



1. Letecký snímek meandrujícího úseku Moravy v rezervaci Osypané břehy. Snímek © Zdeněk Kučera.

Přírodní archiv řeky Moravy

Jak se říční niva stávala neobyvatelnou řeky

**TOMÁŠ GRYGAR
JAROSLAV KADLEC**

Voda, substance nezbytná pro existenci života na Zemi, se vyskytuje na povrchu naší planety v různých podobách. Jednou z nich je proudící voda v řekách a potocích. Představuje sice méně než půl procenta veškerých vodních zásob na Zemi, ale energie skrytá ve vod-

ních tocích rozhodujícím způsobem ovlivňuje i modelování zemského povrchu. Proudící voda na jedné straně eroduje horniny zemské kůry a jinde zase materiál ukládá. V prehistorii i historii bylo velmi plodné soužití člověka s řekami, které odedávna sloužily nejen jako zdroj obživy a jako dopravní tepny, ale také plnily strategickou funkci, protože říční koryta a opuštěné meandry mohou být snadno využity jako součást obranných systémů. Na druhé straně energie vody, znásobená při anomálních povodňových událostech, způsobuje čas od času katastrofální škody nejen materiální, ale i psychické.

RNDr. Tomáš Grygar, CSc., (*1964) studoval analytickou chemii na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. Pracuje (jak sám uvádí s radostí a hrdostí) v analytickém oddělení Ústavu anorganické chemie AV ČR, v. v. i., v krásném místě vltavského kaňonu zvaném Řež u Prahy. Jeho disertace měla téma elektrochemická analýza oxidů přechodných kovů a této tematice zůstal věrný. V poslední době se věnuje hlavně oxidům železitým v přírodním prostředí i v materiálových aplikacích. Od začátku vědecké práce v Řeži tíhne k analytice sedimentárních archivů. Pro chemika to je výzva jak pokud jde o obecný význam, tak složitost problematiky. Má rád jízdu na kole, řezané pivo a debaty s lidmi, kteří něčemu rozumějí.

RNDr. Jaroslav Kadlec, Dr., (*1961) studoval geologii na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. Doktorskou práci zabil na říční sedimenty v jeskynních systémech kolem Macochy v Moravském krasu. V paleomagnetické laboratoři Geologického ústavu AV ČR, v. v. i., se věnuje využití magnetických minerálů pro rekonstrukce paleoprostředí ve čtvrtohorách. V této disciplíně se zdokonaloval také během postdoktorandského stipendia na Michiganské technice. Po období výzkumu podzemních řek se autor nedávno vypořádal na povrch a věnuje se jak říčním, tak jezerním archivům. V rámci zahraničních výzkumných projektů studoval i archiv jezera Bajkal. Jeskyním přesto zůstává věrný, zvláště pokud jde o možnost se v nich na čas ukrýt před shonem dnešního uspěchaného světa.

Od raného středověku

Jihomoravské řeky a jejich okolí jsou intenzivně využívány od raného středověku. Řada slovanských hradišť byla vystavěna přímo v nivách Moravy a Dyje, na ostrovech či vyvýšených písčinných dunách obkroužených říčními koryty a opuštěnými meandry.



Hradiště byla obývána od 7. století a rozrůstala se až do doby Velké Moravy. V nivě Moravy se nacházela dvě z největších center Velkomoravské říše – jedno u Mikulčic, druhé ve Starém Městě u Uherského Hradiště. Archeologické výzkumy Starého Města ve třicátých letech minulého století odhalily, že kulturní vrstva z období Velké Moravy je překryta povodňovými sedimenty mocnými 2–3 m, někdy i více. Obdobná situace je v Mikulčicích, kde byla hradiště chráněna říčními koryty hlubokými až 4 m. Tato koryta byla v období po pádu Velké Moravy vyplněna písky, jež řeka uložila během povodní. První badatelé, kteří tyto skutečnosti odhalili, si pochopitelně kladli otázky typu: Co bylo příčinou a co následkem této situace – přírodní, nebo lidský vliv? Byli lidé žijící v blízkosti středověké Moravy pasivními svědky změny aktivity řeky, nebo k ní aktivně přispívali? Jak se řeka chovala během staletí následujících po pádu Velké Moravy?

První teorie obvykle přisuzovaly vinu člověku jako původci rozsáhlého kácení lesů, které mohlo být příčinou destabilizace břehů řeky a snížení retenčních schopností v povodí. Odlesněná krajina pak mnohem hůře odolávala vodní erozi. Následkem toho se větší množství erodovaného materiálu dostávalo do říčního systému a část sedimentů se pak při povodních ukládala v říční nivě. Za takové situace, kdy zrychleným tempem narůstá mocnost sedimentů, dochází častěji k přeložení (avulzi) říčního rokyta. Zastáncem takové představy byl v osmdesátých letech

především botanik Emanuel Opravil, který předpokládal, že se v důsledku povodní a celkového zvýšení hladiny podzemní vody v nivách kompletně změnila skladba lužních lesů z původního společenstva dub-habr-buk-jasan-jilm na topol-olše-vrba.

V době obav z intenzivního zemědělství v druhé polovině minulého století se podobná odpověď přímo nabízela. Jednoduché odpovědi ale ne vždy vystihují složitou realitu. Otázka, do jaké míry ovlivňuje lidské hospodaření v krajině přírodu, a nebo naopak jak globální klimatické změny řídí činnost člověka, je totiž dost ožehavá. Navíc dnes zní tato otázka snad ještě aktuálněji než před třiceti roky – kladou si ji už nejen regionální badatelé, ale především specialisté na disciplínu zvanou *global change*, a není výjimkou,

2. V některých nárazových březích se řeka zakusuje do nivy až půl metru ročně, takže jsou k dispozici poměrně čerstvé vzorky starých sedimentů. Snímek © Tomáš Grygar.

DATOVÁNÍ SEDIMENTŮ

K datování říčních sedimentů se nejvíce užívá metoda založená na měření zbytkové koncentrace nestabilního izotopu uhlíku ^{14}C za předpokladu, že v dané době se do vzorku zabudoval uhlík, který byl v rovnováze s atmosférickým CO_2 . Bohužel v posledních třech stoletích, kdy kolísá jak sluneční aktivita, tak globální koloběh uhlíku na Zemi, nedává metoda jednoznačný výsledek. Nejvíce se na tom podepsalo Maunderovo minimum sluneční aktivity od roku 1650. Pokud se tedy mají datovat sedimenty posledních deseti let nebo asi sta let, je třeba použít jinou metodu. K odhadu, jestli se povrch vrstvy sedimentu uložil v moderní době, se dá využít analýza obsahu ^{137}Cs , jehož koncentrace v atmosféře velmi radikálně vzrostla po havárii jaderné elektrárny v Černobylu. V moderní průmyslové době se také začaly využívat chemikálie, do té doby v přírodě nevídané, např. DDT nebo PCB. Využívání přísady tetraethylolova jako antidektonační přísady do motorového benzínu změnilo lokálně izotopické signatury Pb. Všechny tyto metody ve Strážnickém Pomoraví ukázaly, jak mocná je vrstva sedimentů ukládaná od industrializace po nejnovější dobu.



3. Ukázka více než pětmetrového profilu s povodňovými hlinami řeky Moravy ve Strážnickém Pomoraví s litologickým profilem a radiokarbonovým datováním uhlíků, větví a organické slatiny. V profilu se střídají vrstvy písku (žlutě), písčitého prachu (hnědě), jílu (šedě) a slatiny (tmavě šedě) s černými fragmenty stromů. Proměnlivá šířka jednotlivých vrstev ukazuje, o jaký typ sedimentu jde (jíla až písčité štěrky). Snímek © Jaroslav Kadlec.

že se o odpověď stále častěji pokoušejí také ekonomové a politici. Dokonce i specialisté se mohou přit to, zda jde o otázku přírodovědnou, technickou, nebo ekonomickou.

Klíč k vlivu velkomoravského člověka

Některé odpovědi na zmíněné otázky jsou uloženy právě v sedimentech řeky Moravy. Studium tohoto přírodního archivu jsme schopni získávat informace o chování říční

ho systému v minulosti a rekonstruovat tak historii vztahů mezi řekou, klimatem a člověkem. Ve Strážnickém Pomoraví lze nalézt jeden z posledních úseků toku Moravy, kde nebylo koryto řeky regulováno. Za nízkých vodních stavů zde bývají v březích říčního koryta odkryta souvrství povodňových sedimentů mocná až 5 m. Na některých místech vyčnívají z břehů kmeny stromů obnažené říční erozí. Většinou jde o duby, které rostly v lužním lese kolem řeky. Radiouhlíkové stáří těchto rostlinných makrozbytků se pohybuje od tisíců let až do několika století.

Kromě fragmentů stromů lze v povodňových sedimentech najít také drobné uhlíky z období intenzivního žďáření lesů v povodí Moravy během posledního tisíciletí. Také tyto drobné rostlinné zbytky lze datovat pomocí radioaktivního izotopu uhlíku (viz rámeček „Datování sedimentů“). Stopy přítomnosti člověka ve Strážnickém Pomoraví dokládají ojedinělé nálezy zbytků dřevěných konstrukcí (snad šlo o mola či hatě) starých 700 let, na kterých se později uložily vrstvy povodňových sedimentů mocné až několik metrů. Meandrující řeky ale neukládají materiál na plochu rovnoměrně, takže například k odhadu dlouhodobých sedimentačních rychlostí je třeba velké opatrnosti. Podařilo se nám ale najít několik profilů, které jsou k tomuto odhadu spolehlivě použitelné, a ty časově pokrývají rozmezí posledního tisíciletí.

ZVRATY V CHOVÁNÍ ŘÍČNÍCH SYSTÉMŮ

V posledních letech se objevila řada prací shrnujících vývoj evropských a severoamerických řek. Většinou zahrnují statistické zpracování stovek radiouhlíkových dat velkých změn ve vývoji jednotlivých řek, což jsou výsledky často i několika desetiletí systematické práce regionálních badatelů. Ukazuje se, že zvraty v chování říčních systémů probíhaly v cyklech s periodou v řádu staletí až prvních tisíciletí, často bez zjevné souvislosti s rozvojem lidských společností a změnami ve využívání krajiny. Možné příčiny mohou být dvě: více či méně nahodilá autocykličnost vývoje říčních systémů nebo projev klimatických cyklů s periodou zhruba jednoho tisíciletí. Tyto cykly popsal Bond nejprve pro chladná období v rámci posledního glaciálu a později i pro období holocénu. Záznamy nebo projevy těchto klimatických cyklů dnes intenzivně hledají nejen zastánci hypotézy přirozených příčin probíhajícího globálního oteplování, ale i vědci, kteří studují podstatně delší klimatickou historii, než kam sahají historické řady měření teplot.

Některá slovanská hradiště, vybudovaná v nivách moravských řek od 7. do 9. století, byla osídlena až do 11. století (např. Spytihněv, Staré Město, Uherské Hradiště). Tato skutečnost nasvědčuje tomu, že povodně nebyly v té době častým jevem. Ani boční eroze a zvětšování říčních meandrů tedy nemohly být v té době nijak rychlé. Jedno z možných vysvětlení je, že řeka v té době měla podobu rozvětveného (anastomozujícího) toku, pro který jsou typická poměrně úzká koryta s břehy stabilními po dlouhá časová období. Dnes takto vypadá například úsek řeky Moravy v Lito­velském Pomoraví severozápadně od Olomouce. Intenzivní kácení lužních lesů, které začalo v době Velké Moravy, mohlo nastartovat změnu chování říčního systému, během níž se začíná více uplatňovat boční eroze a z řeky se postupně stává meandrující tok.

Podobné situace jsou známy ze zalesněných oblastí Nového světa z doby po příchodu evropských osadníků a nástupu intenzivního zemědělství. Že je tato možnost reálná i na Moravě, naznačují písky pod povodňovými jílovitými sedimenty v profilech ve Strážnickém Pomoraví. Písková vrstva zde obsahuje množství fragmentů dubových kmenů a větví, jejichž stáří se pohybuje od několika tisíc let až po nejmladší stromy, které rostly podél řeky v době Velké Moravy. A zde je možná klíč k zodpovězení otázky, jaký vliv měl velkomoravský člověk na chování říčního systému. Právě v době Velké Moravy pravděpodobně končilo období relativní stability rozvětveného říčního systému a řeka začala meandrovat. Vodní eroze přepracovala a zčásti odnesla podstatnou část starších říčních naplavenin. Kmeny stromů, které byly pohřbeny ve starších holocenních povodňových sedimentech, přitom napadaly společně se stromy rostoucími v okolí řeky do nově vznikající písčité vrstvy, jež se ukládala na dně meandrujícího koryta v době Velké Moravy.

Viníkem nemusí být jen člověk

Až sem to vypadá, že hlavním viníkem dramatu je člověk. Druhým důležitým faktem, který je dnes už potvrzen mnoha paleoklimatickými a geomorfologickými studiemi, však byla klimatická změna a s ní spojený přirozený vzrůst říční aktivity přibližně v 10. století. Ten je doložen i z dalších zemí střední a východní Evropy. Mechanismus této změny je předmětem studia: mohlo jít o zvýšení průměrných srážek, nebo jen o jejich jiné sezonní rozdělení. V každém případě ale následovala zvýšená četnost a intenzita povodní a nevyhnutelně i větší boční eroze říčních toků. Klimatické podmínky byly společně s negativním zásahem člověka pravděpodob-

4. Nahoře: Niva kolem neregulované řeky nese informace o jejím chování v minulosti ale navíc má i svůj osobitý půvab. Snímek © Tomáš Grygar.
5. Uprostřed: I bobři se snaží po svém ovlivnit charakter říčních břehů. Snímek © Tomáš Grygar.
6. Dole: Návrat života po jarní povodni v roce 2006. Snímek © Jaroslav Kadlec.





7. Nárazový břeh s obnaženými pozůstatky kůlové stavby ze středověku (vlevo). Nad nimi je dnes několikametrová vrstva pozdně středověkých a novověkých povodňových hlín. Snímek © Jaroslav Kadlec.


nou příčinou toho, že se od 11. století niva Moravy v Dolnomoravském úvalu postupně stávala neobyvatelnou (viz rámeček „Zvraty v chování říčních systémů“). Lidé opouštěli stará hradištní místa a nové obranné objekty vznikaly ve vyšších pozicích nad zaplavovanou říční nivou.

Jak se tedy na vývoji jihomoravské krajiny v okolí řeky podílel člověk a jak změny klimatu? Řešení této otázky vyžaduje spolupráci geofyziků, sedimentologů, mineralogů, geomorfologů, paleobotaniků i archeologů.

Naše mineralogická a geochemická studium povodňových sedimentů Moravy ve Strážnickém Pomoraví odhalilo rozdíly v povodňové sedimentaci v průběhu středověkého klimatického optima (zhruba od 9. do 11. století) a během malé doby ledové (od 16. do 19. století). Během středověku se v nivě ukládaly převážně jílovité sedimenty, související s erozí půdy z nově vzniklých zemědělsky obdělávaných ploch. Se zhoršením klimatu v malé době ledové výrazně vzrostla síla povodní, které do nivy přinášely písčité materiály ze starších říčních akumulací.

Hluboká orba na polích v povodí Moravy obnažila pleistocenní spraše, které jsou zdrojem prachovitých sedimentů ukládaných v nivě během posledních staletí. Koryto řeky v té době intenzivně meandrovalo. V tomto období hospodaření v nivě a klimatické změny hrály srovnatelnou roli. Rychlost ukládá-

ní povodňových sedimentů výrazně vzrostla v druhé polovině 20. století, kdy po kolektivizaci vznikaly v povodí Moravy extrémně rozlehlé plochy polí, které nebyly ničím chráněny před erozí. Podstatně též vzrostl podíl regulovaných koryt proti proudu řeky nad Strážnickým Pomoravím. Do říčního systému tak vstupovalo více erodovaného materiálu, který byl rychleji odnášen a ukládal se v neregulovaných úsecích toku. Toto období se sice kryje s nástupem moderního globálního oteplování, ale zdá se, že teprve od té doby ve Strážnickém Pomoraví vliv člověka výrazně převládá.

Niva řeky Moravy ale ještě stále skrývá mnoho cenných informací, které čekají na odhalení: například jak se řeka chovala před rozšířením zemědělství a v době těsně před Velkou Moravou. 

K DALŠÍMU ČTENÍ

- Opravil E.: Údolní niva v době hradištní, Academia, Praha 1983
- Macklin M. G. et al.: Past hydrological events reflected in the Holocene fluvial record of Europe, *Catena* 66, 145–154, 2006
- Bond G. C., Lotti R. Iceberg discharges into the North-Atlantic on millennial time scales during the last glaciation, *Science* 267, 1005–1010, 1995
- Bond G. et al.: Persistent solar influence on north Atlantic climate during the Holocene, *Science* 294, 2130–2136, 2001