



# Co zaznamenal sedimentární archiv ve Strážnickém Pomoraví

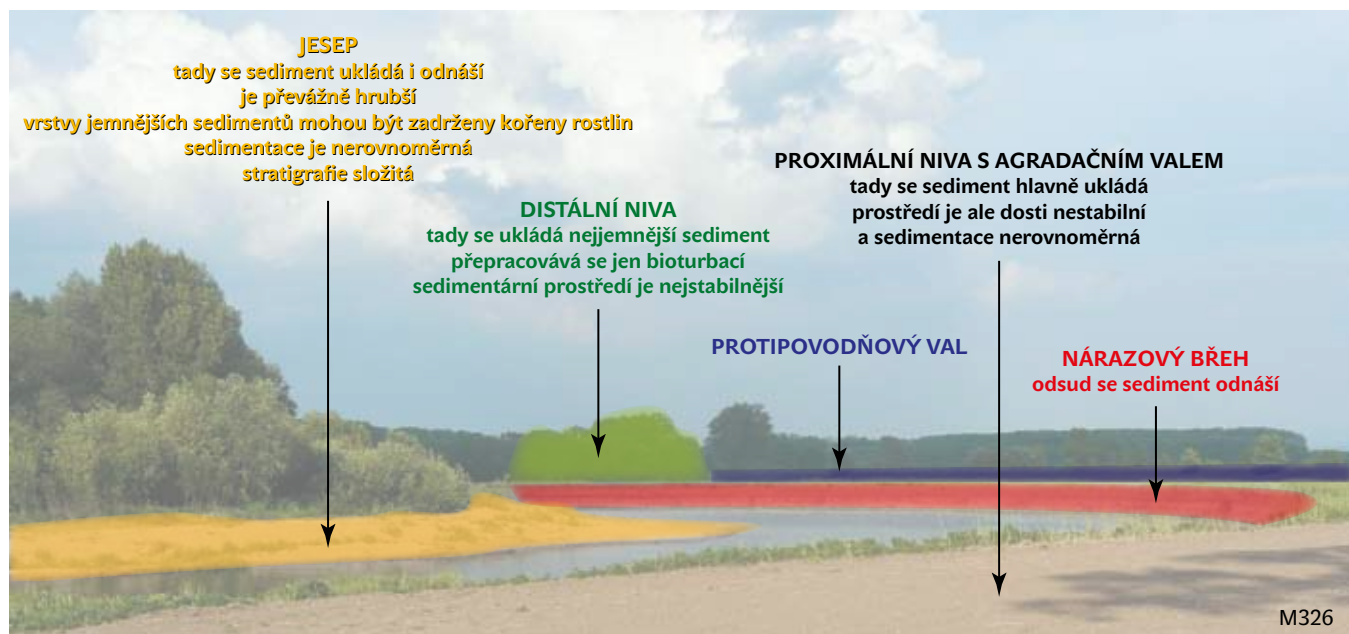
**TOMÁŠ  
MATYS GRYGAR**

## Sedimentární archivy

Slovo „archiv“ označuje soubor dokumentů zachycujících minulost nebo budoucnost, kde jsou takové dokumenty uloženy. V posledních letech se tohle slovo používá také pro sedimenty, které odrážejí vývoj dřívějšího

prostředí, popřípadě místa jejich uložení. Změny prostředí v českých zemích mohou historické dokumenty souvisle pokrývat po několik posledních staletí, období středověku jsou už doložena spíše jen jako jednotlivé momentky. Je pochopitelně nejlepší, když se dokumentární a přírodní archivy doplňují. V posledním tisíciletí došlo přinejmenším ve střední a severní Evropě a severním Atlantiku k chladným výkyvům, zvaným malá doba ledová. V tom se krásně potkaly historické

2. Rozmanitost sedimentárních prostředí v nivě. Pro rekonstrukci rychlosti sedimentace jsme volili nejstabilnější prostředí s nejpomalejším ukládáním, zvané distální niva. Snímek v pozadí obrázku © Lenka Lisá.



záznamy o vikinských výpravách na západ a kolonizaci Grónska s *proxy* odhady teplot, zaznamenanými v Grónském ledovci. Sedimentární archivy jsou sice hůře čitelné než historické dokumenty, ale mohou pokrývat i delší časová období, což je nesporná výhoda. Bohužel jsou sedimentární archivy většinou nejednoznačné (při jejich uložení došlo k redukci původní paleoenvironmentální informace), mohou v nich být hiáty (přerušeni sedimentace) a někdy se obtížně datují. Překonání těchto obtíží ale slibuje odpovědi na otázky, jakými jsou například popis klimatických změn nebo vliv člověka na krajinu v minulosti.

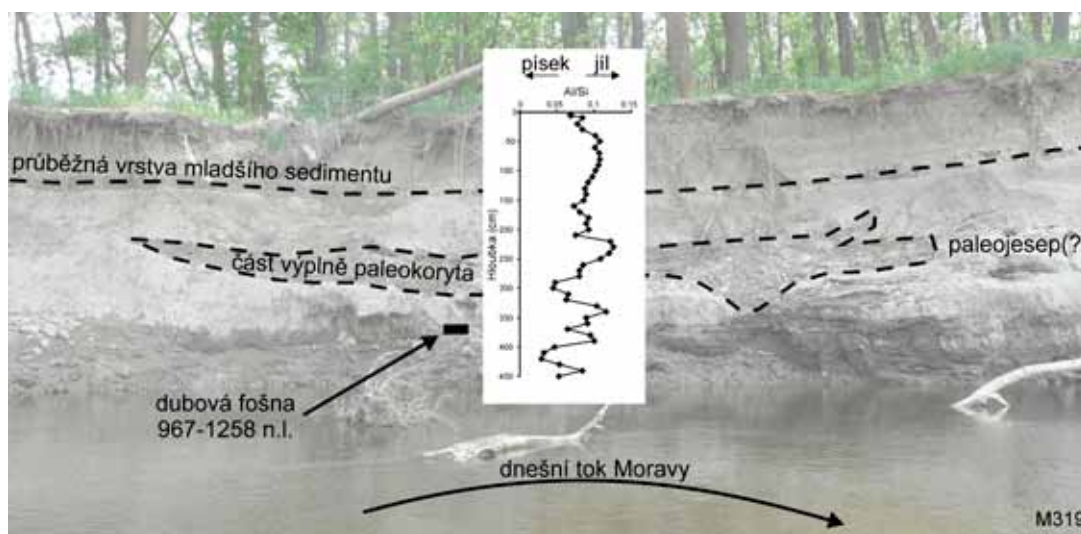
### Jsou povodňové sedimenty použitelné jako archivy?

Říční nivy jsou části krajiny, které jsou přirozeně tvořeny a tvarovány vodními toky (obrázky 1 a 2). Většinou jsou tedy nejen na svém povrchu, ale i pod ním složeny z materiálu, který voda přinesla a uložila. Řeka sama tento materiál přepracovává, takže si před časem jeden můj kolega geochemik povzdechl, že v nivách se pracuje těžko, protože to, co tam

souvislejší sedimentární archiv vzniká v distální nivě (obr. 2) rychlostí několika mm za rok, což umožňuje studovat minulost v měřítku staletí. Distální niva je ta část, kde se při vylití řeky (vybřežení) ukládají nejjemnější povodňové sedimenty z velmi pomalu proudící vody, daleko od aktivních koryt. Je zde tedy největší šance, že jednou uložený materiál nebude hned vzápětí řekou přepracován. A právě na tyto sedimenty se zaměřila naše práce ve Strážnickém Pomoraví s cílem přispět k poznání vlivu člověka na krajinu.

### Záludnosti záznamu eroze v nivách evropských řek

Během 20. století zvolna nahradila skepse ohledně vlivu člověka na krajinu a klima předchozí environmentální bezstarostnost a technologický optimismus. Tento obrat se nevyhnul ani českým zemím, možná i díky kolektivizaci a následným úpravám krajiny s cílem zvýšit zemědělskou produkci. Nesporně k němu přispěla i popularizace ekologického myšlení. Kořeny tohoto skeptického obratu ale asi sahají hlouběji, snad až k očekávání trestu za požití jablka ze stro-



3. Středověká koryta, která lze najít v dnešních nárazových březích, byla několikanásobně užší než dnešní koryto. To bylo zřejmě jedním z důsledků existence vícekorytového systému, doloženého rovněž na nejstarších mapách. Skutečná báze koryta s dubovým trámem, jehož stáří bylo určeno datováním pomocí  $^{14}\text{C}$ , je níže než na obrázku viditelná tmavá čoučka, jak je patrné z vložek hrubšího sedimentu viditelných jako výrazná minima na křivce poměru Al a Si. Snímek v pozadí obrázku © Lenka Lisá.

jeden rok může navzorkovat pro laboratorní analýzu, napřesrok už v nich nemusí být. Geomorfologové zase mají nivy rádi údajně proto, že je v nich méně náročný pohyb než třeba po horských svazích. Mají-li nivy sloužit jako archivy, musíme v nich najít místa co nejsouvislejší sedimentace (bez hiátů). Slovo *souvislé* ale nemusí znamenat *nepřetržitě ukládané*, ale že se k existujícímu sedimentu vždy po troše přidávalo (a neodnášelo) při vylévání řeky z koryta. To se mohlo dít jednou za několik let (třeba dnes v případě řeky Moravy) nebo několikrát za rok (třeba na dnešní Jizeře a historicky nedávné Moravě).

Díky poměrně husté říční síti pokrývájí říční nivy povrch českých zemí podstatně lépe než jiné sedimentární archivy. Nemáme mnoho přirozených větších jezer a ledovce se u nás neudrží. Hlavně v horských prostředích jsou populárními archivy rašelinisté, ale v nížinách představují nivy asi nejobvyklejší přirozené sedimentární prostředí. Nej-

mu poznání. V posledních letech vrcholí tento myšlenkový proud panikou z globálního oteplování a někdy až úsměvnými nápady, například jak omezit emise  $\text{CO}_2$  do atmosféry. Jedním z motivů studia nivních sedimentárních archivů je právě snaha zjistit skutečný vliv využití krajiny člověkem na chování řek. Ukázalo se, že tento antropogenní vliv se v nivách míchá se dvěma hlavními rušivými elementy: jednak s působením klimatických změn, ale hlavně se zmíněnou přirozenou schopností řeky přepracovávat své vlastní sedimenty, tj. s místními změnami poměru sedimentace a eroze uvnitř nivy. Ty sice řídí jisté vnitřní zákonitosti, ale jejich projev v sedimentárním záznamu působí jako chaos.

Toto zdánlivě chaotické chování je v nivním sedimentárním archivu velmi mocným faktorem: řeka neustále přemísťuje své sedimenty podél toku i napříč nivou, částečně i díky překládání nebo bočnému posunu koryt. Ukázky starých koryt Moravy jsou dnes

Tomáš Matys Grygar, (\*1964), viz Vesmír 90, 220, 2011/4.





**4. Profil v nárazovém břehu se dvěma fragmenty fosilního dřeva v místě tmavého vodorovně položeného objektu s uvedením kalendářního stáří dřeva datovaného <sup>14</sup>C. Dřeva byla překryta několika metry sedimentů distální nivy (průměrná rychlost ukládání 0,22 cm za rok), které v nejvyšším metru zvolna hrubly, jak se přibližoval současný meandrový pás, čímž se rychlost jejich ukládání ve 20. století zvýšila až na 0,9 cm za rok, což je rychlost typická pro agradační val řeky Moravy. Snímek © Lenka Lisá.**

k vidění v nárazových březích (obr. 3). V dostatečně mocné nivní výplni proto mohou být patrné změny charakteru sedimentu nebo morfologie nivy, aniž by se v jejich době nějak podstatně měnily vnější vlivy – klima nebo lidské působení. Před asi patnácti lety se objevila vědecká sdělení, která korunovala ambiciózní pokusy rekonstruovat vývoj klimatu posledních tisíciletí z datování změn říční aktivity. Období těchto změn, tedy reorganizace říční sítě, se ztotožňovala s obdobími, do nichž se kumulovaly výskyty fosilních dřev (datovatelných metodou <sup>14</sup>C). Aby se mohla ověřit hypotéza, že tato období byla totožná s obdobími klimatických extrémů, národní badatelé hlavně v Polsku, Británii a Španělsku systematicky prozkoumali své významné říční systémy a pak se pokusili o srovnání v evropském měřítku. Výsledky nebyly nijak zvláště přesvědčivé, možná právě pro ten mocný faktor „vnitřního chaosu“.

Studie zjišťující z nivních archivů vliv zemědělského využití krajiny byly úspěšnější. Hlavně v povodí menších řek s členitým terénem mohla eroze půdy zanechat poměrně snadno čitelné stopy: vrstvy koluvií a aluvií datovatelné do období expanze lidského

osídlení, a tedy rozvoje zemědělství. V některých nivách dokonce zřejmě došlo ke kvalitativní změně sedimentu z převážně organických (autigenních) na převážně minerálních (detritické). Přínos splachů z odlesněných a zoraných svahů byl nasnadě jako příčina této změny, pokud datování této změny spadalo do období kolonizace povodí řek.

Jiná situace je ale v nivách středních a velkých řek s plochým reliéfem povodí. Řeky nejsou prostý pásový dopravník materiálu erodovaného z polí v povodí. Převážná většina spláchnuté ornice se dostane třeba jen kousek dolů po svahu nebo do nejbližších malých údolí. Ostatně to už možná stačilo minulým hospodářům k přehodnocení nápadu orat strmější terén. Část tohoto splachu posunuly dále potoky a říčky, které ale nemají vždy dost velkou schopnost dalšího transportu do niv středních a velkých řek. Tento transport je hlavně na svém začátku podmíněn srážkovými extrémy k překonání terénních bariér, což významně přispívá ke zpomalení sedimentární odezvy v nivách nížinných řek.

#### Archiv ve Strážnickém Pomoraví

Před pěti lety jsme začali zkoumat, jestli je v povodňových sedimentech řeky Moravy na Strážnicku nějaké cenné archivní poselství (Vesmír 87, 466–470). Kladli jsme si otázky, zda se v nich najde otisk aktivit Velkomoravské říše, středověké zemědělské kolonizace a pak socialistické kolektivizace. Nástroje tohoto studia a podrobnější výsledky jsme popsali v odborných sděleních (Catena 2009, 2010, Water Air & Soil Pollution 2011). K datování jsme využívali konvenční <sup>14</sup>C metody (obr. 4) a některé novější i naše původní postupy (obr. 5). Plyne z nich jedno obecnější zjištění, že se rychlost ukládání jemných povodňových sedimentů v distální nivě v posledních 1300 letech ve strážnickopomoravské nivě nijak podstatně neměnila, spíš jen dosti povolna rostla. Takové sdělení možná působí jako heslo „Převážně neškodná“, které ve Stopařově průvodci po galaxii charakterizovalo planetu Zemi ve slavném románu Douglase Adamse. V porovnání se studii, provedenými v posledních letech na evropských řekách se silně zemědělsky využívaným povodím, jsme zjistili asi nejméně výrazné zrychlování sedimentace v tomto období. Z našich výsledků vyplývá, že během existence a zániku Velkomoravské říše se v sedimentárním záznamu neprojevila žádná anomálie, ačkoli jsme se setkali s názorem, že právě velkomoravská aktivita zasáhla fatálně do chování řeky Moravy, což se jí mělo stát osudným. Ani kolektivizace ve 20. století nevyvolala žádné zřejmé drama.

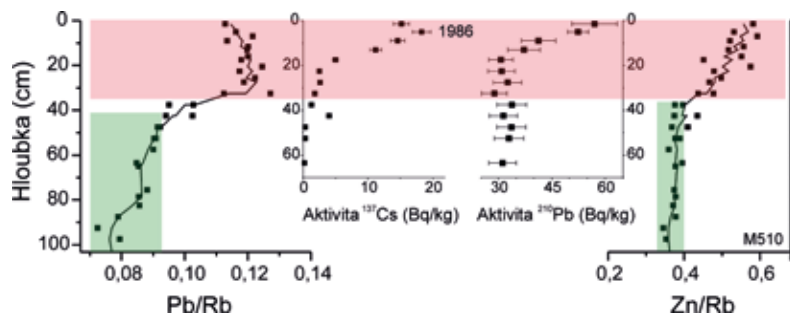
#### Existují analoga?

Velmi kvalifikovanou studii holocenního chování ještě větší řeky, Rýna, provedl nedávno Gilles Erkens s mezinárodním týmem na Utrechtské univerzitě. Výzkum zahrnoval přehodnocení dosavadních geologických průzkumů Porýní, prováděných hlavně v Ně-

mecku a Nizozemí. V terénní práci se používala kromě tradiční geomorfologie i metoda vrtů, respektující nejmodernější vědecké poznatky. V laboratoři se používala opticky stimulovaná luminiscence, poměrně nová metoda datování sedimentů tam, kde  $^{14}\text{C}$  metoda nestačila. Studie byla založena na premise, že teprve po odstranění vlivu „chaotického“ chování (*autogenic behaviour*) můžeme to, co zbývá nevysvětlené, přisoudit změnám klimatu nebo změnám využití krajiny. Autoři této studie lidskému vlivu přisoudili zpomalení zahlubování koryta Rýna, které probíhalo po celý holocén a které mohlo být před asi 2700 lety (v Horním Porýní) ukončeno proto, že řeka začala transportovat větší množství materiálu erodovaného z polí zakládáných masivně v povodí. Je možné, že se tak chovala i Morava, tedy že k posílení ukládání sedimentu na úkor eroze došlo už před obdobím, které pokrývá naše studie.

Ve Strážnickém Pomoraví se nám podařilo najít dost spolehlivě korelovatelných a datovatelných vrstev povodňových sedimentů distální nivy z období posledních 1300 let, z čehož ale neplyne, že v této oblasti nebo v nejbližších sousedních úsecích nivy Moravy se tyto sedimenty dříve neukládaly. Nejenže je prostě jen nemusíme vidět, ale jejich zbytky dnes mohou tvořit jistý podíl vrstvy sedimentu například nad fosilním dřevem na obrázku 4, tj. starší sedimenty mohly být přepracovány a smíšený s mladšími kdekoli v nivě. Podobný jev pomáhá vysvětlit takzvaný Sadlerův jev, zdánlivý nárůst sedimentačních rychlostí směrem k současnosti.

Náš projekt, adekvátně financovaný Grantovou agenturou AV ČR, neumožňuje rozřezat celou nivu na kostičky a ty pak všechny prozkoumat. Práci jsme proto soustředili na současné nárazové břehy, kde jsou k dispozici až několikametrové vrstvy sedimentů dřívější distální nivy, v nichž se občas dochovaly datovatelné fragmenty dřev. Jejich analýzou jsme získali sedimentační rychlosti z deseti profilů podobných tomu na obr. 4. Výsledky získané z takto dostupných profilů jsme pak extrapolovali dál do nivy prováděním vrtů v liniích dlouhých několik stovek metrů. Údaje o současné rychlosti sedimentace v distální nivě jsme získali z osmi profilů metodikou ukázanou na obr. 5. Kolegové z Geologického ústavu AV ČR doplňují obraz minulosti interpretací geofyzikálních měření, která však neumožňují přímo datovat zjištěné předchozí etapy vývoje nivy. Naše práce nemohla dokonale postihnout ani celou šířku nivy (ta má měřítko kilometrů), ani desítky kilometrů dlouhé úseky podél toku, ani období alespoň tří nebo čtyř tisíciletí, což jsou všechno součásti celého příběhu. Stačila ale na to, abychom podobně jako ve studii vedené v Porýní zjistili, že odezva nivy ve Strážnickém Pomoraví na podstatnou změnu využití krajiny středověkým zemědělstvím je tak malá, že je poměrně pracné ji odlišit od přirozené variability říčního systému. Lidský vliv totiž v těchto dvou rozsáhlých nivách mohl být odpovědný za nárůst mocnosti nivních se-



5. Ukázka datování nejmladších sedimentů v dnešní distální nivě. Vrstva se zvýšenými normalizovanými obsahy Pb a Zn (světle červený obdélník) je necelých 40 cm mocná a pochází z 20. století (tomu odpovídá průměrná rychlost sedimentace kolem 0,37 cm/rok). Maximum  $^{137}\text{Cs}$  aktivity odpovídá černobylské havárii v roce 1986 (asi 0,2 cm/rok). Hloubkový profil  $^{210}\text{Pb}$  datuje v tomto případě sedimenty z posledních padesáti let a poskytuje nejspolehlivější odhad sedimentační rychlosti (0,29 cm/rok).

dimentů kolem jednoho metru, což je vzhledem k celkové mocnosti sedimentární výplně v těchto nivách překvapivě málo.

*Poděkování: Tato studie by nevznikla bez inspirativní práce J. Kadlece z Geologického ústavu AV ČR a bez financování Grantovou agenturou AV ČR a výzkumnými záměry MŠMT. Děkujeme také L. Lisé z Geologického ústavu AV ČR, technikům a studentům z Ústavu anorganické chemie AV ČR, I. Světlíkovi z Ústavu jaderné fyziky AV ČR, M. Mihaljevičovi a L. Strnadovi z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, R. Brázdilovi, P. Dobrovolnému a Ž. Máčkovi z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity a dalším, kteří umožnili skládat tuto moravskou mozaiku z rozptýlených informací.*

INZERCE

# JURAJ KIZLINK

## TECHNOLOGIE CHEMICKÝCH LÁTEK A JEJICH POUŽITÍ

nová kniha!

[www.vutium.vutbr.cz](http://www.vutium.vutbr.cz)

**Nakladatelství VUTIAM**  
 Vysoké učení technické v Brně  
 Antonínská 1 • 601 90 Brno  
 tel.: 541 145 352  
 e-mail: [vutium@ro.vutbr.cz](mailto:vutium@ro.vutbr.cz)