aktivního meandru zhruba o 1/3 větší rozptyl než u odškrčeného meandru. Rozdíl ve sklonu odškrčeného a referenčního meandru je statisticky významný (Mann-Whitneyův test,  $p < 0,01$ ). U odškrčeného meandru dochází postupně ke zmenšování variability sklonu s tím, jak se sklon břehového svahu přibližuje úhlu vnitřního tření břehového materiálu. Rozptyl hodnot je větší u aktivních meandrů, protože boční erozí disturbované

břehy zpravidla mají jak kolmé a převísle segmenty, tak segmenty s malým sklonem vázané na úpatní akumulace nátržových sesuvů. Úpatní akumulace sesuvů mají běžně i protiklonné segmenty.

#### Sukcese dřevinné vegetace

Změna geomorfologického režimu po odškrčení znamenala rovněž změněné podmínky pro sukcesi dřevinné vegetace. Především ustaly disturbance některých geomorfologických procesů – boční eroze na konkávním břehu, laterální akrece hrubozrnnějších splavenin na konvexním břehu – které znemožňovaly nástup dřevin. Dále vznikly některé nové relativně stabilní povrchy. Mezi stanoviště nově kolonizovaná dřevinnou vegetací patří: břehové nátrže konkávních i přímých břehů, jesešní lavičky, povrch aluviálních zátek. Obrázek 4 znázorňuje prostorové rozšíření jednotlivých typů biotopů v prostoru říčního jezera a jeho nejbližšího okolí; nomenklatura biotopů vychází z práce Chytrý et al. (2001). Břehové nátrže jsou



Obr. 5: Geomorfologické a vegetační prvky v prostoru odškrčeného meandru. A – po odškrčení meandru se v prostoru původní šíje vyvíjí nový zákрут, patrný je novotvořený jeseš, stromy v korytě pocházejí z akcelerované břehové eroze, B – povrch vtokové aluviální zátky je kolonizován rozvolněným porostem topolů, C – jesešní břeh odškrčeného meandru přirůstá směrem do středu koryta v důsledku přínosu plavenin za povodní, nově vznikající kalový povrch je rychle kolonizován vrbami, D – zaplavená vrbina, která přesahuje ze břehu na povrch vtokové zátky, sukcesi dřevin částečně brzdí kácivá činnost bobra.

Fig. 5: Geomorphological and vegetation features of the ox-bow lake. A – new meander neck, new point bar is clearly visible, trees in the channel comes from the accelerated bank erosion, B – surface of the alluvial plug is colonized by poplars, C – point bar of the cut-off meander grows towards the channel due to sedimentation of muddy sediments, muddy surfaces are rapidly colonized by willows, D – flooded willow stand which extends from bank to the surface of the alluvial plug, succession of trees is partly inhibited by beaver herbivory.

dnes zarostlé rozvolněným nebo souvislým porostem vrb. Ke kolonizaci nátrží přispělo i zmírnění jejich sklonu svahovou modelací v době po odškrčení, zcela zmizely převísle segmenty břehů. Jesepní břeh zarůstá vrbovým porostem, který se rychle rozšiřuje na nové kalové povrchy s tím, jak se jesep rozrůstá depozicí povodňových plavenin. Rozrůstání vrbového porostu směrem do jezera je dobře patrné i podle výšky porostu; výška (stáří) dřevin se zmenšuje směrem do koryta na nedávno obnaženém povrchu (obr. 5).

Sukcese dřevin nastala také na povrchu aluviálních zátek. Na vstupní zátce se vytvořil rozvolněný topolový porost, na výstupní zátce vznikl více zapojený vrbový porost. Nejvyšší část povrchu zátek je bez dřevinné vegetace s dominancí rdesna obojživelného (*Persicaria amphibia*) s příměsí laskavce ohnutého (*Amaranthus retroflexus*). Sukcese dřevin probíhá v nižších částech zátek, v prostoru který má poměrně vysokou frekvenci zaplavování. Synuzii podrostu tvoří na zátkách v porostech dřevin několik litorálních druhů bylin (většinou r-stratégové); jedná se např. o merlík celokrajný (*Chenopodium integrifolium*), vrbinu obecnou (*Lysimachia vulgaris*), dvouzubec trojdílný (*Bidens tripartita*), pryskyřník zlatožlutý (*Ranunculus auricomus*), protěž bažinnou (*Gnaphalium uliginosum*), karbincev evropský (*Lycopus europeaus*), řeřišnici bahenní (*Cardamine dentata*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), rukev obojživelnou (*Rorripa amphibia*), rozrazil potoční (*Veronica baccabunga*) a jednoho blíže neurčeného zástupce rodu sítina (*Juncus* spp.). Dřeviny kolonizují zátky v obou případech na straně odvrácené od aktivního koryta Moravy, ve více chráněné zóně přiléhající k říčnímu jezeru.

Porostní hustoty byly zjišťovány na třech plochách: zapojený vrbový porost na rozhraní vtokové zátky a levého břehu (plocha 1), zapojený vrbový porost v koncové části jesepního břehu (plocha 2), vrbový porost na výstupní zátce (plocha 3) (obr. 4). Na ploše 1 bylo zaznamenáno 2,4 jedinců vrby na 1 m<sup>2</sup>, průměrná výčetní tloušťka dosahovala hodnoty 25 mm, maximální zaznamenaná výčetní tloušťka byla 118 mm. Dendrochronologické datování naznačuje, že jedinci s výčetní tloušťkou více než 90 mm začali růst již v roce 2006. Na ploše 1 (25 m<sup>2</sup>) se vyskytují pouze dva jedinci přesahující tuto tloušťku. Na ploše 2 bylo zaznamenáno 2,6 jedinců vrby na 1 m<sup>2</sup>, průměrná výčetní tloušťka dosahovala hodnoty 17 mm, maximální zaznamenaná výčetní tloušťka byla 157 mm. Na ploše 3 byl zaznamenán 1 jedinec vrby na 1 m<sup>2</sup>, průměrná vý-

četní tloušťka dosahovala hodnoty 32 mm, maximální zaznamenaná výčetní tloušťka byla 95 mm. Významným činitelem ovlivňujícím dynamiku sukcese dřevin je také kácivá činnost bobra; zejména bylo významně potlačeno odrůstání topolů na vtokové zátce. Z dendrochronologického datování vyplývá, že kolonizace břehů a aluviálních zátek vrbami a topoly nastala téměř okamžitě již v roce 2006. Nejstarší dřeviny se nachází na březích a na výtokové aluviální zátce. Největší soubor datovaných dřevin pochází z topolového porostu na vtokové zátce, která byla kolonizována dřevinami o něco později. Datováno zde bylo celkem 30 topolů; tři jedinci vyklíčili v roce 2007, shodně po devíti jedincích pak v letech 2008, 2009 a 2010.

### Závěr

Odškrčený meandr Moravy v blízkosti lokality Osypané břehy v oblasti Strážnického Pomoraví prodělal za pět let po odškrčení značné morfologické i vegetační změny. Vzniklé říční jezero je dosud napojeno na aktivní tok a prochází fází poměrně rychlého zanášení suspendovaným materiálem (plaveninami), který se do jezera dostává za vyšších vodních stavů na aktivním toku. Povrchová hydraulická spojitost jezera s řekou nastává již od průtoku cca 40 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, nicméně s výjimkou větších povodní je cirkulace vody v jezeře velmi pomalá. Maximální mocnost sedimentární výplně jezera byla odhadnuta pomocí batymetrie na základě analogie s meandry v okolí. V prostoru aluviálních zátek na vtoku a výtoku se mocnost sedimentů nejspíše pohybuje v rozmezí 2,5 až 4,5 m, na vrcholu meandru pak může dosahovat 4 m. Nově obnažené povrchy (aluviální zátky, původní dno koryta) a povrchy, které přestaly být disturbovány fluviálními procesy (břehy), byly kolonizovány porosty vrb a topolů. Největší rozvoj vrbových porostů nastal na jesepní lavici, která se nadále rozšiřuje sedimentací plavenin za povodní.

### Poděkování

Za GPS zaměření dna odškrčeného meandru děkujeme Andrejovi Škrinárovi (Slovenská technická univerzita, Bratislava). Za determinaci rostlinných druhů děkujeme Libuši Vodové (Masarykova univerzita, Brno). Příspěvek byl zpracován za finančního přispění Grantové agentury AV ČR (projekt „Vztahy mezi klimatem, antropogenní činností a erozí krajiny zaznamenané v přírodních archivech Strážnického Pomoraví (ČR)“, č. IAAX00130801) a Grantové agentury ČR (projekt „Environmentální význam mrtvého dřeva v říčních ekosystémech“, č. 205/08/0926).

### Literatura

- Brázdil, R. – Kirchner, K. (eds) (2007): Vybrané přírodní extrémny a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku. – MU, ČHMÚ, Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., Brno, Praha, Ostrava, 1–431.
- Brázdil, R. – Máčka, Z. – Řezníčková, L. – Soukalová, E. – Dobrovolný, P. – Grygar, T. (v tisku): Floods and floodplain changes of the River Morava, the Strážnické Pomoraví region (Czech Republic) over the past 130 years. – *Hydrological Sciences Journal*.
- Grygar, T. – Světlík, I. – Lisá, L. – Koptíková, L. – Bajer, A. – Wray, D. S. – Ettler, V. – Mihaljevič, M. – Nováková, T. – Koubková, M. – Novák, J. – Máčka, Z. – Smetana, M. (2009): Geochemical tools for the stratigraphic correlation of floodplain deposits of the Morava River in Strážnické Pomoraví, Czech Republic from last millennium. – *Catena*, 80, 106–121.
- Havlíček, P. – Kučera, Z. – Vachek, M. (2008): Přírodní park Strážnické Pomoraví: Osypané břehy – zkrácení toku. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2007*, 91–92.
- Chytrý, M. – Kučera, T. – Kočí, M. (eds.) (2001): Katalog biotopů České republiky. AOPK, Brno, 1–304.
- Kirchner, K. – Nováček, V. (1991): Hodnocení fyzickogeografických poměrů údolní nivy Moravy u Strážnice. – *Geografický ústav ČSAV, Brno, Geografie – teorie a výzkum*, 13, 1–32.