

Literatura

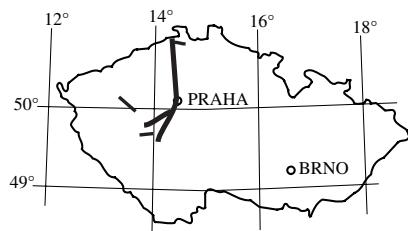
- ALEXANDROWICZ, S. W. (1996): Holoceńskie fazy intensyfikacji procesów osuwiskowych w Karpatach. – Kwart. AGH, Geol., 22, 3, 223–262.
- CZUDEK, T. (1997): Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Sursum, Tišnov, 213 s.
- FIRBAS, F. (1949, 1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. I. Allgemeine Waldgeschichte. II. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. – 480 S, 256 S. Jena (Fischer).
- HRADECKÝ, J.– PÁNEK, T. (2003): Stanovení chronologie holocenních disturbančních procesů v oblasti Západních Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. Závěrečná zpráva o řešení grantového projektu IGS, reg. č. 311063. – Ostravská univerzita v Ostravě, 41 s.
- ISARIN, R. F. B. – RENSEN, H. – VANDENBERGHE, J. (1998): The impact of the North Atlantic Ocean on the Younger Dryas climate in northwestern and central Europe. – J. Quaternary Sci., 13, 447–453.
- MARGIELEWSKI, W. (1998): Landslide Phases in the Polish Outer Carpathians and their Relation to Climatic Changes in the Late Glacial and the Holocene. – Quaternary Studies in Poland, 15, 37–53.
- RYBNÍČKOVÁ, E. (1985): Dřeviny a vegetace Československa v nejmladším kvartéru. – Doktorská disert. práce, Brno, MS Botan. úst. Akad. věd Čes. republ. Průhonice.
- STARKEL, L. (1977): Paleogeografia holocenu. – PWN, Warszawa, 362 pp.
- STARKEL, L. (1997): Mass-movements during the Holocene: the Carpathian example and the European perspective. In: FRENZEL, B. (ed.): Rapis mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. – Palaeoklimaforschung/Palaeoclimate Research, 19, 385–400.

EROZNÍ A AKUMULAČNÍ PROCESY V ŘÍČNÍCH NIVÁCH PO POVODNI V SRPNU ROKU 2002

The erosional and accumulation processes in floodplains after the flood of August 2002

VÁCLAV CÍLEK

Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6



Key words: floods, floodplain, relief, processes

Abstract: The flood of August 2002 possibly represents the biggest flooding event of the last 500 years. The culmination of Vltava north of Prague reached 758 cm, but lower part of Labe river witnessed a 1035–1230 cm rise of the water level. Overbank sedimentation was characterised by the basic types as follows: 1, Pelitic sedimentation led to formation of surprisingly durable claystone crusts of 10–20 cm in thickness that evolved by slow oriented plane sedimentation of clay minerals; 2, sandy sedimentation lead to formation of sheet deposits, aggradation rims and sand dunes, sometimes up to 2 m high; 3, gravel accumulated as bars and benches (see photo documentation). The erosional processes were surprisingly variable. Due to the changing morphology weak sandy sedimentation could change within few meters into boulder field where individual blocks up to 80 cm in diameter could be transported. Parallel river channels developed at some places behind aggradation rims.

Úvod

Srpnová povodeň roku 2002 představovala největší podobnou událost za posledních několik století, pravděpodobně za dobu odpovídající nejméně 500 letům. Dne 14. 8. ve 12 hodin povodeň kulminovala v Praze, kde v Chuchli byl naměřen stav 758 cm nad normálem s odhadovaným průto-

kem $5300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Vzestupy a poklesy hladin se v závislosti na morfologii údolí lišily již v rámci samotné Prahy – např. v zúženém údolí v Suchdole-Sedlci dosáhla hladina téměř 10 m nad normálem. Labe v Mělníku kulminovalo 15. 8. mezi 13.–16. hodinou na stavu 1035 cm, o den později dosáhla kulminace v Ústí nad Labem hodnoty 1185 cm a o několik hodin později v Děčíně stav 1230 cm (KUBÁT a kol. 2003).

Poznání erozních a akumulačních procesů v říčních nivách po velkých povodních má klíčový význam nejenom pro porozumění principům jejich tvorby a fungování, ale také z důvodu další ochrany před povodněmi. Téměř okamžitě po povodni byly dokumentovány vzniklé útvary jako jsou písečné duny (Strnady, Holešovický přístav), štěrkové lavice (Zbraslav, Padrťský potok), nová boční koryta (Tetín), bahnité náplavy (Hřensko), stagnující jezera (Terezín), poškození navigace (Praha, ostrov sv. Kiliána) a další jevy (viz foto 1–6 v příloze I). Pozornost byla věnována i postdepozičním procesům integrace povodňových sedimentů do okolní krajiny i do půdního profilu. Práce začaly teprve před několika měsíci a byly soustředěny hlavně na aktuální dokumentaci velmi rychle mizejících povodňových akumulací. Mnohem méně údajů je k dispozici o podstatně důležitějších změnách v říčních korytech.

Pelitická sedimentace

V morfologicky složitých podmírkách např. vnitřní Prahy nebo v místech, kde do údolí Vltavy ústí boční rokle či se vyskytují různé překážky, došlo k sedimentaci v průměru 10–30 cm mocné vrstvy bahna, která místy (v Libeňském přístavu) pokrývala plochu až několika hektarů, ale většinou se vyskytovala v pruzích o šířce kolem 10–30 m. V místech, kde je okolí řeky široce rozevřené a bez pře-

kážek, došlo k usazení jen velmi tenké, obvykle 3–20 mm mocné vrstvičky bahna, která posléze zanikala sloupaváním, rolováním a opadem z vegetace. Velmi řídké bahno v průběhu dalších dvou až tří týdnů sesychalo, zmenšovalo svůj objem až o 40 % a rozpadalo se do sítě bahenních prasklin. Při pomalém sesychání v suspenzi muselo docházet k planparalelní orientaci jílových minerálů, protože výsledně „šupiny“ jsou poměrně odolné, dají se odlamovat a skládat na sebe jako cihly. Ještě počátkem února, po několika týdnech dešťů a vlnách mrazů, mají bahenní praskliny ostré, málo destruované hrany. Svislé stěny prasklin jsou rychle poruštány mechy, do mezer je zafoukáváno listí a prach a začíná zde růst vegetace. Již v listopadu byly spodní 1–2 cm bioturbací promíšeny s podložními fluvisoly, takže nemohlo dojít k úplnému vyhynutí půdní meiofauny ani pod 5–6 m vysokým vodním sloupcem po dobu 3–4 dní. Pravděpodobně základními environmentálními problémy tohoto typu sedimentace je zanášení vodních nádrží a rybníků bez spodního vypouštění a možnost geochemických kontaminací.

Písčitá sedimentace

Písčitá sedimentace se projevovala třemi základními způsoby: 1. jednoduchými plošnými, obvykle málo mocnými (5–20 cm) vrstvami písku s dobře vyvinutými čerňinami a často i tmavohnědými rozmyvy těžkých minerálů; 2. agradačními valy; 3. písečnými dunami. Typické agradační valy vzniklé po srpnové povodni jsou vyvinuty jako plochá, 2–4 m široká a 20–40 cm vysoká tělesa, které pod sklonem kolem 30–35° vyznívají směrem od řeky náhlým stupněm. Jejich vnitřní stavba je podle výkopů jak masivní, téměř nevrstevnatá, tak i poměrně detailně laminovaná – laminy bývají odděleny drtí z mušlí. Písečné duny vytvářejí poměrně strmá, až 10 m dlouhá a vzácně až 2 m vysoká tělesa, orientovaná směrem po proudnici. Běžně dosahují výšky kolem 60–100 cm. Duny vznikají za vyvrácenými stromy, troskami domů, ploty a krovísky. Charakteristickým znakem písčité sedimentace je její čistota a dobrá výtřídost. Následkem příměsi organické drti bývají písky slabě vápnité. Na některých místech (na Císařském ostrově v Praze) jsme našly až 40 cm mocné polohy tvořené mušlemi a jejich drtí.

Štěrková sedimentace

Mimo vlastní koryto je poměrně vzácná. Přesto v některých místech, např. pod Zbraslaví, kde řeka vystupuje ze zúženého kaňonu s velkými unášecími rychlostmi do široké nivy, vznikla štěrková akumulace o délce téměř 500 m a šířce přes 100 m. Tato plocha je navíc místy pokryta písečnými dunami, takže vytváří pro střední Čechy od pozdního glaciálu zcela neznámý typ reliéfu blízký režimu divočících řek. Štěrková sedimentace vystupuje v několika základních podobách: 1 – kamenná hnizda jsou tvořena několika na sebe nahloučenými kameny či valouny; 2 – štěrkové pásy vytvářejí kolem 10 m dlouhé, ale jen kolem 5–15 cm

mocné a 1–2 m široké pruhy orientované po proudnici; 3 – štěrkové laviče vytvářejí ploché, místy značně rozsáhlé, ale málo mocné plošné útvary; 4 – štěrkové bariéry mohou tvořit nepravidelné, až 1 m vysoké akumulace kamenů, orientované kolmo či šikmo na proudnici. Štěrkové bariéry vznikají v místech, kde např. za překážkou dochází ke změně směru proudu. Sledované štěrkové akumulace všech výše popsaných typů obvykle obsahují jako dominantní složku na kratší vzdálenost (asi stovky metrů) transportovaný subangulární materiál o průměrné velikosti 3–15 cm. Byl však dokumentován i transport kamenných bloků o velikosti až 80 cm. Štěrková sedimentace je často ukládána přímo na ornici, která nemusí být téměř vůbec postižena erozí.

Postdepoziční změny

Téměř okamžitě po povodni docházelo k silně nerovnoměrnému, ale místy velmi rychlému ničení vzniklých útvarů, a to zejména lidskou činností a erozí způsobenou několika dalšími povodňovými náběhy. Bahnité náplavy jsou ničeny zejména rozšlapáním a rychle rostoucí vegetací. Písčité náplavy, pokud nejsou rozváženy nebo těženy na písek, zůstávají dlouho prakticky neporušené včetně čerňin. Další osud erozních a akumulačních útvarů v říční nivě je dále sledován z hlediska bioturbací a inkorporace povodňového materiálu do nivních sedimentů (R. Mikuláš), biologické kolonizace (J. Hlaváč) a dalšího morfologického vývoje. K neobvyklému vývoji došlo během zimy – voda zatékající pod bahnité náplavy mrzla a místy (v Praze-Holešovicích u tramvajového mostu) nadzvedávala průměrně 1–1,6 m široké ovály či kruhy až o 20 cm.

Erozní jevy

Za nejvýznamnější považujeme tato pozorování:

1. V místech, kde řeka plynula volně a proud nenarážel na větší překážky, je sedimentace písku i bahna minimální (obvykle do mocnosti 2 cm), zatímco v místech, kde je proud řeky blokován překážkami, dochází k náhlým, skokovým změnám rychlosti proudění a tím i erozní a unášecí síly. V měřítku několika metrů se nevýrazná písčitá sedimentace může měnit na akumulaci kamenů o průměru až 80 cm, které jsou místy vyrvány z navigace.
2. Řeky tekoucí v širších nivách mívají vyvinutý velmi nízký (kolem 1 m) agradační val, od kterého se v šířce až 100–200 m terén směrem od řeky mírně sklání do nivní sníženiny. Právě v těchto místech vznikají při povodni paralelní koryta, která vytvářejí dlouhé deprese o hloubce až kolem 2 m a místy i mocné akumulace písku a štěrku (Tetín, Zbraslav). Podobný jev byl pozorován i po moravské povodni v roce 1997 (HRÁDEK 2000, 2002).
3. V některých místech, kde došlo k zúžení řeky, byla pozorována velmi silná eroze („efekt úžiny“ podle HRÁDKA 2002). Např. silnice u Štěchovic byla v délce 400 m též úplně odnesena až na skalní stěnu údolí. Tím bylo

- do koryta řeky uvolněno nejméně 20 000 krychlových metrů sedimentů. Z hlediska protipovodňové ochrany bude nutné zabývat se prohlubováním koryt. Efekt úziny hrál zásadní roli např. při poškození dálničního mostu u Kralup – v ploché sníženině se vytvořilo jezero, které vytékal úzkým hrdlem. Místo obvyklé nevýrazné plošné eroze tak došlo k zařezávání do nivních sedimentů a k ničivé erozi. HRÁDEK (2002) rozlišuje rozlivová koryta vznikající při kulminujícím režimu a výmolová koryta vznikající při sestupné fázi povodňové vlny.
4. Celá řada pozorování má dílčí charakter, který osvětuje jednotlivé aspekty změněné hydrologické situace: na zemědělsky obdělávaných plošinách nad řekami bylo pozorováno silné zvlhčení půd doprovázené bahnotoky; na jinak suchých skalních stěnách byly odkryty plošné průsaky vyplavující jemnozrné sutě (Mandát u Davle); povodeň se projevila i v místech daleko vzdálených od velkých řek – v Pošumaví byly dokumentovány „krátery“ o hloubce až kolem 2 m, vznikající zespodu v místech, kde došlo k upcání meliorací. Specifickým problémem je podmáčení plochých niv, jejichž podloží je

budováno špatně propustnými turonskými jílovci a slínovci (oblast Terezína).

Z praktického hlediska považujeme za zcela zásadní (byť jakkoliv samozřejmé) následující pozorování: v ploché nezastavěné nivě, např. Labe pod soutokem s Vltavou, voda při povodni plyne sice 8 m nad normálem, ale nečekaně klidně. Téměř neeroduje a usazuje jen tenké polohy píska či bahna. Naproti tomu v členité či zastavěné nivě je schopná ničit navigaci či přemisťovat půlmetrové kameny.

Výzkum je podporován z prostředků akademického projektu CEZ Z3-013912 a v případě Berounky také projektu GAČR 205/02/0449 (hlavní řešitel K. Žák).

Literatura

- HRÁDEK, M. (2000): Geomorfologické účinky povodně 1997 na území severní Moravy a Slezska. – Geogr. Čas., 4, 52, 303–321. Bratislava.
HRÁDEK, M. (2002): Metamorfóza údolních niv po povodni v červenci 1997 na horní Moravě. – Geomorfol. Sbor. 1, 57–59. MU. Brno.
KUBÁT, J. a kol. (2002): Informační list 18, 3–6. VÚMOP. Praha.

Fotografie jsou v příloze I

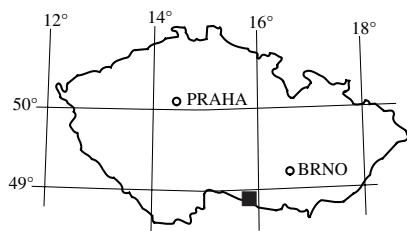
NP PODYJÍ: REVIZNÍ KVARTÉRNĚ-GEOLOGICKÝ VÝZKUM A MAPOVÁNÍ V LETECH 2001 A 2002

Quaternary geological investigations in the Podyjí National Park in 2001–2002

PAVEL HAVLÍČEK

Česká geologická služba, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1

(32-22 Vranov nad Dyjí)



Key words: Quaternary, palaeopedology, alluvial plain, fluviatile and aeolian sediments, fossil soils, Middle (– Lower) and Upper Pleistocene, Holocene

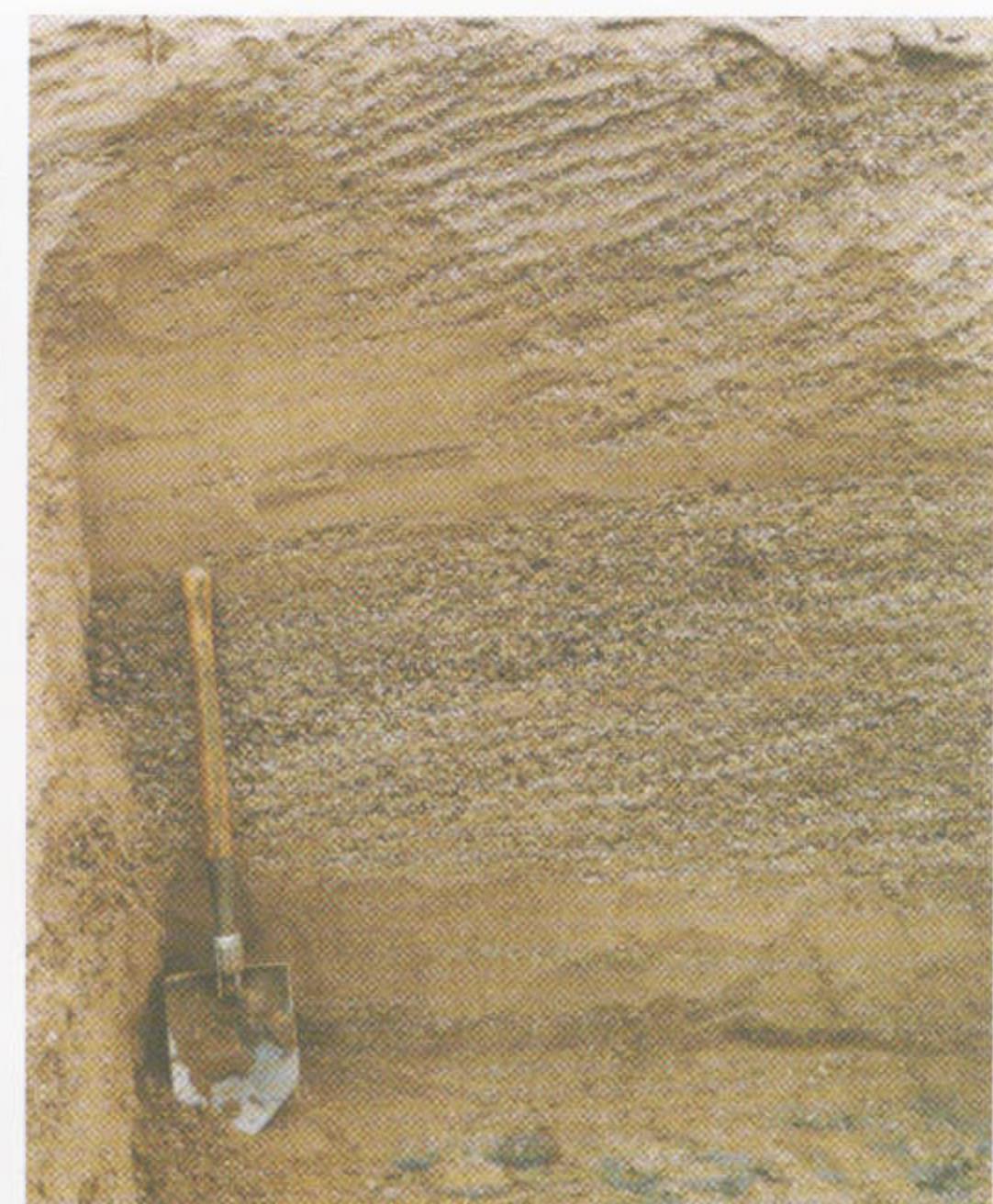
Abstract: The geological mapping and investigation of the Quaternary sediments on the territory of the Podyjí National park took place during 2001–2002. The fluvial sediments form a typical terrace staircase which incorporates 6 different levels. One of them 75–80(90) m above the river are classified to Lower Pleistocene, four lower levels 45–50, 30–35, 20–25 m and 15–12 m correlate with Middle Pleistocene and the lowest one (8–10 m) is Upper Pleistocene in age. In addition to the 3–4 erosion levels developed within the Late Glacial and Holocene, floodplain sediments were identified there. The highest gravels at an altitude of 120 m are of Upper Miocene age. With respect to the results of the micromorphological studies, the fossil soils are correlated with PK II, PK IV–VII and PK X respectively.

V rámci Protokolu o spolupráci mezi GBA Wien a ČGS Praha jsme se věnovali revizi stávajících a výzkumu nových kvartérních lokalit v oblasti NP Podyjí.

Intenzivní výzkum a popularizace NP Podyjí řadou kvartérních geologů, pedologů a geomorfologů začala otevřením této hraniční oblasti po roce 1990 (GRUNA – REITNER et al. 1996, KIRCHNER – IVAN – BRZÁK 1996, BRZÁK 1998, 2000, IVAN – KIRCHNER 1998, BATÍK – RUDOLSKÝ 2001, HAVLÍČEK – SMOLÍKOVÁ 2001, v tisku).

Severovýchodně od středověké zříceniny Nového Hrádku (Neuhäusel) jsou v opuštěné těžebně odkryty polymiktiné fluviální písčité štěrky svrchnomiocenného stáří. Pro povrch těchto štěrků je typické červenohnědé jílovité navětrání. Ve valounovém materiálu převažují subangulární valouny převážně křemene a krystalinika. Písečná matrix je ostrá (gruss) a v těžké frakci určil Z. Novák převahu zirkonu (62,3 %) nad staurolitem (14,2 %) a rutilem (6,1 %). Běžné minerály, hojně zachované v kvartérních sedimentech, jako je granát, epidot a amfibol, jsou zachované jen v množství 2–3 %.

V kaňonovitém údolí Dyje se mezi Vranovem nad Dyjí a Znojemem zachovaly jen drobné výskyty pleistocenních eolicích a fluviálních akumulací, plošně rozsáhlejší jsou jen deluviální sedimenty. Nejzajímavější je vývoj údolní nivy Dyje s třemi, příp. i čtyřmi erozivními stupni v jesepních částech z období pozdního glaciálu a holocénu (např.



1. Písčité duny v Holešovickém přístavu nepřipomínají žádnou z krajin známou ze středních Čech.

2. Korytové víry paralelních povodňových toků způsobily vznik oválných či dlouze eliptických depresí o hloubce až 2 m. Berounka pod Tetínem.

3. Štěrková lavice pod Zbraslaví je typ sedimentace běžný pro divočící řeky pozdního glaciálu.

4. Rytická sedimentace v pískem vyplněné příčné depresi na Císařském ostrově v Troji. Zhruba v prostředku snímku vystupuje 40 cm mocná vrstva složená z drtě drobných mušlí. Jev vypovídá o původu vápnitosti některých nivních facií.

5. Brázdy na poli se staly základem stružkové eroze. Místy došlo k sedimentaci kamenných hnízd. Niva Berounky pod Tetínem.

6. Pelitická sedimentace – Libeň. Stav v prosinci 2002. Všimněte si, že i po delších deštích a silných mrazech jsou hrany bahenních prasklin ostré a výsledný sediment je překvapivě pevný. Jev vypovídá o rychlosti litifikace pomalu sesychajících bahen. Foto V. Cílek.

K článku V. Cílka na str. 69