

# VODOPÁDY BABIČČINA ÚDOLÍ

## Waterfalls of the Babiččino údolí Valley

Vlastimil PILOUS

Jiráskova 396, 543 71 Hostinné, e-mail: vlpilous@seznam.cz

Príspevek se zabývá geologickými a geomorfologickými poměry v antecedentním údolí Úpy, protínajícím kuestu Kocléřovského hřbetu mezi Havlovicemi a Českou Skalicí (tzv. Babiččíně údolí) v souvislosti s vývojem vodní sítě. Území se vyznačuje mimořádně pestrými geologickými poměry, neboť ve svazích údolí, vysokých pouhých 40–120 m vystupují v těsném sledu horniny celkem šesti geologických útvarů od kvartéru (holocénu) až po proterozoikum, přičemž všechny s výjimkou proterozoických fylitů jsou sedimentárního původu. V tomto směru nemá zdejší antecedentní údolí obdobu v rámci celé republiky. Tato situace vytváří pasivně strukturní podmínky pro vznik drobných, ale početných vodopádových stupňů na malých postranních tocích. Nejzajímavější jsou mezi nimi konsekventně-subsekventní (primárně-sekundární) vodopády visutých údolí, početné jsou ale i jednoznačně subsekventní (sekundární) ve svahových skalnatých zářezech a roklích, úsekovitě až stržového charakteru. Vodopádové nerovnosti více typů (od svislých vodopádů až po přejeje) vznikají v místech, kde potoky zpětnou erozí protínají lavice tvrdších hornin (nebo i tvrdší vrstvy v rámci stejné horniny), ve zdejších podmínkách většinou horizontální až subhorizontální. Nejvýznamnější roli v tomto směru mají tvrdé kvádřové cenomanské pískovce, zvláště v případě, kdy se jejich průběh kryje s ostrou horní hranou antecedentního údolí. Jako jediné v republice se zde vyskytují vodopádové skoky na podloží triasu (pískovce) a také na křídové uhelné sloji. V našich podmínkách mimořádně neobvyklý je i případ, kdy přímo ve vodopádových stěnách nízkých vodopádů (1,5–3 m) Náchodského potoka vystupují kontakty různých geologických útvarů (cenoman – trias, trias – perm). Babiččino údolí je známé i mimořádně velkou koncentrací malých pěnových těles a výskyty. Na jednom z nich (tzv. Mílův pramen) uvádí starší literatura malý vodopádek. Na základě nových poznatků je však zřejmé, že je antropogenního původu, stejně jako některé další pěnové formy na této lokalitě, dříve považované za přirozené (syngenetický výklenek, subrozní pánvička). Nově popsán je naopak malý pěnový suk na svislé slínovcové stěně ve svahu hradního vrchu Rýzmburku, který je v této podobě jediný v republice.

Některé z popsaných forem jsou navzdory svým malým rozměrům geneticky unikátní přinejmenším v měřítku naší republiky. Uvedené formy a výtvoři rozšiřují naše znalosti o tomto území a potvrzují vysokou, ba přímo mimořádnou hodnotu neživé přírody nejen na ploše samotné NPP Babiččino údolí, ale i ve výše položené části údolí nad Červenou Horou, která byla ve srovnání s objekty živé přírody (a samozřejmě i kulturně historickými) tohoto území dosud opomíjená.

### 1. Úvod

Údolí Úpy v úseku mezi Havlovicemi a Českou Skalicí patří z přírodovědeckého hlediska k nejzajímavějším údolím celých Čech, o čemž svědčí i skutečnost, že jeho podstatná část (od Slatiny nad Úpou po Českou Skalici) byla vyhlášena za stejnojmennou národní

přírodní památku. Za nejvýznamnější objekt ochrany jsou zde považované přírodní biotopy (zvláště lesní), umocněné významnými objekty kulturně historického charakteru. Území je však mimořádně významné i z hlediska geologického a geomorfologického, což není dosud plně doceněno. Na některé pozoruhodné lokality a objekty neživé přírody (hlavně charakteru skalních výchozů) upozornil souhrnněji teprve J. VÍTEK (1991), ale pouze na území NPP. Celá řada dalších pozoruhodných a významných lokalit se však nachází již mimo něj a navíc některé údaje jím uváděné je možné dnes ještě zpřesnit a doplnit. Mimoto také některé formy a výtvořiny jiného charakteru zůstaly stranou zájmu tohoto autora. K těm patří (až na výjimku Zlámaného potoka) i početné údolní stupně (vodopády, kaskády a peřeje) na drobných přítocích Úpy v tomto úseku, které úzce souvisí s geologickými poměry i geomorfologickým vývojem tohoto území.

V této souvislosti je třeba vymezit pojem a rozsah Babiččina údolí, které je chápáno ve dvojitě – širším, nebo užším smyslu. V širším pojetí je tak označováno údolí Úpy již zhruba od spodního konce Havlovic, přesněji řečeno od linie, kde řeka vstupuje do výrazně zahloubeného průlomového údolí, protínajícího napříč kuestovitý Kocleřovský hřbet, který je součástí Krkonošského podhůří. V druhém, užším pojetí se kryje zhruba s územím NPP, tj. od zakleslého meandru s hradní zříceninou Červené Hory, který je asi 4 km níže po toku. Spodní konec je však v obou případech totožný a kryje se vstupem údolí do intravilánu České Skalice; nejspodnější část Babiččina údolí pod Ratibořicemi, dlouhá něco přes 1 km, je však již součástí Východočeské tabule.

Za cenné informace a konzultace ke geologii Babiččina údolí, jakož i za poskytnutí pracovní verze podrobných geologických map děkuji na tomto místě RNDr. Vladimíru Prouzovi, CSc.

## **2. Geologicko-geomorfologické poměry území**

Úpa odvodňuje nejvýchodnější část permokarbonské podkrkonošské pánve. Opouští ji v jejím jihovýchodním cípu, úzkým, hlubokým průlomovým, antecedentním údolím, kterým protíná kuestu Kocleřovského hřbetu na jižním okraji Krkonošského podhůří (DEMEK a kol. 1987). Antecedentní část údolí je nejvíce zahloubená v nejhořejší části v linii hřbetnice kuesty v úrovni Barchovin (100–120 m) a směrem po toku se hloubka pozvolna zmenšuje až na 40 m v prostoru Ratibořic a Zlíče. Současně s tím se proměňuje i tvar údolí: v severní části je úzké, s profilem písmene V, kde svahy zapadají převážně přímo do řečiště, zatímco pod ústím Šibeniční rokle severně od Rýzmburku se začíná údolní niva rozšiřovat a údolí nabývá neckovitý charakter. V mnoha úsecích se erozní část průlomového údolí vyznačuje výraznou a ostrou horní reliéfovou hranou, která ji odděluje od okolních velmi mírných strukturních svahů (povrchů) kuesty s poměrně rozsáhlými pokryvy spraší a sprašových hlín a početnými útržky pleistocenních teras Úpy. Součástí tohoto údolí jsou i dva zakleslé meandry. První se nachází západně od obce Červená Hora; strategickou polohu na jeho úzké ostruže se strmými až skalnatými jižními svahy, tvořenou permskými aleuropelity a pískovci využívá stejnojmenná středověká fortifikace. Druhý, vymezený krátkými zlomovými liniemi protínající údolí, je sz. od osady Rýzmburk; jeho poměrně strmě klesající jádro však ukazuje pokročilejší stádium jeho erozní destrukce než v předchozím případě. Je vymezený krátkými zlomovými liniemi protínajícími údolí Úpy, které vedly i k jeho vzniku a bezpochyby se podílejí i na tom, že právě v linii severnějšího z nich ústí do Úpy na výsepním břehu Zlámaný potok, největší pravostranný přítok Úpy v Babiččině údolí a na jižním vyvěrají největší prameny ve studovaném území (pramen Jakuba Míly). U hradního meandru Červené Hory nejsou sice tektonické vlivy potvrzené, ale ústí nápadně přímočarého Slatinského potoka v prakticky stejné situaci

(na výsepním břehu) a jeho výrazná rokle vymezená podélnými puklinovými plochami by pro ně svědčily také.

Antecedentní charakter údolí a jeho hloubka podmiňují i zcela mimořádně pestrou geologickou stavbu údolních svahů pozoruhodnou v celostátním měřítku (SVOBODA-CHALOUPEK a kol. 1961, VEJLUPEK a kol. 1990, VÍTEK 1991, PROUZA 2004, 2007), neboť ve svazích vystupují v těsném sledu horniny celkem čtyř geologických ér a šesti útvarů. Zatímco na okolních površích mírných strukturních svahů kuesty se nacházejí kvartérní spraše a sprašové hlíny a různě rozsáhlé útržky svrchních (mindel 2 – günz) a blíže hranám i středních (riss 1 – mindel 1) teras Úpy, ve strmých svazích následují v těsném sledu svrchnokřídová souvrství (spodní turon, tvořený hlavně slínovci a perucko-korycanské souvrství cenomanu, budované prachovci, pískovci a na bázi i slepenci), dále triasové pískovce a arkózovité pískovce, vyskytující se v Českém masivu jen vzácně a posléze v nejspodnější části paleozoické, permské (thuring, saxon) a karbonské (stephan a westphal) sedimenty, zastoupené hlavně pískovci, arkózami a slepenci. Ve spodní části údolí u Ratibořic (nad Starým Bělídlem a Bílým mostem) vystupuje ve skalních stěnách v pravém svahu i podložní zábřežské krystalinikum orlicko-sněžnické oblasti, tvořené proterozoickými fylity, na které transgresně nasedají karbonské sedimenty.

Významným prvkem zvláště střední části Babiččina údolí (mezi Slatinou n. Ú. a Ratibořicemi) jsou početná holocenní, byť vesměs drobná tělesa pěnoveců (KOVANDA 1971 – odkazující ale na ústní informace V. Prouzy, a posléze PROUZA 2004, který uvádí celkem 17 výskytů jen v části pod Slatinou n. Ú.); nově nalezený výskyt v levém svahu v horní části údolí Náchodského potoka však ukazuje, že ani tento počet nemusí být konečný. Jen několik největších z nich, které mají charakter svahových jazyků až plochých svahových kup a teras však vytváří i reliéfově významnější tvary. Naopak na většině menších, s plochou nepřesahující 1–2 ary, dochází jen k obalování úlomků slínovců transportovaných v minulosti z výše položených částí svahů, popř. fosilizaci organických zbytků (větvičky apod.). Přesto platí, že taková koncentrace lokalit pěnovce na nepatrné ploše nemá obdobu v celých východních Čechách, a s výjimkou Českého krasu patrně ani v celých Čechách. Vznikly nejčastěji vysrážením z pramenů vyvěrajících na bázi svrchní křídly, poněkud turonských slínovců na styčné ploše s podložním cenomanem, karbonem nebo permem. V některých případech (např. ve strmém svahu hradní elevace Rýzmburku k Úpě) však vyvěrají i výše nad kontaktem, přímo z vrstev turonských slínovců. Z velkého počtu lokalit je zřejmé, že srážkové vody tomto území se vzhledem k poměrně velké mocnosti slínovců i jejich zřejmě lokálně vysokému obsahu karbonátové složky dokáží dostatečně nasýtit  $\text{CaCO}_3$ . Nehledíme-li na malou vydatnost pramenů (nesrovnatelnou např. s mnoha vývěry v krasových oblastech), ani samotná sedimentace tu však nedosahovala dostatečné intenzity k tomu, aby vznikla tělesa s velmi strmými svahy neřku-li svislými stěnami, nezbytné pro existenci skutečných konstruktivních vodopádů.

Reliéfově se významněji uplatňují jen čtyři největší výskyty pěnovce. Tři jsou na pravém břehu. Nejsevernější přímo nad vozovou cestou v úseku údolí mezi ústím Poplužní a Šibeniční rokle (ale na protilehlém levém břehu), druhý pod ústím Zlámaného potoka a třetí ve strmém a obtížně přístupném svahu mezi osadou Pohodlí a Bílým mostem. Vůbec největší a také nejzajímavější je však naopak na levém břehu přímo u údolní cesty u tzv. Mílova pramene u Rýzmburku). Výškové rozpětí těles je závislé na relativní výšce pramenů ve svahu (některé jsou téměř v polovině jejich výšky). Spadají až k úpatí tj. přímo do řečiště, nebo k údolní nivě, byť sedimentační schopnost zde již slabne. Kvalita horniny je většinou nepříliš vysoká, ale na největších tělesech (ale i ve svahu pod Rýzmburkem) nechybějí ani dobře vyvinuté partie recentních, mechových strukturních pěnoveců, byť

plošně většinou dosti omezené. Převládají však písčité nebo ještě více hlinité typy, znečištěné či proustoupené vápnitými svahovými hlinami a dalšími produkty gravitačních procesů či svahového splachu, popř. slatinnými půdami. Na lokalitě u Milových pramenů vystupují i polohy pěnovcových brekcií, tvořené úlomky slínovců (popř. i pískovců), tmelené vůbec nejtvrďšími a velmi kompaktními pěnovci pravděpodobně abiogenního (sintrového) charakteru, nebo snad řasového původu. Jsou výrazně odlišné od pěnovců jiných období – včetně současného – kdy zde převládalo srážení velmi křehkého a převážně mechově strukturního typu. Je zřejmé, že doba tvorby tohoto tvrdého pěnovce, nejspíše spadající do epiatlantiku, se kryla s intenzivním gravitačním transportem drobné úlomkovitých svahových zvětralin z vyšších částí svahů na ložisko.

### **3. Říční eroze a vývoj údolní sítě ve vztahu k vodopádovým nerovnostem a stupňům**

Pro vznik nerovností a tedy i vodopádů na dně postranních údolí je rozhodující faktor běžný u hlubokých průlomových a tedy i antecedentních údolí, tj. nesouměřitelná rychlost zahlabování hlavního, relativně vodného toku a malých postranních přítoků, často i nestálých (periodických až efemérních). Ty svou erozní schopností zdaleka nestačí na rychlost zahlabování hlavního toku a jejich dna jsou proto v podstatně vyšších polohách. Výškový rozdíl na svém spodním toku nebo přímo před soutokem vyrovnávají úsekem velkého sklonu. Označují se jako visuté toky a jejich údolí jako visutá údolí, na jejichž vyústění pak logicky vznikají stupně s vodopády (primární neboli konsekventní geneze). Takový je obecně rozšířený, ale generalizující pohled, který v mnoha případech neodpovídá reálné situaci. Ve skutečnosti můžeme rozlišit i v takových průlomových údolích čtyři geneticky odlišné případy postranních údolí a jejich vodopádových stupňů, z nichž jen jeden je konsekventně-subsekventní (primárně-sekundární) geneze a tři jednoznačně subsekventní (sekundární).

První jsou skutečná visutá údolí. To jsou taková, která mají obě části typologicky výrazně odlišné. V horní části, v našich podmínkách obvykle v prostoru okolních zarovnaných povrchů, popř. denudačních úrovní, plošin nebo velmi mírných, obvykle strukturních svahů vznikají mělká a široká, málo zahlabená údolí s mírnými svahy a malým sklonem dna. Spodní část pod hranou hlavního průlomového údolí, jejíž součástí bývají i různé vysoké vodopádové stupně, má zcela odlišný charakter, někdy až podobu roklí nebo soutěsek, v případě že jsou krátké, spíše amfiteátrů se strmými nebo dokonce skalními či skalnatými svahy a nesrovnatelně větším sklonem dna. Vodopády těchto údolí patří geneticky jako jediné ze zde uvedených typů mezi konsekventní (primární), tj. takové, vzniklé nezávisle na erozní činnosti samotného vodopádového toku, ale jak správně upozorňuje již SCHWARZBACH (1967), právě tyto mají ze všech ostatních případů visutých údolí (tj. ledovcových, na okrajích denudačních plošin a escarpmentů a na pobřežních útesech) nejblíže k subsekventním (sekundárním) vodopádům, ve které se vlivem lokálních podmínek postupně často přetvářejí. V údolích se složitou geologickou stavbou, zvláště s výchozy různě odolných a přibližně horizontálních vrstev hornin ve svazích jako je tomu v Babiččině údolí, to platí obzvláště. Pokud by se zde v korytech visuté části toků nestřídal různé odolné (jinak řečeno nevystupovaly tvrdé vrstvy, zvláště pak kvádrové cenomanské pískovce), ke vzniku vodopádových stupňů by zde nejspíše vůbec nedošlo, navzdory jejich velkému sklonu. Samotný velký spád těchto úseků nestačí ke vzniku vodopádů, jak ukazují četné příklady v homogenních horninách některých jiných průlomových údolí, kde se nacházejí jen koryta s velkým sklonem, ale bez jednoznačných stupňů. Platí zde tedy, že základní reliéfová (tj. geomorfologická) podmínka výškového rozdílu je u vodopádů visutých

údolí sice konsekventního (primárního) původu, ale konkrétní příčina vzniku jednotlivých vodopádových stupňů, jejich počet i poloha jsou i zde subsekventního (sekundárního), tedy geologického charakteru.

V případech severní části Babiččina údolí vznikají nejvýraznější vodopády visutých údolí na zhruba horizontální vrstvě kvádrových cenomanských pískovců, která se navíc kryje i s horní hranou antecedentního údolí, přesněji řečeno také přispívá i k jejímu vzniku. To je i důvod, proč jsou tyto vodopády vzdálené i stovky metrů od ústí potoků do Úpy. Současně jsme však i svědky, že vlivem pokročilého vývoje jsou zde právě tyto vodopádové stupně již ve stádiu destrukce až zániku. Skalní stěny v okolí vodopádu podléhají v důsledku zvlhčení až podmáčení silnému kryogennímu rozpadu (podstatně intenzivnějšímu než samotná eroze málo vodných toků) a jsou proto řítné. Kongelifrakce produkuje velké množství úlomků, které téměř souvisle vyplňují dno níže položeného amfiteátru či rokle a v různé míře zakrývají a tím i snižují stěnu původního vodopádového stupně. Vodopády jsou tak v různě pokročilém stádiu přechodu k nepravým vodopádům na autochtonních volných balvanech a blocích.

Z poboček Úpy v Babiččině údolí patří mezi visutá údolí Příčnického, Končinského, Slatinského a Světlého potok zprava, Žebráckého a Rýzmburského potoka zleva. Ve shodě se sklonem strukturních svahů kuesty k jihu je míra visutí u Světlého potoka, situovaného izolovaně nejdále směrem po toku Úpy k jihu, výrazně nejmenší.

Druhý typ, již jednoznačně subsekventní (sekundární), je možné označit jako údolí s visutým ústím (tedy nikoliv visutá údolí), pro jednoznačnější odlišení však je vhodnější je označovat jako toky se zvýšeným (popř. vyvýšeným) ústím. Ta nemají vyvinuté dvě zcela odlišné části údolí jako pravá visutá údolí, ale mají sklonově i typově shodný charakter v celé délce. Pouze v důsledku náhodných lokálních poměrů překonávají obvykle těsně před ústím do hlavního toku nebo údolní nivy (často jen ve vzdálenosti několika metrů, nebo málo desítek metrů) dílčí nerovnost (v našich poměrech téměř vždy jen nízkou – obvykle několik metrů), která může být jak pasivně (horninové příčiny, což je častější případ), tak aktivně morfostrukturního (mladé tektonické příčiny). Tento typ, častější například v územích budovaných krystalickými horninami se ve zdejších územích v dokonalé podobě nevyskytuje, ale jeho znaky vykazují peřeje a nízké stupně na nejspodnějším toku Příčnického a Stolinského potoka a také nejnižší stupeň na bezejmenné stružce u Loveckého pavilonu, vesměs na permském podloží.

Třetí případ údolí s vodopády na postranních přítocích v průlomových údolích jsou svahová údolí. Začínají až ve svazích hlavního údolí a postrádají proto sběrnou plochu na strukturním povrchu velmi mírných svahů. Proto jsou vesměs nejkratší a nejčastěji tečou poměrně přímočaře ve spádnicových liniích a většinou bez jakýchkoliv přítoků, neboť jejich lineární charakter neumožňuje vytvářet rozsáhlejší vodní síť. Jsou nejčastěji napájeny jen jednotlivými prameny a proto jsou i nejméně vodné (často protékané jen periodicky až efemérně, zvláště v horní části). Nepočítáme-li drobné, nízké skokovité nerovnosti (řádově v rámci decimetrů až maximálně 3 m) v celé délce mají velký a relativně rovnoměrný sklon. Vodopádové stupně tu jsou podmíněny výhradně sekundárními geologickými příčinami, nejčastěji pasivně strukturními, méně často i aktivně (tektonickými). Z přítoků Úpy sem patří Náchodecký, Poplužský a Šibeniční potok zleva a bezejmenné stružky v okolí hájovny (tzv. Lovecký pavilon) v Ratibořicích zprava. V souhlasu se snižováním svahů Babiččina údolí od severu k jihu uvedeným výše, je i délka těchto svahových údolí velmi rozdílná, ale neprekračuje 1 km (výrazně největší je u Náchodeckého potoka).

Na druhé straně některé ze svahových přítoků Úpy v tomto území však nevytvořily žádné pravé vodopádové stupně a dokonce ani výrazné erozní zářezy až charakteru rokle,

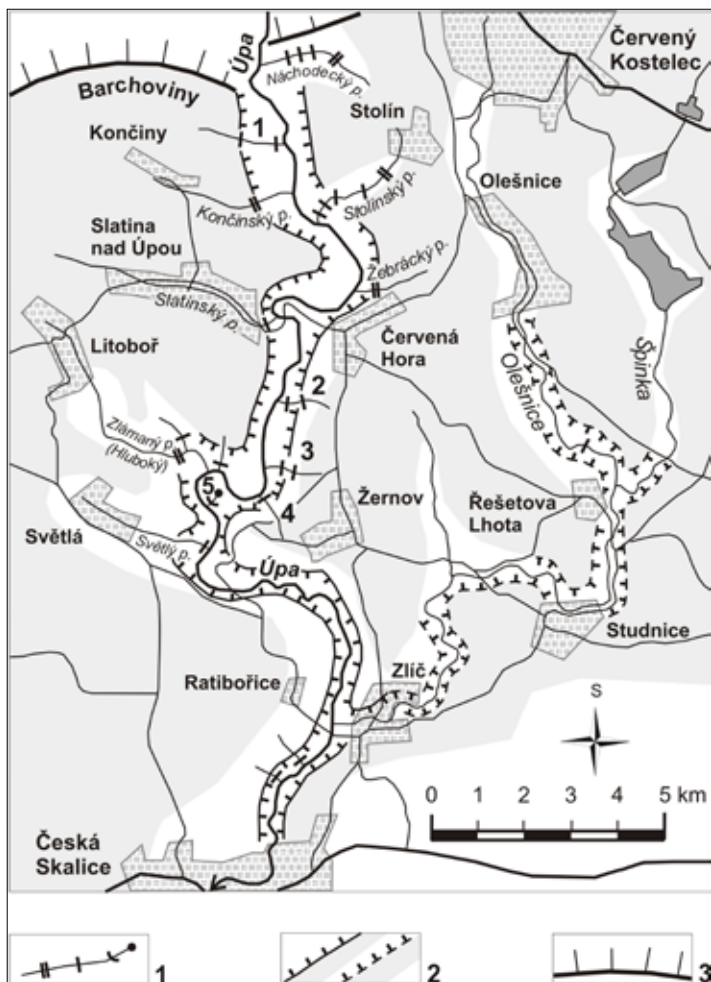
ačkoliv geologické podmínky v jejich povodí jsou stejné (včetně tvrdé polohy cenomanských pískovců). Navzdory velkému sklonu dna stékají jen slabě zahloubenými a poměrně široce rozvěvenými svahovými depresemi až terénními brázdami bez vodopádových stupňů, se souvislou balvanito-blokovou výplní ponejvíce právě z kvádrových cenomanských pískovců, která vyplňuje celé jejich široké dno. I když poněkud připomínají balvanové proudy, nelze je s nimi ztotožňovat, protože podíl kryogenních procesů na jejich formování spočívá pouze v trhání skal, ale na následných transportních procesech (vesměs gravitačních) se již nepodílely. Potoky na nich vytvářejí pouze soustavy drobných nepravých skoků (vysokých řádově jen decimetry) a peřejí. Tento charakter mají například svahové deprese drobných vodotečí pod Mstětínem, pod silničkou mezi Slatinou n. Ú. a Boušínem (zde jsou balvanité suti v korytě zčásti tmelené pěnovcem) a jižně od Slatinského potoka (u tzv. Škopovky).

Poslední případ jsou relativně nejvodnější přítoky, obvykle již s rozvětvenější sítí přítoků, a to jak v horní části povodí na mírných strukturních svazích až plošinách, tak i v údolní části. Jejich údolí jsou i nevýrazněji zahloubená a dno má již vyrovnanější a relativně menší (ale stále ještě dosti velký) sklon. Avšak ani ty plně nestačí hloubkové erozi hlavní řeky a proto v místech strukturních překážek vytvářejí stupně, obvykle však poměrně nízkých (často jen charakteru peřejí nebo nízkých skoků) a často nejen dosti vzdálených od hlavního toku (stovky metrů i přes kilometr), ale i od sebe navzájem. V Babiččině údolí sem patří Stolínský a Zlámaný (Hluboký potok).

Samostatné postavení mají nízké stupínky a vodopádky na pěnovcových tělesech, ať již se jedná o umělé jako na Mílových pramenech, nebo přirozené (těleso pod ústím Zlámaného potoka), jejichž specifické postavení je popsáno dále.

#### **4. Geologické faktory vzniku vodopádových stupňů Babiččina údolí**

I když obecné podmínky pro vznik vodopádů ve zdejších antedecentním údolí jsou dané geomorfologickým vývojem území, konkrétní místa vzniku podmiňují geologické poměry území. V převážně horizontálně nebo subhorizontálně uložených sedimentárních horninách, které tvoří podloží zdejších vodopádů, je to v první řadě různá tvrdost a tedy i odolnost jednotlivých vrstev vůči hloubkové erozi. Nejtvrdší ze zdejších hornin jsou kvádrové cenomanské pískovce, i když dokonalost jejich kvádrovitě odlučnosti je dosti odlišná na jednotlivých lokalitách. V erozně exponovaných partiích (jak v samotných korytech postranních přítoků, tak i jejich velmi strmých stržovitých svazích) vytvářejí výrazné lavice, přes které spadá většina zdejších vodopádů, včetně prakticky všech nejvýznamnějších. Nad nimi se nacházejí většinou podstatně mocnější souvrství turonských slínovců. Naopak na jejich bázi se ve spodní části údolí Úpy nachází ještě vrstvička jílovců nebo dokonce jílovitá uhelná slojka, která je ve dvou případech (Rýzmburský a Světlý potok) i součástí vodopádových stěn, což je naprostý unikát mezi našimi (a patrně nejen našimi) vodopády. Jak samotná kvádrová odlučnost pískovců, tak zvláště podložní vrstva velmi měkkých jílovců, které jsou v údolních polohách v okolí vodopádů permanentně podmáčené, přispívají navíc zřetelně k rychlému kryogennímu rozpadu o kterém byla řeč výše. Nejlépe je to patrné u tří visutých údolí severní části Babiččina údolí a také na jižnějším Zlámaném potoce. Nejvíce pokročila destrukce u vodopádu Příčnického potoka, který již prakticky zanikl, méně pokročilá je u Končinského a Zlámaného potoka, kde vodopády ještě existují, ale mění se v nepravé, stékající zčásti ještě po pevném skalním podloží a zčásti již po volných, byť autochtonních blocích a i koryto pod nimi je převážně zavalené blokovou výplní. Nejméně pokročilá je u Žebráckého potoka, kde je sice také celý rozsáhlý vodopádový amfiteátr pod pískovcovou lavicí vyplněný blokovými úpatními haldami, ale sám vodopád je ještě zachovalý přinejmenším ve větší části výšky lavice.



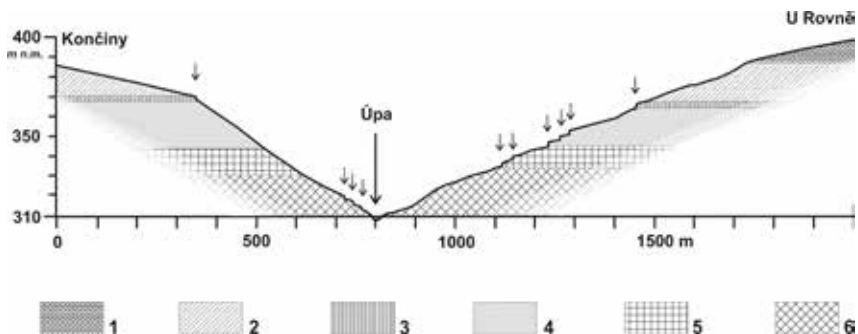
**Obr. 1:** Mapa poloh vodopádových stupňů v Babiččině údolí a v údolí Olešnice. Legenda: 1. významnější vodopády, malé vodopády a přejeje, umělý vodopád, pramen (zleva doprava), 2. horní rims antecedentního údolí, výrazněji zahloubené úseky údolí Olešnice 3. kuestová hrana Kocleřovského hřbetu. Čísla v mapce: 1. Příčnický potok, 2. Poplužní potok, 3. Šibeniční potok, 4. Rýzmburský potok, 5. pramen Jakuba Míly (U Merglu, U Melgru).

**Fig. 1:** A map showing the position of waterfall steps in the Babiččino údolí Valley and on the Olešnice Brook. Explanation: 1. higher waterfalls, minor waterfalls and rapids, artificial waterfall, spring (from left to right), 2. upper rims of the antecedent valley (left), markedly incise reaches of the Olešnice Brook valley, 3. cuesta edge of the Kocleřovský hřbet Ridge. Numbering of streams in the maps: 1. Příčnický potok, 2. Poplužní potok, 3. Šibeniční potok, 4. Rýzmburský potok, 5. Jakub Míla Spring (or U Merglu, U Melgru).

Specifikem zdejšího území jsou dva případy vodopádových stupňů, které se výškově nekryjí jen s mocností určité tvrdé vrstvy odlišné horniny (a obvykle i jiného geologického útvaru). Oba vznikají díky tomu, že se jedná vesměs o toky s malým průtokem (popř. i jen nestálé), a tedy i nízkou erozní schopností. U vodních toků s velkou výmólnou silou by rychlý postup eroze vedl k jejich brzkému zániku.

První případ jsou nerovnosti, které jsou podmíněné nestejnou kompaktností a tedy i tvrdostí jednotlivých vrstviček (často jen o mocnosti řádově dm) v rámci stejné horniny. To se nejvíce projevuje v peřejích, popř. i nízkých skocích na permských (saxon trutnovského souvrství) aleuropolitech a pískovcích ve spodní části toku Příčnického, Stolínského a Šibeničního potoka a také v turonských slínovcích v horní části Šibeničního potoka a na bezejmenných periodických až efemérních stružkách v okolí hájovny (Loveckého pavilonu) v Ratibořicích.

Druhý, u nás zcela výjimečný, až unikátní případ se vyskytuje jen u stupňů Náchodeckého potoka, kde jsou vodopády, jejichž výška není vymezená samotnou mocností tvrdé vrstvy jako takové, ale kontakt různých hornin a dokonce i jiných geologických útvarů se nekryje s jejich horní nebo dolní hranou, ale probíhá různě vysoko přímo ve vodopádové stěně. U nejvýše položeného stupně se jedná o výše zmíněnou vrstvu tvrdého cenomanského pískovce, která tvoří horní hranu vodopádu a jeho horní svislou část, zatímco spodní splývavou část pod zřetelným kontaktem tvoří triasové pískovce. U jednoho z níže položených stupňů je naopak horní tenká, tvrdší lavice podmiňující vznik svislého skoku z triasových pískovců, ale ve spodní části stěny již vystupují červené permské pískovce až prachovojílovce.



**Obr. 2:** Lomený příčný profil antecedentním údolím Úpy v linii Příčnického (vlevo) a Náchodeckého potoka. Legenda: 1. kvartérní zvětraliny a sprašové hlíny, 2. turonské prachovce a pískovce, 3. křemité cenomanské pískovce, 4. bílé triasové pískovce (bohdašinské souvrství), 5. permské (thuring) prachovojílové pískovce až arkózy, 6. permské (saxon) červenohnědé aleuropolity s vložkami pískovců. Svislé šipky vyznačují polohu vodopádů a peřejí.

**Fig. 2:** A broken cross profile of the antecedent valley of Úpa River along the course of the Příčnický potok Stream (left) and Náchodecký potok Stream. Explanations: 1. Quaternary weathering products and loess loams, 2. Turonian siltstones and sandstones, 3. Cenomanian quartzose sandstones, 4. white Triassic sandstones (Bohdašín Formation), 5. Permian (Thuringian) silty-clayey sandstones to arkoses, 6. Permian (Saxonian) reddish-brown mudstones with sandstone intercalations. Vertical arrows denote the position of waterfalls and rapids.



## 5. Popis a charakteristika vodopádů

V článku je použita terminologie i typologie vodopádů (výšková i horizontální, stejně jako hydrologická), kterou vypracoval V. PILOUS (2009). Pro potřebu této práce je třeba uvést, že pravé vodopády se nacházejí na pevném skalním podloží, zatímco nepravé na volných balvanech a blocích, vzniklých rozpadem okolních výchozů. Jelikož většina zdejších potoků patří mezi sezónní (stálé, ale v sušších obdobích roku jen s nepatrným, čůrkovitým nebo skapovým průtokem), periodické (protékané několikrát do roka za tání sněhu či vysokých srážek) nebo efemérní (protékané jen za mimořádně intenzivních tání či srážkách jednou za rok, popř. za několik roků), jejich atraktivita pro veřejnost je převážně velmi malá, tím spíše, že se zčásti nacházejí i mimo turistických tras. Popis jednotlivých lokalit postupuje od severu k jihu, bez ohledu na to, zda se jedná o levo- nebo pravobřežní přítoky a popis vodopádů odshora směrem po toku; v tomto směru jsou chápány i údaje o pravé či levé straně vodopádů. Z potoků s vodopády mají v tomto prostoru jen dva největší (Slatinský a Zlámaný, resp. Hluboký) zavedené názvy, které jsou uvedené i v topografických mapách, ostatní jsou dosud bezejmenné. Proto bylo potřeba u většiny z nich pro jednoznačnost vytvořit nové názvy, vesměs inspirované místními i pomístními názvy v okolí (např. logicky u Žebračského a Šibeničního podle roklí, kterými protékají, Končinský, Náchodecký, Stolinský, Rýzmburský a Světlý podle blízkých obcí, místních částí a chatových osad, Příchovický a Poplužní podle stávajících pomístních názvů v prostoru jejich pramenné oblasti). U rozměrů vývaříšť jsou uváděné maximální rozměry, přičemž první uváděný údaj je délka, druhý šířka a třetí hloubka.

### Náchodecký potok

Náchodecký potok je prvním, a to levostranným přítokem Úpy v antecedentním úseku Babiččina údolí. Ač se jedná o krátký svahový přítok, mírně se obloukovitě stáčí, pravděpodobně v důsledku lokalizace na východním zakončení strmého, čelního svahu kuzyna Kocleřovského hřbetu. Jeho zářez bez výraznějšího úpadu v pramenné části se vyznačuje strmými svahy, zvláště ve středním úseku. Potok je v horní části periodického, ve spodní sezónního charakteru; vodopády jsou proto atraktivnější pouze v době tání a v období mimořádných srážek.

Nejvýše položený a současně nejzajímavější vodopád se nachází 100 m nad zděným mostem vozové lesní cesty, která vykrčuje údolí ve střední části. Je vysoký 2,7 m, s celkovým sklonem 60° (horní část svislá, spodní 40–80°) a široký 0,6–1,5 m ve dvou nevýrazných ramenech. Vznikl v drobném amfiteátru na lavici tvrdého cenomanského kvádřového pískovce, mocné okolo 1 m, nahoře s ostrou hranou podle svislé pukliny směru 60° a s mělkým převisem na bázi, která tvoří horní svislou část vodopádu. Spodní, úklonná část vodopádu stéká po tence horizontálně vrstevnatých, hrubozrnných triasových pískovcích. Na úpatí je akumulace ze zřícených balvanů cenomanského pískovce, za níž se zachycují drobné splaveniny a napadaný organický materiál a která druhotně zmenšuje výšku vodopádu asi 0,5 m.

Další tři stupně jsou až těsně pod zmíněným mostem. Jejich výška je 1,6 m (široký do 1 m), 0,8 m a 1,8 m (široký 0,5–1 m). Všechny jsou stejného typu, neboť vznikly na tenkých (10–40 cm), tvrdších polohách (lavicích) hrubozrnných triasových pískovců a padají svisle přes mělké převisy pod nimi; pouze u nejvýše položeného navazuje ve spodní části pod nízkým převisem ještě drobně schodovitá kaskáda. Horní dvě mají obloukovitou horní hranu bez výrazných puklin, spodní je v koutě na křížení svislých puklin směru 60° a 165°. Na úpatí mají drobná mělká vývaříště. Ve stěně nejspodnějšího stupně probíhá kontakt, pod nímž již vystupují červené permské (thuring) pískovce. Vodopády

v horní polovině Náchodecké rokly jsou jedinými vodopády na triasovém podloží v ČR, a jejich unikátnost ještě zvyšuje kontakt s cenomanskými a na druhé straně permskými pískovci v jejich stěnách.

Po delším úseku mírnějšího sklonu následují ve spodní části rokly pod jejím ohybem ještě dva vodopádové stupně na podloží permských pískovců, které se vyznačují i poněkud větším průtokem. Výše položený je peřejovitě kaskádovitý, vysoký 1,5 m, se sklonem 40° a šířkou 1–1,5 m, stéká po skalní plotně bez puklin, členěná jen vrstevními spárami a končí v malém, mělkém vývařišti Druhý o 40 m níže se nachází v drobném amfiteátru s říťivými svahy a stéká peřejovitými kaskádami po skalních plotnách. Člení ho jen několik subhorizontálních vrstevních spár, které podmiňují i jediný svislý skok uprostřed. Je vysoký 2,1 m se sklonem 45°, a dolů se vějířovitě rozšiřuje z 1 na 3 m. Na úpatí končí bez vývařiště v balvanech, zřícených se svahů amfiteátru.

### **Příčnický potok**

O 1 km dále po toku ústí z opačné, pravé strany Příčnický potok typicky visutého charakteru, jehož horní, podstatně delší část stéká po mírné strukturální ploše (svahu) kuesty v blízkosti jejího hřebene. Horní hrana antecedentního údolí se v tomto prostoru ztotožňuje s výchozem tvrdé vrstvy cenomanského pískovce, rozčleněná do dvou lavic. Horní lavici překonává potok 1,4 m vysokým skokem ještě na plošině, který je ale zapadáný větvemi a kmeny. Pod ním teče mělkým a širokým, ale zčásti i skalnatým zářezem s nepatrným sklonem, který po 50 m vyúsťuje na vlastní hranu údolí Úpy. Na ní je druhá lavice cenomanského pískovce, ale natolik silně destruovaná kryogenními procesy, že někdejší vodopád již prakticky zanikl v balvanové suti. Nejstrmější úsek koryta je vysoký 3,3 m, ale jen okolo 1 m vysoká část teče ještě po podložní skále, zbytek je nepravá kaskáda po balvanech o průměru 0,5–1 m, které vyplňují dno zářezu i směrem dolů.

Pod zovozou cestou, která probíhá ve spodní části svahu Babiččina údolí vytváří potok mírně skalnatou rokli v permských (saxonských) aleuropelitech a pískovcích. Nad vtokem do Úpy vytváří na jejich skalních plotnách soustavu peřejí, přerušovaných i nízkými strmými až svislými skoky na tvrdších vrstvách; nejvyšší dosahuje 0,8 m. Výška celé soustavy je 8,5 m, při sklonu 12° a velmi proměnlivé šířce 1–4 m, poněvíc ale 1,5–2 m. Na plotnách a jejich okrajích je roztroušeno několik velkých bloků (největší s osou 5 m dlouhou) zřícených se stěn rokly, popřípadě sem přemístěných soliflukčními procesy.

### **Končinský potok (Končinský vodopád)**

Jen o 300 m dále k jihu ústí zprava další, ještě typičtější visutý a poněkud vodnější Končinský potok. Podstatně rozsáhlejší horní část povodí se nachází na stejných velmi mírně ukloněných strukturálních svazích kuesty, zatímco krátká dolní část toku spadá strmě svahem údolí Úpy. Poměrem sklonu horního (2°) a spodního toku (15°), ale i reliéfovou výrazností ostré horní hrany hlavního údolí představuje Končinský potok nejdokonalejší a spolu s předešlým Příčnickým potokem i nejvýše visutý přítok Úpy ve studovaném území (s výškovým rozdílem okolo 70 m).

Samotný vodopád je na čele až 10 m hlubokého, skalnatého, užšího erozního amfiteátru, který vznikl proříznutím několik metrů mocné vrstvy kvádrového cenomanského pískovce. Vodopád je vysoký 3,3 m, z čehož je dobře viditelná jen horní, 1,2 m vysoká část, zatímco ve spodní mizí voda zčásti (podle stavu vody) mezi převážně deskovitými až hranolovitými autohtonními balvany a bloky (s osami až 1,5 m dlouhými) z částečně kryogenně destruované vodopádové stěny; ty omezují vodopád i z pravé strany. Vodopád je sice zatím pravý na skalním podloží, ale v pokročilém stádiu destrukce a počátečního přechodu k nepravému typu. Šířka vodopádu dosahuje od 20–40 cm na horní hraně až

2 m při úpatí. Původní vodopád na skalním podloží je svislý (až převislý), ale na nepravé spodní části klesá sklon i pod 70°. Převis na bázi lavice cenomanských pískovců je hluboký až 1 m a výrazně přispívá k řícení stěny; dnes je však již vidět jen na levém okraji vodopádu. Na formování i destrukci samotné vodopádové stěny se podílejí jak svislé pukliny obou směrů (podélné s tokem 155° a příčné 65°), tak i kosé a horizontální až subhorizontální. Svahy a dno amfiteátru pod vodopádem jsou taktéž souvisle zavalené bloky zřícenými se stěn rokle. Na rozdíl od okolních potoků jsou v tomto případě v dolní části svahů mocnější, byť dosti zahlněné kamenité sutě a proto zde v korytě nevystupuje permské podloží s nerovnostmi.

### **Stolinský potok (Stolinské vodopády)**

Další, naopak levostranný přítok je poněkud vodnější Stolinský potok s rozsáhlejším povodím a na rozdíl od předešlých s vyvinutou sítí, byť slabých svahových přítoků. To se projevuje i na jeho silnější erozi a proto vytváří podstatně výrazněji zaříznuté údolí s profilem písmene V. Na tvrdších lavicovitých vrstvách, ať již cenomanských pískovců nebo permských pískovců však i on vytváří drobné nerovnosti. Soustava pasivně strukturních peřejí nedaleko nad ústím do Úpy může navozovat dojem, že se také jedná o visuté údolí, ale jelikož postrádá typické znaky těchto údolí uvedené u předchozích případů a sklon dna je rámcově shodný nad i pod zdejšími údolními nerovnostmi, je nutné ho považovat za erozně zahlněné údolí postranního toku, pouze se zvýšeným ústím.

Nejvýše položený, tzv. Stolinský vodopád se nachází nedaleko (50 m) od okraje intravilánu Stolína. Jeho poloha v poměrně širší části údolí s malým sklonem je poněkud překvapivá, ale pod ním se již dno údolí začíná mělce zářezovitě zužovat. Vznikl však na stejné horizontální lavici kvádrových cenomanských pískovců a tedy i ve stejné výšce (380–390 m) jako hlavní vodopády v sousedních údolích, ale s ohledem na hluboké erozní zahloubení údolí Stolinského potoka je tu posunutý podstatně dále od toku Úpy (1,3 km) než v předešlých případech svahových a visutých údolí a má charakter jednoznačně sekundárního, strukturního vodopádu.

Vodopád je svislého typu, zčásti až vodopádové kaskády, dosahuje výšky 1,65 m a šířky do 1 m. Kvádrová odlučnost i tvrdost horniny podmiňují jeho ostrou horní hranu i úpatí, které zapadá do vývařišť (1,5×2×0,5 m), po toku hrazeného balvanu ze zřícených postranních, erozně podemílaných a rozvolňovaných skalních břehů. Ve vodopádové stěně se nejvíce uplatňují svislé pukliny směrů 70° (podélné) a 150° (příčné), podružně i další. Vodopád je porostlý vodními mechy a řasami, které zakrývají pukliny.

Všechny další nerovnosti, které se nacházejí až o několik set metrů dál ve spodní části údolí, jsou již na permském podloží (trutnovského souvrství saxonu). Vznikají v místech, kde hloubková eroze protíná tenké polohy pevnějších pískovců mezi aleuropelity. Nejvýše položená je peřejovitě kaskádovitá soustava vysoká 2,9 m v celkové délce 18 m. Má charakter skalních ploten s drobnými strmějšími stupni, vymezenými vrstevními spárami. Nejvyšší (1,3 m) je na horním začátku a v podélném profilu je obloukovitá. Na jeho úpatí je skalní vývařišť, druhé je na spodním konci pod jedinou výraznou, příčnou puklinou. Následný, vzdálenější stupeň je izolovaný 0,8 m vysoký, kaskádovitý a v pravé části až svislý skok s překvapivě velkým vývařišťem (5×4×0,5). Izolovaný je i další stupeň vysoký 1,4–1,5 m, nahoře svislý, dole skluzovitý a také s velkým vývařišťem (5×4×0,2 m). Nedaleko již začíná skalní, plotnovité koryto s peřejemi a nízkými skoky (nejvyšší z nich, vysoký 0,8 m je kaskádovitý). V tomto úseku se nacházejí na šikmo příčné svislé puklině (125°) jen 10 cm od sebe dva drobné obří hrnce (s průměrem 15 a 15×20 cm), vyplněné drobnými kamínky.

Nejspodnější a současně nejdelší soustava (52 m) peřejí na plotnách a s drobnými skoky na tvrdších partiích horniny se nachází již pod ohybem údolí, kde současně s prohlubováním zářezu vystupují v dolní části svahů i skalní stěny. Soustava je celkově vysoká 8,5 m, s celkovým sklonem 9,5° a šířkou 2–5 m. Nejstrmější úsek je v nejhořejší části, kde je 1 m vysoká kaskáda. V dolní části a poté i na samotném konci soustavy se nacházejí dvě poměrně rozsáhlá, ale mělká vývřiště. Na plotnách i březích se nacházejí i nepočtené balvany a bloky, gravitačně transportované z destruovaných skalních stěn na obou stranách. V horní části soustavy však byla v rámci výstavby cesty na pravé straně skála uměle odlámaná a její těleso zpevněné náspem, který antropogenně pozměnil a zúžil i koryto v tomto úseku.

Na rozdíl od předchozích případů prochází celým údolím lesní cesta a údolní stupně jsou z ní dobře viditelné a přístupné. Stolínský potok patří k relativně větším tokům v oblasti, s průměrným průtokem u ústí okolo 15 l/s (odvozeno) z plochy povodí 2 km<sup>2</sup>. Stolínské vodopády jsou jako jediné v tomto území uváděné i na internetových stránkách ([www.vodopady.info](http://www.vodopady.info)), bezpochyby proto, že údolní cesta, byť neznačená, je turisticky využívána.

### **Žebrácký potok (Žebrácký vodopád)**

Žebrácká rokle se nachází též v levém svahu, jen asi 200 m severně od východního konce obce Červená Hora. Žebrácký potok vytváří další visutý tok, ale ne již v tak dokonalé podobě, jako u Příčnického a Končinského potoka, neboť horní část nad hranou má spíše charakter rozlehlého a mělkými rýhami poněkud členěného úpadu než skutečného údolí a také její sklon je již poněkud větší (3,5°), přičemž sklon spodní části je 14°. Výškový rozdíl visuté části toku je 50 m. Ostrá okrajová hrana antecedentního údolí se i zde přesně kryje s horizontální polohou tvrdých, kvádrových cenomanských pískovců a díky tomu se zde navzdory pomístnímu názvu „rokle“ vytvořil široký skalnatý amfiteátr, široký až 80 a hluboký do 25 m. Lavice cenomanského pískovce zde má mocnost nejméně 5–6 m, ale s ohledem na zakrytí úpatí blokovými zvětralinami může být i větší. Na její horní hraně, těsně pod silničkou do Mstětína vznikl nejdokonalejší vodopád celého Babiččina údolí.

Vodopád je dvoustupňový, ve shodě se dvěma lavicemi, které zde pískovec vytváří. Oba stupně jsou svislé (spodní až nevýrazně převisový) a jeho celková výška je 4,8 m, z toho horního stupně 1,2 m (dva podstupně 1,0 a 0,2 m, oddělené teráskou) a hlavního spodního do 3,1 m, ale podle místa kam voda dopadá jsou rozdíly až 0,5 m. Oba stupně jsou oddělené 3,6 m dlouhým mezistupněm na horizontálních puklinových plochách, které člení ještě zcela drobné skoky o úhrnné výšce 50 cm. Šířka horního stupně je do 1,0–1,4 m, spodního okolo 2 m, s postranními prosaky vody ale až 4 m. Horní hrany obou stupňů jsou ostré ve shodě s kvádrou odlučností, která se uplatňuje i na modelaci samotných stěn. Hrany obou stupňů vznikly podle svislé pukliny směru 160°, příčné k toku, ale u horního je členitější v důsledku dalších, podružných puklin. Na úpatí vodopádové stěny jsou převisy po obou stranách, hluboké až 1 m. Vývřiško zde chybí, neboť voda dopadá do ostrohranné balvanové suť (s balvany o průměru i přes 1 m), která snižuje původní výšku vodopádu o přesně neurčitelnou hodnotu. Suť pochází z kryogenně destruované lavice cenomanských pískovců a pokrývá téměř souvisle strmě svažité dno amfiteátru; na této výplni pod vodopádem tvoří potůček soustavu až 1 m vysokých nepravých skoků.

Sám vodopád je v dosahu stálé vody porostlý vodními mechorosty i řasami, které tvoří i cípáté záclonky. Navzdory velkému povodí vzniká potůček soutokem dvou zdrojnic a navíc je napájený prameny, proto má ve srovnání s okolními vodotečemi větší i vyrovnanější průtok, ale i tak má v létě pouze čůrkovou podobu. Na pravé zdrojnici je těsně vedle silnice vybudovaný malý, dnes již nefunkční rybníček poněkud nevysvětlitelného účelu.

Nad hranou Žebrácké rokle prochází modrá turistická značka po silničce i odbočujícím chodníku. Několik desítek metrů od vodopádu je přímo pod chodníkem ve strmém jižním svahu rokle v linii malého potůčku nápadný kuželovitý útvar s velmi strmými svahy, vysoký až 20 m a široký 6–7 m, s mocností 0,5–2 m. I když morfologii silně připomíná svahová pěnovecová ložiska, je budovaný málo soudržným, křemitým písčítým materiálem. V důsledku malé soudržnosti se ve spodní polovině jeho povrch odtrhává a sjíždí po svahu. Jeho vznik je obtížně vysvětlitelný, ale téměř jistě ho usadil zmíněný potůček, který pramení 40 m odtud v mírném svahu přímo pod tělesem silničky v kruhové depresi, dříve nejspíše upravené jako studánka. Materiál kužele snad vznikl sedimentací pískové složky, vyplavené z lokálně slabě tmelených vložek turonských spogilitických pískovců. Dnes se potůček do útvaru spíše slabě erozně zařezává rýhou s velkým sklonem při jeho pravém okraji, hlubokou i širokou okolo 0,5 m a nebýt jeho celoročně nepatrného průtoku, představoval by typologicky úklonný vodopád. Útvar zaslouží další studium.

### **Slatinský potok (Slatinský vodopád)**

Slatinský potok protéká stejnojmennou obcí Slatinou n. Ú. a představuje další visutý tok zdejšího území. Vodopádový stupeň se nachází opět na horním okraji strmě spadajícího úseku k Úpě, a to přímo na okraji intravilánu obce pod silničním mostem. Pod vodopádem vytváří potok na rozdíl od amfiteatrů předešlých visutých toků přes 100 m dlouhou, 6–30 m hlubokou a do 30–40 m širokou roklí s velmi strmými svahy a místy i svislými skalními stěnami, vysokými 2–8 m a z velké části formovanými podélnými, svislými puklinovými plochami směru 60°. V podélném profilu je dvoustupňová. Horní část pod hlavní kaskádou je menší (hluboká 6 m a široká do 15 m), a teprve pod dalšími dvěma stupni dosahuje největších rozměrů. Je nejvýraznější formou tohoto typu mezi všemi zdejšími přítoky Úpy. Její vznik umožnila lokálně největší mocnost kvádrových cenomanských pískovců ve zdejším území (až 20 m) a podle polohy přímo proti zakleslému meandru Úpy nelze vyloučit ani tektonické faktory. Původní ráz rokle je však narušený tělesem silnice v pravém svahu a jejími vysokými opěrnými zdmi a také starým, opuštěným lomem ve svahu přímo nad silnicí.

S ohledem na těleso silnice i okraj intravilánu je okolí vodopádu antropogenně silně narušené. I na samotném potoce se bezprostředně na opačné straně mostu nachází požární nádrž s poměrně vysokou hrází a tak nelze vyloučit, že původní podoba vodopádu byla před výstavbou silnice i nádrže jiná. Vodopádový stupeň je na podloží kvádrovitě až deskovitě rozpukaných cenomanských pískovců. Podle systému svislých puklin směru 145° a 70°, obou kosých na směr toku je přejeovitě kaskádového typu (až nedokonale schodovitěho). Dosahuje výšky 3,0 m, šířky podle stavu vody 0,5–2,3 (–3,0) m a sklonu 38°, ale i krátkými svislými skoky na horizontálních puklinách. Jeho horní i dolní hrana jsou v kontrastu s celkovým malým sklonem ostré, ale dole končí v kamenitém náplavu s malým, nevýrazným vývařštěm. Kaskáda trpí blízkostí obce a zvláště na několika balvanech vyborcených ze skalních břehů se vedle větvi uchycují i naplavené odpadky (nebo i přímo nasypané seshora); navíc voda splašky i zapáchá. Pod tímto stupněm je 40 m dlouhý úsek menšího sklonu, po němž následují ještě dva drobné, ale pravé skoky na skalním podloží vysoké okolo 1 m. Je pravděpodobné, že hlavní vodopádová stěna byla původně vyšší a teprve v důsledku rychlého erozního zahlubování toku i mrazové destrukce se postupně rozčlenila na těchto několik více vzdálených dílčích stupňů. Teprve po prohloubení pod spodními dvěma pokračuje nejskalnatější a nejhlubší část rokle se silně svažitým dnem pokrytým souvislou balvanitou výplní, na níž potok tvoří sérii drobných nepravých skoků. Slatinský potok je stálý, druhý nejvodnější potok studovaného území, s průměrným průtokem okolo 32 l/s (odvozeno) z povodí zhruba 4,5 km<sup>2</sup>.

### **Poplužní potok**

Poplužní potok je prvním levostranným přítokem Úpy několik set metrů jižně od obce Červená hora; jeho stejnojmenná rokle je ve své spodní části již i první na území NPP Babiččino údolí. Na rozdíl od většiny severnějších přítoků však je kratší a proto představuje jen svahový přítok, který téměř v celé délce vytváří zářez s profilem písmene V, strmými svahy a podstatně větším, ale rovnoměrnějším sklonem v celé délce. V dolní polovině, kde zářez protíná zpětnou erozí tvrdou vrstvu cenomanských pískovců (stejnou jako v předešlých případech, ale zde podstatně tenčí), tak vzniká lavice, členěná vodorovnými puklinami, přes kterou potůček spadá do asymetrického, z levé strany skalnatého a až 8 m hlubokého amfiteátru (zprava nižší a jen svahový) periodickým vodopádkem. Jeho celková výška je 1,4 m, ale za nižších stavů je tvořený dvěma svislými podstupni (1,0 a 0,4 m), oddělenými kratičkým mezistupněm na horizontální puklině a šířka je podle stavu 0,2–1,2 m (–3 m). Jeho obloukovitá horní hrana je ostrá, slabě klikatá podle dílčích puklin a na úpatí padá do ostrohranné sítě z mrazově zvětrávací stěny, bez níž by byl vodopád asi o 0,5 m vyšší. Proto tu chybí i vývařisko. Lavice cenomanských pískovců, na úpatí místý i s mělkými převisy, je málo propustná a proto nad ní vyvěrá z levého svahu amfiteátru série slabých vrstevních pramenů.

Nad vyústěním do úzké údolní nivy Úpy vytváří potok ještě jeden úsek strmějšího sklonu na další tvrdé vrstvě pískovců, která již ale podlehla úplné destrukci. Proto tu vznikla jen mělká svahová amfiteátrovitá deprese vyplněná kompaktními, převážně kvádrovitými, popř. i deskovitými bloky. Potok se mezi nimi proplétá a vytváří na nich drobné nepravé skoky až kaskádky, vysoké řádově jen dm.

### **Šibeniční potok**

Protéká Šibeniční roklí, s historicky podloženým jménem jen okolo 0,6 km jižně od předešlého toku, též z levého svahu údolí Úpy. Také je stejného, svahového typu a podobné modelace, tj. v podobě V zářezu a strmými svahy a velkým, ale poměrně stejnoměrným sklonem v celé délce. Přesto jsou jeho údolní nerovnosti odlišného typu a v jeho korytě se na rozdíl od všech předešlých potoků vůbec neuplatňují tvrdé cenomanské pískovce, přesněji řečeno jejich lavice.

V horní části vystupují ve strmých svazích zářezu erozně obnažené skalky (zvláště pod historickým kamenným mostem na staré cestě spojující hrady Rýzmburk a Červenou Horu) tence vrstevnatých turonských slínovců, ale žádný vodopádový stupeň zde nevznikl. Teprve níže se na stejném podloží na nich vytvořil jediný, izolovaný a převislý vodopádový stupeň v malém skalnatém amfiteátru. Jeho výška je 1,8 m. Je také pouze periodický a pokud jím protéká voda, je široký do 1 m. Vznikl na tvrdší, kompaktnější, velmi mírně ukloněné vrstvě (5° k SZ, tj. po směru toku) v místě, kde ji protíná příčně, stejně jako okolní stěny svislá puklina směru 17° a z boků omezují podélné svislé pukliny (100°). Její mocnost je pouhých 10–15 m, proto má výrazně deskovitý charakter. V měkčích polohách pod ní vznikl intenzivnějším mrazovým zvětráváním až 60 cm hluboký a 160 cm vysoký převis. Horní i dolní hrany vodopádu jsou zcela ostré – dole dopadají na skalní vrstevní plochu, zčásti pokrytou deskovitými úlomky odlomenými z vodopádové stěny.

V dolní části rokle, pod ústím rýhy z louky zprava se zářez opět zužuje a v jeho strmých svazích vystupují ve svazích drobné skalky z permských (saxonských) pískovců až slepenců. Na dně strže na nich potůček (zde již stálý) vytváří asi 20 m dlouhé peřeje, členěné drobnými (do 0,5 m) svislými skoky.

### Rýzmburský potok

Další visutý přítok Úpy se nachází v těsném východním sousedství stejnojmenné osady a jeho zářez přímo vymezuje od východu elevaci hradní zříceniny Rýzmburku. Horní část povodí tvoří výrazná pánvičkovitá deprese s velmi malým sklonem dna ( $3^\circ$ ) a drobným (dnes suchým) rybníkem (v minulosti snad i dvěma nad sebou). Nedaleko pod jeho hrází se ostrou skalní hranou lomí do stržovité rokle s mimořádně strmými svahy a velkým sklonem dna ( $19^\circ$ ), která v důsledku boční eroze Úpy v jejím ohybu vyúsťuje ze strmého svahu přímo do řečiště. Nepatrný průtok periodického potůčku v poměru k jeho povrchovému povodí svědčí o určité anomálii a lze ho přičíst složitým hydrogeologickým poměrům a vysokému podílu vápnité složky ve slínovcích v tomto prostoru, díky kterým se zde povrchové vody ve zvýšené míře ztrácejí v podzemí. To vede nejspíše v případě Rýzmburského potoka k výraznému ochuzení jeho průtoků.

V rokli Rýzmburského potoka se nacházejí dva drobné vodopádové stupně. Horní je přímo v místě, kde se mělké široké údolíčko skokově zahlubuje do úzké, skalnaté průrvy v turonských slínovcích, kterou rokle nahoře začíná. Zde je patrný asi 1,9 m vysoký, kaskádovitý stupeň, jeho skutečnou výšku, nejspíše větší, však není možné ověřit, neboť průrva je souvisle zavalená napadanými kmeny a větvemi. Nižší stupeň, převážně ale peřejovitého charakteru jsou v rokli i níže, ale též z větší části zakryté napadanými kmeny. Teprve ve spodní části (nad zanikající cestou traverzující svah) je poslední výraznější stupeň a to přes horizontální lavici cenomanského pískovce. Je kaskádovitý, vysoký okolo 1,5 m (nestejně), široký 2 m (s pěnovcovými povlaky z postranního pramene zleva až 2,5 m) a sklonem  $60\text{--}80^\circ$ . Horní část na kvádrovém cenomanském pískovci, členěná puklinami více směřů je tvořena svislými skoky, spodní úklonná je na slojce křídového uhlí bažinně-límnického původu na jeho bázi. Ta je mocná přinejmenším 60 cm, ale její spodní zakončení je ukryté pod kamenitou výplní dna rokle (ale ještě více tvořenou napadanými kmeny, větvemi a listím), takže může být i větší. Navíc je téměř souvisle pokrytá povlakem korovitých pěnovců, tlustým od několika mm až do 2 cm. Horní část vodopádové stěny je pokrytá nesouvislými pěnovcovými, převážně strukturálními mechovými sedimenty, někde jen v podobě milimetrových kůr, jinde vytvářejících i drobné kužilky (až 20 cm mocné) a v pravé části na nepatrném převisu i záclonky z mechových pěnovců. Pěnovcovými kůrami jsou potaženy i peřeje dále pod vodopádkem, ale odlišného kompaktního, řasového charakteru.

Prosaky vody i slabé prameny ukládající pěnovec se nacházejí také v těsné blízkosti rokle ve svahu hradního vrchu Rýzmburku směrem na západ, ale výše ve svahu, tedy přímo z vrstev turonských slínovců. Na opukových skalách se zde vytvářejí tenké korové povlaky pěnovce ale i jeden drobný útvar stěnového suku, velmi strmá obdoba svahových suků. Jeho část na svislé části stěny je vysoká 2,5 m, s boulovitě jazykovitou horní částí výše na svahu celkem 4 m. Jeho šířka dosahuje maximálně 1,8 m a mocnost do 1 m, většinou ale méně. Celý je tvořený velmi křehkým strukturálním pěnovcem, který ale téměř není vidět stejně jako skapávající voda, neboť celý povrch je souvisle porostlý až 10 cm tlustým polštářem běžného pěnovcotvorného mechu *Cratoneuron commutatum*, ke kterému v horní svažité části přistupuje několik trsů měsíčnice vytrvalé (*Lunaria rediviva*). Na úpatí svislé části suku je několik drobných převisů. Stěnový suk na svislé skále je patrně jediný v naší republice a proto je unikátem i navzdory malým rozměrům. Vedle těchto tvarů na skalách se ve svahu pod nimi usazují i poněkud mocnější (několik dm) pěnovcové akumulace plošného i jazykovitého tvaru.

### **Zlámaný (Hluboký) potok**

Zlámaný potok je nejvodnějším přítokem Úpy v celém studovaném území a proto vytvořil i nejvíce zahloubené údolí. I v něm sice vznikl jeden vodopádový stupeň, ale vzhledem k jeho větší vzdálenosti od ústí do Úpy (250 m), i shodným reliéfovým i sklonovým poměrům nad i pod ním není údolí visutého charakteru, ale vodopád je obvyklého, pasivně strukturního typu, který vznikl v místě, kde tok zpětnou erozí prořezává tvrdou lavici kvádrových cenomanských pískovců.

Uvedený vodopád je jediný z postranních údolí Babiččina údolí, který je zmiňovaný v literatuře. První ho uvádí A. FETTERS (1989) v souvislosti s hydronymií a odvozuje jeho název právě od několika skoků tohoto vodopádu. Stručně ho zmiňuje i J. VÍTEK (1991). Celá údolní nerovnost je v dnešní podobě dlouhá 50 m, vysoká 7,7 m a se sklonem 9°. Její horní část, kterou můžeme považovat za vodopádovou soustavu je vysoká 5,0 m při sklonu 20°.

Vznikla na výrazné lavici kvádrových cenomanských pískovců, která ve směru 103° protíná s velmi malým sklonem (3–5°) celé dno údolí. Její horní skalní plocha, po které teče potok v délce několika metrů již nad vodopádem se proto sklání od plochého levého břehu k vysokému a strmému pravému, který proto proud podemílá a způsobuje jeho říčení. Viditelná mocnost lavice vlevo od vodopádu je 1,6 m. Zde je na úpatí převis, ale vzhledem ke zvětřalinám, které ho zčásti vyplňují nelze vyloučit, že lavice ještě pokračuje směrem dolů. Horní hrana lavice ve vodopádu i vlevo od něj je ostrá v souladu s kvádrovitou odlučností cenomanských pískovců.

Tři nejvýraznější stupně soustavy nejsou typologicky jednotné, neboť lavice na které vznikla, je ve stádiu pokročilé erozní i mrazové destrukce. Horní, vysoký 1,4 m, má při obvyklém průtoku šířku okolo 2 m a tvoří dvě ramena (za vyšších stavů však až 4 m v jediném proudu). Levostranné je jediné v celé soustavě typologicky pravé a to na puklinové ploše (175°/80° k V). U pravostranného, dvoustupňového je situace složitější – horní skok je také ještě pravý, ale vyšší spodní již nepravý, na bloku odlomeném z lavice, ale pouze pokleslém a mírně nakloněném. Obě ramena spadají do 2 m dlouhých tůň, vzduté níže ležícími odlomenými bloky, není to tedy právě erozní vývařisko. Z ní vytéká voda na druhý, výškově zdvojený nepravý stupeň přes tyto ostrohranné bloky, který je vysoký 1,5 m a spadá do další tůně. Navazuje 10 m dlouhý úsek mezi balvany, ale samotné koryto je tu již jen kamenité, zakončené jediným nepravým drobným skokem (0,5 m), pod nímž po 3 m následuje poslední, nepravý, dvouramenný skok o nestejně výšce 0,8 a 1,1 m. Ten již dopadá na skalní plotny podložního permu, proto zde chybí vývařisko. Šířka dvou spodních stupňů, omezených mezerami mezi balvany je menší než u prvního – pouze několik dm. Podložní koryta pod blokovou výplní (bloky s osami 1–3 m dlouhými) tvoří konformní skalní plotny z hrubozrnných, fosilně zvětřalých, tzv. vybělených permských pískovců až slepenců s nízkými peřejemi, které se objevují na povrchu pod třetím stupněm. Menší část vody teče i spodem po skalních plotnách, po celé délce balvanité výplně. Úsek ploten se zvýšeným sklonem končí izolovanou balvanitou ucpávkou koryta, na níž se uchytily i kmeny a větve. Čelně přes ní přepadá nepravá kaskáda 1,2 m vysoká, protiproudě naopak vzdouvá rozlehlou tůň, která skrývá nejspodnější část ploten.

Vzhledem k největšímu povodí je Zlámaný potok nejvýznamnějším přítokem Úpy v Babiččině údolí nad Ratibořicemi, se stálým, celoročně významnějším stavem, s průměrným průtokem okolo 40 l/s (odvozeno) z plochy zhruba 4,5 km<sup>2</sup>.

Třicet metrů níže pod vodopádem ústí zleva do Zlámaného potoka periodický potůček se strmé, krátké rokle. Zajímavé je, že přestože překonává stejnou lavici jako hlavní tok (pod lesní cestou s modře značenou turistickou trasou), tvoří na ní jen strmější úsek toku se dvěma nízkými pravými skoky (oba 30 cm), zbytek je destruovaný a zavalený balvany.



Zato výše ve svahu asi 50 m nad cestou tvoří na dně úzkého, stržovitého zářezu se strmými svahy a s profilem písmene V krátkou skalní soutěsku v turonských slínovcích s údolním stupněm vysokým 3,6 m a o sklonu 50°, z čehož 2,6 m tvoří vlastní kaskádovitý vodopád i se svislými úseky. Má ostrou horní hranu, dole spadá bez vývaršitě přímo do slínovcové suti, která snižuje původní výšku vodopádu asi o 0,9 m. Slínovce jsou tence horizontálně vrstevnaté a rozpadavé a proto vytvářejí řitivé stěny, ale vytvářejí i tvrdší kompaktnější lavice, které tvoří jak horní hranu, tak jednotlivé kaskádové podstupně vodopádu. Vodopádová stěna je vymezená příčnými puklinami (125°/90°).

Vodopádový stupeň je i na malé, nejspíše jen efemérní stružce, která ústí do Úpy zprava nad ústím Zlámaného potoka směrem k Červenému mostu. Zmiňuje se o něm i J. VÍTEK (1991). Stružka vytvořila ve svahu jen mělkou terénní rýhu. V místech, kde v dolní, strmější části svahů protíná lavici tvrdého cenomanského pískovce vznikl 2 m vysoký, téměř svislý vodopádek, pod nímž je úsek poněkud hlubšího žlabovitého zářezu.

Na opačnou stranu po směru toku od ústí Zlámaného potoka je ve svahu ploše kupovitě pěnovcové těleso, jedno ze čtyř největších v Babiččině údolí. Vzniklo na linii několika malých vrstevních pramenů, které stékají samostatně do Úpy. Prostřední, největší stružka tvoří drobné pěnovcové kaskádky a ústí přímo do koryta Úpy 1 m vysokou kaskádou na permském podloží, obaleném korovými pěnovci. Jižnější stružka tvoří až 70 cm vysokou kaskádku celou z pěnovce, ale poněkud výše (2 m) nad hladinou řeky. Poslední potůček přímo na jižním okraji tvoří nejdokonalejší, 1 m vysokou pěnovcovou kaskádku ze strukturních mechových pěnovců, ale poněkud výše ve svahu, asi 20 m od Úpy.

### **Pěnovcová kaskáda u pramene Jakuba Míly (původně prameny U Merglu, též U Melgru)**

Nachází se asi 400 m západně od osady Rýzmburka ve spodní části levého svahu údolí Úpy, přímo nad údolní komunikací. Jedná se o největší, geomorfologicky nejzajímavější a také z literatury nejlépe známou a popsanou lokalitu pěnovců v Babiččině údolí (KOVANDA 1971, VÍTEK 1991, JIRKA 2000, ANONYMUS 2003, PROUZA 2004). Navzdory tomu kolem ní existuje řada nevyjasněných a nesprávných informací.

První se týká již samotného pomístního názvu. Podle ústní informace L. Jirky je dnešní název pramene umělý novotvar, vytvořený a zavedený teprve relativně nedávno potomky J. Míly, historické postavy známé i z díla Boženy Němcové. V této souvislosti však je třeba uvést, že to není jeden pramen, ale celá horizontálně řazená lineární série blíže neurčitelného počtu vrstevních vývěřů ve svahu o celkové délce okolo 100 m. Proto by pojmenování mělo mít spíše plurálovou podobu Prameny Jakuba Míly.

Lokalita se však původně jmenovala U Merglu, resp. U Melgru. Tyto názvy mají zajímavou historii. Jak uvádí L. JIRKA (2000) pěnovec se zde v minulosti těžil (lze předpokládat, že nejspíše hlavně v 19. a snad ještě i začátkem 20. století) pro zemědělské účely (vápnění polí) a nejspíše z toho vznikla i potřeba vytvořit pro lokalitu pomístní jméno. Je nepochybné, že navzdory čistě českému prostředí vzniklo z německého slova Mergel, tj. slín; důvod nejspíše spočíval v absenci českého ekvivalentu ve venkovském prostředí tehdejší doby. V průvodci naučnou stezkou (ANONYMUS 2003) i na tabuli naučné stezky je uvedený název U Merglu, odpovídající fonetické německé podobě. Jak však uvádí L. JIRKA (2000), místní obyvatelé Žernova odedávna vesměs používají přesmyčkové podoby U Melgru, která se pravděpodobně vyvinula až následně, snad pro snadnější výslovnost, nebo i z neznalosti přesné podoby původního německého slova.

Prameny J. Míly jsou nejvydatnější v celém Babiččině údolí, ale v rozporu s reliéfovými poměry mají zcela atypicky „vysunutou“ polohu, neboť série vývěřů se spádniceově

nachází již přímo až pod „hrotem“ zakončujícím plošinu nad příkrými svahy průlomového údolí a největší z nich dokonce až pod silně svažitou šíjí zakleslého meandru. To ukazuje na komplikované hydrogeologické poměry v tomto prostoru, neboť jejich infiltrační plocha, která musí být bezpochyby značná, vůbec nekorresponduje s geomorfologickou situací ani průběhem povrchového rozvodí. Voda sem musí být v podzemí přiváděna – patrně v souhlasu se sklonem vrstev i zlomy vymezujícími oboustranně zakleslý meandr – poměrně zdaleka, přinejmenším z prostoru pánvičkovité deprese v horní části povodí Rýzmburského potoka a nejspíše dokonce až z okolí Žernova. Voda vyvěrá na kontaktu turosských slínovců a cenomanských pískovců a stejně jako u všech dalších vrstevních pramenů na opačné (náprouděné) straně zakleslého meandru i pod samotným Rýzmburkem usazuje pěnovec. Tak mimořádná koncentrace pěnovecových výskytů v tomto prostoru svědčí o tom, že právě zde mají nadložní turosské slínovce lokálně mimořádně vysoký obsah vápnité složky, což by se také shodovalo s tím, že se zde srážkové vody ve zvýšené míře ztrácejí v podzemí a vyživují tak silné prameny.

Těleso pěnovec je vrstevnicově široké 100 m, spádnicově dlouhé 46 m k údolní cestě a okolo dalších 10 m v úpatní části svahu i pod ní – zde však v důsledku velkých antropogenních změn nelze hranici určit. Relativní výška ložiska je necelých 20 m, maximální mocnost se pohybuje mezi 2–3 m. Zvláště v západní části lokality nad cestou probíhá na ploše okolo 2 arů poměrně intenzivní sedimentace mechových strukturálních pěnovců. Nejvýznamnější podíl zde má druh *Cratoneuron commutatum*, jehož polštáře zde dosahují mocnosti 1–2 dm, a místy mají tendenci vytvářet i teráskovité struktury, mj. i na zcela jistě antropogenní kupovité elevaci ve svahu pod betonovou nádrží, jejíž stáří nemusí být větší než jedno století. Vzhledem k malé pevnosti strukturálního mechového pěnovce se však na uměle odkopaném, strmém svahu nad cestou příležitostně menší plochy mechových pěnovců odtrhávají a sjíždějí až do příkopu na úpatí. Po lokalitách v Císařské roklí a Kodě v Českém krasu zde pravděpodobně dosahují recentní, strukturální mechové pěnovce největší plochy i dokonalosti v celé republice.

Z lokality uvádějí J. KOVANDA (1971) a J. VÍTEK (1991) i další zajímavé formy: nízký pěnovecový vodopádek (zhruba 1,5 m, avšak nestejně v celé šířce proudu), syngentickou jeskyňku resp. výklenek a druhý z autorů i subrozni pánvičku a s ní související ponor a vývěr vody. V souvislosti s novými údaji L. JIRKY (2000) o „značné míře“ těžby pro vápnění polí a dále využívání hlavního pramene v západní části, který byl podchycen trkačem pro potřebu Rýzmburského dvora až do 50. let minulého století, je potřeba tyto dosavadní poznatky přehodnotit. Obě činnosti spolu s návaznými úpravami výrazně pozměnily povrch ložiska a vedly i ke vzniku všech tří výše uvedených tvarů, které jsou téměř jistě antropogenního původu.

Výrazným znakem tělesa je střídání pěnovců odlišných typů, od hlinitých a písčítých až po strukturální. K nim však přistupuje ještě 40–60 cm mocná vrstva velmi tvrdé a kompaktní pěnovecové brekie, která představuje drobné slínovcové úlomky, tmelené pěnovcem podobným abiogenním sintrům, prakticky bez pórů a dutinek. Ta prostupuje v různé hloubce konformně se svahem větší část ložiska. Slínovcové úlomky sem byly transportovány gravitačně, popř. i soliflukčně z turosských vrstev v horní části svahů nad ložiskem, což je charakteristické zvláště pro období epiatlantiku. Zatímco první tři typy pěnovce byly snadno těžitelné pouhým odkopáváním ručními nástroji a pro vápnění polí využitelné buď přímo, nebo po snadno proveditelném podrcení, poslední typ by bylo již nutné lámat jako kámen a jeho velké úlomky s minimální rozpustností byly pro účely vápnění nepoužitelné. Těžba pěnovce probíhala bezpochyby od cesty na úpatí, která představovala jediný bezproblémový přístup a logicky musela dospět i k oně tvrdé vrstvě

brekcie, kterou obnažila. To následně vedlo k selektivní těžbě a to skopáváním měkkých povrchových vrstev nad ní (proto je dnes obtížné zjistit, jak hluboko pod povrchem se zde původně nacházela) a naopak podkopáváním jejich podložních vrstev směrem od cesty. Tvrdá poloha tak byla postupně uměle „vypreparovaná“, čímž na jejím okraji po svahu vznikl 20 m dlouhý, svislý až převislý stupeň s laločnatým průběhem v různé výšce svahu podle toho jak kde těžba pokročila, a v místě, kde poddolování dospělo nejdál i ona umělá dutina považovaná za syngenetický výklenek (jeskyňku). Vodní proud stékající od pramenů ve střední části tělesa na převisu vytvořil také onen zmíněný umělý vodopád. Umělé vodopády na lomových stěnách na ložiscích pěnovců jsou v zemích s početnými výskytu dosti běžnou záležitostí, ale zdejší se od nich navzdory nepatrným rozměrům liší tím, že vznikl zcela výjimečnou těžbou selektivního charakteru. Dodnes zřetelná, místy mělce rýhovitá linie, která šikmo sestupuje svahem pěnovcového tělesa od západu k východu, sloužila nejspíše jako odvodňovací stružka, která podchycovala a odváděla vodu ze všech výše ležících pramenů stranou od prostoru, kde probíhala zmíněná těžba.

Antropogenní je i zmíněná subrozítní pánvička, která je ve skutečnosti zcela jistě uměle vykopanou jámou (hlubokou 1,7–2,5 m a o průměru 4–5 m) v souvislosti s pokusy podchytit zdejší vodní prameny. Zmíněný trkač využíval nejvydatnější prameny na západním okraji tělesa (dodnes zde po něm zůstala zděná nádržka o rozměrech 2×2 m i stejné hloubce), údajně se tu ale uvažovalo i o zřízení druhého trkače a právě tomu by odpovídaly i antropogenní tvary na tomto druhém místě. O umělém původu svědčí již nepřímé znaky odvozené z obecných znaků subrozítní pánvičky: příliš malé rozměry zdejšího výskytu a jeho zanedbatelná mocnost, absence jakýchkoliv jiných znaků eroze i zcela nepatrná vodnost dílčího pramene, který do deprese vtéká (taktéž uměle vyhloubenou rýhou). Ještě jednoznačnější jsou však přímé znaky: neúměrně velké rozměry deprese na tak malém tělese, její nápadně pravidelný kruhovitý půdorys, ostrý okraj a zčásti až svislá stěna a hlavně kupovitá akumulace navršená z vykopané materiálu směrem po svahu, která zde nemohla vzniknout přirozenými procesy. A posléze dvě skutečnosti, které mají váhu důkazu: při dně deprese je prolomená ona výše zmíněná svahově konformní deska velmi tvrdé pěnovcové brekcie, mocná zde až 60 cm, pod níž se teprve ztrácí voda do podzemí. Při holocénním stáří i nepatrném množství vody (netvoří ani soustředěnou stružku) je nemožné, aby rozrušila (navíc ostrým okrajem) horninu těchto vlastností. Druhý důkaz spočívá v úlomech permských pískovců ve zmíněné posvahové akumulaci, které svědčí o tom, že deprese byla vyhloubena až do permského podloží tělesa pěnovce.

### **Světlý potok**

Světlý potok přitéká z pravé strany od stejnojmenné obce a představuje poslední visuté údolí ústící do Úpy. V soulase s tím, jak se celkově snižují směrem po proudu svahy antecedentního údolí Úpy a souběžně s tím sestupuje i tvrdá vrstva kvádrových cenomanských pískovců v nich, je však i míra jeho visutí neporovnatelně menší (jen okolo 10 m) než u ostatních údolí v severní části (40–70 m). Na rozdíl od těchto severnějších visutých přítoků je také jediný, který ústí až v úseku neckovitého údolí Úpy.

Na visutém ústí v prostoru osady Pohodlí se nacházejí dva strukturální vodopádové stupně. Výše položený je na zmíněných kvádrových cenomanských pískovcích, které jsou sice i zde rozpukané v ostrohranných, ale dosti nepravidelných blocích. Je dvoustupňově kaskádovitý, vysoký nanejvýš 1,5–1,6 m a široký 1,6 m. Oba jeho dílčí podstupně (0,5 a 1,1 m) jsou prakticky svislé, ale téměř horizontální mezistupeň způsobuje, že celkový sklon je jen okolo 70°. Vznikl na hlavní příčné puklině (135°/80° k SV), na modelaci se

však podílí i další, podélně svislé směru 85° a 35°. Horní hrana vodopádu je jednoznačná a ostrá (v půdorysu laločnatá podle puklin), stejně jako spodní, kde vodopád padá do kamenitého vývařiska (3×1,6–3×0,6 m). Vodopád byl původně asi o 0,5 m vyšší, ale balvany níže v korytě, patrně sem uměle přemístěné, zvedají náplav v celém úseku až k vývařišti. Potok pod ním teče v mělké terénní rýze, která se prohlubuje ve skutečný erozní zářez s strmými svahy až pod spodním stupněm.

Ten je o 15 m dále a je zcela odlišného typu neboť typologicky patří k drobně kaskádovitým vodopádům. Je nesterjné vysoký v různých profilech (1,7–1,8 m), široký 5–6 m podle stavu vody a jeho sklon je 30–60°, ale i s nízkými svislými úseky. Mimořádná šířka vodopádu však umožňuje změny polohy hlavního proudu v důsledku povodňových nánosů kamenitého i organického materiálu. Jeho jiný charakter je daný zcela odlišným geologickým podložím. Spadá přes horizontální uhelnou slojku bazální křídly (mocnou zde okolo 1,4 m), pod níž v nejspodnější části vodopádové stěny vystupuje ještě tenká (0,3–0,4) vrstvička měkkých, rozpadavých jílovců stejného stáří. Ta teprve nasedá na úpatí stěny na plotny podložních hrubozrnných karbonských pískovců až slepenců. Ani uhelná sloj není ale homogenní: v horní části je tvořená 30 cm mocnou, lavicovitou vrstvou tvrdého uhlí, která má spíše kostkovitou odlučnost, proto tvoří vůči erozi potoka jakousi krycí desku a vodopád na ní tvoří nízký strmý až svislý skok, zatímco níže položená část sloje je tence vrstevnatá a voda po ní stéká zcela drobně kaskádovitě. Nejspodnější část sloje je již ovlivněná rychlým erozním ústupem i mrazovým zvětráváním měkkých úpatních jílovců a proto je opět strmá až svislá. Horní hrana vodopádu je díky tvrdší lavici uhlí ostrá, ale půdorysně členitá v důsledku nesterjnoměrného erozního odlamování. Na úpatí voda dopadá na ukloněnou plotnu karbonských pískovců a v levé části do naplaveného kamenitého i organického materiálu (klacky, větve, listí), proto zde chybí vývařisko. Vodopádová stěna je z velké části porostlá vodními mechy, které poněkud skrývají její geologickou stavbu. Pod vodopádem teče voda ještě 22 m v podobě peřejí po skalních plotnách podložního karbonu, zleva ohraničených bloky cenomanských pískovců, původem z destruované lavice výše ve svazích a gravitačně transportovaných až do koryta.

Křídlová uhelná sloj byla podle velmi kusých informací v minulosti i těžena (JIRKA 2000, PROUZA 2004) ale s ohledem na její malou kvalitu (uhlí bylo jílovité a proto silně popelovité) pouze v malém rozsahu a pravděpodobně hlavně ze spekulativních, majetkoprávních důvodů. Těžba spadá nejspíše hlavně do konce 19. století. Pozůstatky po těžbě se nacházejí právě v prostoru vodopádů, ale jejich dnešní stav již neumožňuje s jistotou rekonstruovat, jaký charakter měly těžební práce. S těžbou pravděpodobně souvisí i nepřírozně masivní betonová zeď přímo na pravém břehu vývařiska horního vodopádu, jejíž existenci tu lze jinak těžko zdůvodnit. Nelze ani vyloučit, že v době povrchové těžby sloje ve spodním vodopádu (případně i štoly pod ním, kterou tu nelze vyloučit), byl potok pod horním stupněm odváděný průkopem vpravo, v linii dnešní vozové cesty. Po ukončení těžby byl jako překážka cesty zasypaný a betonová zeď ohraničuje zavážku proti potoku. Také z větší části zatopená deprese 12 m od horního vodopádu na opačném, levém břehu jistě souvisí s dolováním. Z ní je vidět nad vodou jen část klenby, od které vede odvodňovací rýha směrem k potoku. Stejně posláni měly také další dvě na ní navazující rýhy, které jen odváděly v minulosti srážkové a tavné vody z výše položených luk od důlního díla. Ani u blízkého upraveného pramene (roura se stříškou) v levém svahu zářezu pod spodním vodopádem nelze vyloučit, že se jedná o zavalené ústí krátké štoly. Na lokalitě však pravděpodobně probíhalo i omezené povrchové lámání uhlí přímo ze sloje ve stěně dolního vodopádu, který proto vůbec nemusí mít původní podobu. V tom případě by se dnes jednalo o umělý vodopád, byť polohou i výškou shodný s někdejší přírodním vodopádovým stupněm.

O této činnosti by svědčila i zrezivělá kovová konstrukce vlevo při úpatí vodopádu, snad zbytek někdejšího vrátku, kterým se vytěžené uhlí dopravovalo na vyvýšenou plošinku na pravém břehu vedle cesty, která je z ní dobře přístupná. Odkrývá jí boční eroze vodopádu a v profilu je vidět, že se skládá jak z uhelného materiálu (avšak výrazně výš než je úroveň sloje), tak z lámaných pískovcových úlomků. Navíc nelze vyloučit, že štola vedla i do levého svahu vedle konstrukce vrátku, tj. přímo v úrovni sloje vlevo od vodopádu. To by také vysvětlovalo mimořádnou šířku tak málo vodného vodopádu.

### **Rokle pod Ratibořicemi**

Mezi Loveckým pavilonem v Ratibořicích (dnes hájovna) a Českou Skalicí spadají ze strmého pravého svahu údolí Úpy celkem čtyři krátká svahová údolíčka, nebo spíše jen erozní zářezy, protékané periodickými až efemerními potůčky, hlavně v době tání sněhu. Až na jedinou výjimku (a pouze v úpatí části) jsou vesměs ve slínovcích spodního turonu, které jižně odtud, již v blízkosti České Skalice vytvářejí nejlépe a nejsouvisleji vyvinuté skalní stěny typu skalního defilé v celém Babiččině údolí. Ve třech z těchto roklí jsou také vyvinuté údolní vodopádové stupně.

Nejzajímavější je nejsevernější z nich, vyúsťující přímo u zmíněné hájovny. Pod ohybem zářezu (pod zbytky staré traverzující cesty svahem) vznikla v jeho spodní polovině na kompaktnější vrstvě turonských slínovců skalnatá rokle se dvěma nízkými svislými stupni (1,5 a 1,0 m) na horizontálních vrstvách pět metrů od sebe. Celý úsek, hlavně ale dále pod nimi, je silně zapadaný kmeny a větvemi. Ze zasutěného dna pod těmito stupni vyvěrá nepatrný pramínek, z jehož vody se slabě sráží pěnovec. V úpatí části rokle obnažila hloubková eroze maličké ostrůvky málo zpevněných, drobně zvětrávajících, permských nevytříděných slepenců až brekcií, s úlomky krystalických břidlic, zejména fylitů, na kterém vznikl poslední, okolo 3 m vysoký vodopádový stupínek splývavého typu, se sklonem 45°. Ten je celý v šířce prosaku vody (1,5 m) obalený korovým pěnovcem o mocnosti 1–3 cm, což je u slepenců výše uvedeného typu velmi neobvyklá kombinace. V minulosti však zde musela kvarténní sedimentace probíhat podstatně silněji, o čemž svědčí útržky fosilních strukturních pěnovců, vystupující 2–4 m vysoko (jen těsně pod úrovní okolního svahu) v levé, říťivé stěně rokle. Při velkém sklonu svahu to znamená, že zde v některém období pravděpodobně byla strmá svahová pěnovcová kaskáda.

V sousední rokli k jihu se nachází zhruba uprostřed nad esovitým ohybem také krátký úsek skalnaté rokle, čelně zakončený 4 m vysokým, ale říťivým stupněm, zpevněným kořeny dvou klenů, se dvěma jednodetnými svislými skoky.

Třetí rokle je sice velmi hluboká, ale přesto málo skalnatá a proto i bez vodopádových stupňů. Poslední rokle směrem k České Skalici má jen drobné stupínky na tvrdších horizontálně uložených vrstvách. Nejvyšší (1 m) je paradoxně nepravý, na bloku zříceném se svahu a zaklíněném „na výšku“ na dně a proto má i svislou vrstevnatost.

### **Vodopády v okolí Babiččina údolí**

V blízkém okolí studovaného území se nacházejí ještě dva další vodopády s některými podobnými genetickými znaky jako ty v Babiččině údolí.

### **Vodopád Olešnice**

Olešnice je největší přítok Úpy v celém studovaném území. Pramení ve východní (maternické) části Jestřebích hor a teče téměř paralelně východně po celé délce Babiččina údolí, do kterého ústí zleva v jeho nejspodnější části 0,5 km od Ratibořic. V nejspodnější části mezi Zlíčí a ústím vytváří krátký úsek mělkého průlomového údolí se skalními

výchozy (zleva až charakteru skalního defilé) turonských slínovců ve svazích. Ve střední části v prostoru Bakova a Řešetovy Lhoty protíná lokálně strmější část jižního, strukturního svahu kuestového hřbetu a vytváří zde relativně hlouběji zařizlý úsek údolí (30–40 m) s výrazně strmějšími svahy. V tomto úseku, 1 km S od Řešetovy Lhoty a 400 m SV od osady Na Pastvišti se nachází 200 m proti toku od železničního viaduktu zcela izolovaný vodopádový stupeň, nad i pod kterým je mírně ukloněné koryto bez nerovností.

Je svislého typu a poměr výšky (nestejně 60 cm vpravo až 90 cm vlevo) a šířky (3,5 m za nižších stavů, až 4,7 m za vyšších) z něj tvoří jakousi miniaturu kataraktového typu vodopádu. To podmiňuje jeho větší vodnost 110 l/s (odvozeno), jednoznačně největší v tomto území. Vznikl jako subsekventní (sekundární) stupeň na horizontální lavici tvrdých, kvádrových cenomanských pískovců obnaženou postupem zpětné eroze, stejně jako velká část vodopádů v Babiččině údolí. Potok teče po silně rozpukaném, skalním podloží lavice již několik metrů nad vodopádem, které je ukončené ostrou horní hranou vodopádu. Nejsilnější proud a tedy i nejintenzivnější eroze je uprostřed koryta, proto je linie vodopádu půlkruhově vyklenutá proti toku od břehů směrem ke středu (až o 1 m oproti okrajům). Zde je také erozně výškově rozčleněná (drobné stupínky nad hlavním skokem). V detailu je navíc klikatá podle svislých puklinových plošek (směru 140° a 60°) jednotlivých odlomených bloků. Na úpatí je rozměrné vývařisko 6×5,5×1,3 m.

### **Havlovický vodopád**

Nachází se v údolí Úpy 3 km severně od severního vstupu do Babiččina údolí, mezi Úpicí a Havlovicemi. Zde spadá z pravého údolního svahu od osamělého statku přímočarý svahový zářez který ústí do údolní nivy Úpy u silnice a osamělého stavení. Ve své delší horní části má v souladu s okolním svahem menší sklon, který se zvětšuje teprve na svém spodním konci, kde vytváří krátkou skalnatou roklí s vodopádovými stupni a má tedy charakter visutého údolí. Na rozdíl od všech předešlých údolí se však již celý nachází na území jihovýchodního zakončení Podkrkonošského podhůří (Trutnovské pahorkatiny), geologicky součástí permské podkrkonošské pánve. Podloží v tomto prostoru tvoří saxonské aleuropelity s vložkami pískovců trutnovského souvrství, samotná rokle i s vodopádovými stupni však vznikla v červenohnědých pískovcích. Zářez nahoře začíná klínovitě, bez úpadovité sběrné plochy, proto má jeho vodoteč v důsledku nepatrného povodí jen periodický až efemérní charakter a vodopádem protéká voda jen výjimečně a po časově velmi omezenou dobu.

První stupeň je v úrovni, kde se ve svazích objevují i drobné skalní výchozy. Je kaskádovitý, ve spodní části i přepisovitý na pískovcové lavici a vysoký 1,5 m. O 12 m níže je na další lavici původně převislý skok, vysoký 1,1 m, dnes však destruovaný do kaskádovité podoby na blocích, vyřícených uprostřed po podélných puklinách. Pod ním tvoří koryto skalní plotny s drobnými a jedním vyšším (nestejně 0,9–1,0 m) skokem na tvrdší lavici a opět převislým. Plotny s nízkými lavicemi se střídají v korytě i dále, ale přerušované i úseky s naplavenými kameny a organickým materiálem až k hlavnímu vodopádu, který se nachází 45 m od silnice ve skalním amfiteátru hlubokém 7–8 m, 6–8 m širokém a 15 m dlouhém. Vodopád je výrazně převislého typu a výška jeho úzkého vodního proudu (0,1–0,4 m) je velmi rozdílná (2,2–3,2 m) podle množství vody a tím i vyklenutí jeho paraboly, neboť dopadá na svažitě podloží. Padá přes tvrdou, deskovitou pískovcovou lavici, v místě vodopádu erozí ztenčenou jen na 2 dm; po stranách se však mocnost zvětšuje. Až 3 m vysoký a 1–1,5 m hluboký převis pod ní vznikl v měkčí vrstvě, ale podle ostrohranných úlomků téměř výlučně mrazovým zvětřáváním zvlhčené horniny nikoliv erozí. Proto spodní část stěny převisu lemuje úpatní zvětralínová, písčítá i kamenitá

halda, do které dopadá i voda a tím zde není ani vývaha. Ve stěně vodopádu, tj. i převisu se uplatňují jen horizontální i subhorizontální vrstevní spáry, pukliny tu však prakticky chybějí. Také stěny amfiteátru podléhají silné mrazové destrukci a řícení skal, proto je jeho svazité dno převážně zavalené ostrohrannými balvany, které končí v místě, kde se rokle rozvírá a její sklon se výrazně zmenší.

## 6. Závěr

Antecedentní údolí Úpy protínající kuestu Kocléřovského hřbetu patří co do pestrosti geologicky k nejzajímavějším údolím v rámci celé republiky. Totéž platí i o rozmanitosti geomorfologických forem projevujících se mimo jiné ve vývoji postranních údolí různých typů, včetně delších visutých nebo krátkých svahových zářezového až stržovitého charakteru. Díky intenzivní zpětné erozi v nich vznikají při prořezávání různě tvrdých hornin konsekventně-subsekventní (primárně sekundární) i subsekventní (sekundární) vodopádové nerovnosti, z nichž některé navzdory nevelké výšce (vesměs do 3,5 m) patří k nejzajímavějším v republice, a to jak z důvodů atypického podloží (trias, uhelné slojky svrchní křída), tak kontaktů různých geologických útvarů (křída-perm, na severu i křída-trias a trias-perm) v jejich stěnách. V údolí se nachází i mimořádně velká koncentrace pěnovcových výskytů, z nichž některé vytvářejí výjimečně zajímavé formy (stěnový suk, recentní mechové strukturní kaskádky) a také umělý vodopádek a další antropogenní tvary, dříve považované za přírodní.

## 7. Návrh ochranných opatření

Popsané tvary ve spodní části údolí (jižně od zakleslého meandru se zříceninou středověkého hradu Červená Hora) jsou chráněné již v dosavadní NPP Babiččino údolí. Jak však poukazuje již J. VÍTEK (1991), zasloužily by si další geologické a geomorfologické výtvořky a formy v horní části Babiččina údolí zákonnou ochranu, v podobě rozšíření stávající NPP. V tomto směru jsou nejcennější zvláště celé údolí Náchodského potoka a Žebrácká rokle s unikátními výtvořky.

## Summary

This contribution deals with geological and geomorphological settings in the antecedent valley of the Úpa River, known as the Babiččino údolí („Grandmother's Valley“), transecting the cuesta of the Kocléřovský hřbet Ridge between Havlovice and Česká Skalice.

Special reference is given to the history of the drainage network. Geological conditions are exceptionally variable: the valley slopes, 40–120 high only, expose rocks of as many as six periods from the Quaternary (Holocene) to the Proterozoic in a close succession. All these units – with exception of Proterozoic phyllites – are of sedimentary origin. In this respect, the antecedent valley has no analogy in the whole Czech Republic. Such situation creates a passive structural precondition for the formation of small but numerous waterfall steps on minute tributaries. The most interesting among them are hanging-valley waterfalls (consequent-subsequent origin) although waterfalls of rocky gorges of almost gully character (subsequent origin) are also common. Waterfall steps of various types, ranging from vertical waterfalls to rapids, developed at places where horizontal or subhorizontal benches of resistant rocks (or resistant beds within the same rock type) were cut by the headward erosion of streams. The most usual fall-makers are hard quartzose sandstone of Cenomanian age, notably at places where their outcrops follow the sharp upper edge of the antecedent valley. Waterfall steps, the only of their type in the Czech Republic, were also formed on the underlying Triassic rocks (sandstones) and on a Cretaceous coal seam of upper Cretaceous age. Most unusually, boundaries of different geological periods (Cenomanian/Triassic, Triassic/Permian) can be directly observed in the face of low waterfalls (1,5–3,5 m). The Babiččino údolí valley is also renowned for its prominent concentration of small tufa bodies and occurrences. A low waterfall has been reported by previous authors on one such body (so-called Jakub Míla Spring). As revealed by the present study, this waterfall is obviously of anthropogenic origin, much like other tufa landforms at this site, formerly believed to

be of natural origin (syngenetic niche, small subrosion swallow hole). In contrast, a small moss tufa knot is newly described from a vertical marlstone face in the hillside of the Rýzmburk Castle. In its form, it is unique in whole Czech Republic.

The genesis of some of the landforms, despite their small size, is unique in the scale of the Czech Republic or even in a wider scale. The described landforms extend our knowledge and confirm the high, even exceptional, geoscientific value of this area. This applies not only to the Babiččino údolí National Nature Monument itself, but also to the above-lying part of the valley upstream of Červená Hora: here geoscientific values have been somewhat overlooked and considered inferior to the values of live nature (and of historical monuments, of course).

### Literatura

- ANONYMUS, 2003: Stezka Jakuba Míly (průvodce naučnou stezkou). *Česká Skalice*.
- DEMEK J. a kol., 1987: Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČSR. *Praha*, s. 584
- FETTERS A., 1989: Hydronymie povodí řeky Úpy. *Krkonoše, Podkrkonoší* 8: 241–268, *Trutnov*.
- HORKÝ M. a kol., 2009: Naučná stezka Babiččino údolí. *Česká Skalice*.
- JIRKA L., 2000: Pohled do minulosti – Žernov známý i neznámý. *Žernov*, s. 231.
- KOVANDA J., 1971: Kvartérní vápence Československa. Sbor. geol.věd – Antropozoikum, *Praha*, s. 236.
- PILOUS V., 2009: Vodopády Krkonoš. *Krkonoše-Jizerské hory* 42:1:22–25. *Vrchlabí*.
- PROUZA V., 2004: Geologické poměry Babiččina údolí. *Rodným krajem* 28: 30–33. *Červený Kostelec*.
- PROUZA V., 2007: Permokarbon východní části podkrkonošské pánve. Exkurze ČGS 19: 1–22. *Praha*.
- SVOBODA J., CHALOUPSKÝ J. a kol., 1961: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě 1:200 000, list M-33-XVII (Náchod), *Praha*, 185 s.
- SCHWARZBACH M., 1967: Isländische Wasserfälle und eine genetische Systematik der Wasserfälle überhaupt. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 11:4:377–417. *Berlin*
- VEJLUPEK M., 1990: Geologická mapa 1:50 000. *List 04–33, Náchod*.
- VÍTEK J., 1991: Geologické a geomorfologické zajímavosti SPR Babiččino údolí. *Památky a příroda* 16:6:362–367. *Praha*.

+ foto v barevné příloze

Došlo: 30.12.2009





**Obr. 3:** Vodopád Končinského potoka je ve stádiu silně pokročilé destrukce polohy kvádrových cenomanských pískovců a přechodu od pravého (na skalním podloží) do nepravého typu vodopádu (na volných blocích a balvanech).

**Fig. 3:** Waterfall of the Končinský potok Brook with a late-stage destruction of the bed of Cenomanian quartzose sandstone, transitional between a true waterfall (on bedrock) and false waterfall (on loose blocks and boulders).



**Obr. 4:** Peřejová soustava Příčnického potoka na permských pískovcích nad ústím do Úpy.

**Fig. 4:** Příčnický potok Brook upstream of its confluence with the Úpa River; a system of rapids on Permian sandstones.



**Obr. 5:** Stolínský potok. Charakter vodopádových stupňů na tvrdších polohách permských pískovců.

**Fig. 5:** Stolínský potok Brook. Note the character of waterfall steps on resistant beds of Permian sandstones.



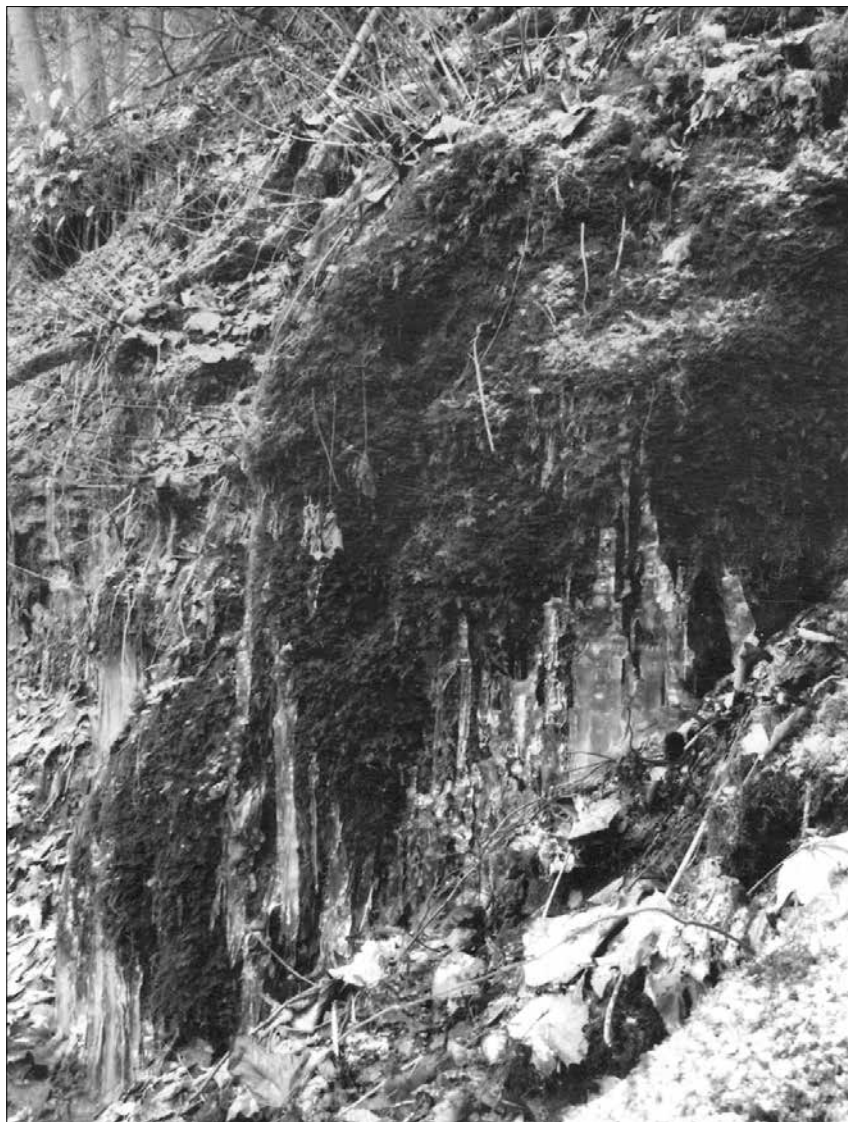
**Obr. 6:** Strmý svahový kužel v Žebrácké rokle je budovaný z málo soudržného, křemitého písčitého materiálu.

**Fig. 6:** A steep slope fan in the Žebrácká rokle Gorge is composed of weakly lithified quartzose sand material.



**Obr. 7:** Hlavní kaskáda Slatinského potoka pod silničním můstkem.

**Fig. 7:** The main cascade of the Slatinský potok Brook under a road bridge.



**Obr. 8:** Pěnovcový stěnový suk ve svazích údolí pod hradem Rýzmburkem je souvisle porostlý mechem *Cratoneuron commutatum* a je navzdory malým rozměrům v naší republice unikátním tvarem.

**Fig. 8:** A wall tufa knot in the valley slopes under Rýzmburk Castle bears a continuous overgrowth of moss *Cratoneuron commutatum*. Despite its small dimensions, it represents a unique example of this form in the Czech Republic.



**Obr. 9:** Vodopád Šibeničního potoka na tvrdší lavici turonských slínovců vznikl na příčných svislých puklinových plochách; je však pouze periodického charakteru.

**Fig. 9:** Waterfall of the Šibeniční potok Brook on a resistant bed of Turonian marlstones was formed on transverse vertical joint planes; however, it is of periodical character only.



**Obr. 10:** Pěnovcové těleso u pramene Jakuba Míly, z něhož vystupuje tvrdá konformní lavice pěnovcové brekcie s umělým vodopádkem a antropogenním výklenkem.

**Fig. 10:** A tufa body near the Jakub Míla Spring. An outreaching resistant conformable bench of tufa breccia bears an artificial waterfall and an anthropogenic niche.



**Obr. 11:** Recentní terasovitá kaskádka strukturních mechových pěnovců u pramene Jakuba Míly.

**Fig. 11:** A recent terraced cascade of structured moss tufas near the Jakub Míla Spring.



**Obr. 12:** Údolní stupeň s vodopádem Olešnického potoka na nízké lavici cenomanských pískovců. Foto obr. 3–10 V. Pilous.

**Fig. 12:** A valley step with waterfall of the Olešnický potok Brook on a low bench of Cenomanian sandstone. Photo of fig. 3–10 by V. Pilous.