

VODOPÁDY A VODOPÁDOVÉ STUPNĚ TURNOVSKÉ PAHORKATINY

Waterfalls and waterfall steps of the Turnovská pahorkatina Hilly Land

Vlastimil PILOUS

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

Turnovská pahorkatina je součástí Jičínské pahorkatiny na severním okraji subprovincie České tabule. Její velká část se kryje s přesně nespecifikovaným krajinným a turistickým regionem Český ráj. Stejně jméno má i zdejší chráněná krajinná oblast, pod níž spadají tři reliéfově nejvýznamnější, byť prostorově nesouvisející území tohoto regionu. Turnovská vrchovina se dále člení na několik menších orografických okrsků, z nichž jsou pro studované téma nejvýznamnější okrsky Turnovské stupňoviny, a zvláště Vyskeřské vrchoviny. Pro georeliéf těchto okrsků je nejvýznamnější téměř výlučně zastoupení sedimentárních hornin, a to kvádrových pískovců a slínovců. Ty díky svým vlastnostem umožňují specifický vývoj zdejšího georeliéfu i postup zpětné eroze, které společně podminily vznik početných skalních stupňů v uzavěrech krátkých postranních údolí a roklí. Na nich vytvářejí vodní toky vodopády, byť jsou vzhledem k malému povodí vesměs jen málo vodné, nebo dokonce pouze periodické či efemerní. V podmínkách Českého masivu, kde převládají pouze kaskádovitě a v různých úhlech ukloněné vodopády na podloží krystalických břidlic nebo žul, se však vyznačují některými specifickými rysy, zvláště tím, že jsou z velké části velmi strmé až svislé a v řadě případů dokonce spadají přes převisy. S ohledem na zastoupení hornin, které mají lokálně poměrně vysoký obsah CaCO_3 , se zde nachází i několik vesměs velmi nízkých pravých pěnovcových stupňů, ale i vyšších nepravých pěnovcových vodopádů a kaskád.

Klíčová slova: Česká tabule, Turnovská pahorkatina, pískovcový reliéf, vodopády, pěnovcové vodopády
Keywords: Czech Table, Turnovská pahorkatina Hilly Land, sandstone landforms, waterfalls, tufa waterfalls

1. Úvod

Existence vodopádů i vodopádových stupňů na podloží hornin české křídly, zvláště kvádrových pískovců a méně i slínovců je v literatuře uváděna již poměrně dlouho, ale převážně jsou zmiňované spíše okrajově, jako součást prací zabývajících se geomorfologií jednotlivých orograficky vymezených území anebo problematikou vývoje údolní sítě určitých území. S ohledem na srážkově chudší území České tabule a na druhé straně mimořádnou puklinovou i průlinovou propustnost křídových pískovců je pro naprostou většinu zdejších kratších postranních údolí a roklí příznačné, že jsou po větší část roku suché a voda jimi protéká pouze periodicky za zimních oblev, jarního tání a v extrémních srážkových epizodách. U zcela krátkých roklí a svahových zářezů je zřejmé, že jimi voda protéká dokonce jen za zcela mimořádných okolností, třeba jen jednou za několik let, popř. i desítek let. Na modelaci jejich dna, včetně vytváření vodopádových stupňů je však zřejmé, že v některých humidních obdobích holocénu zde tekoucí voda hrála významnou roli, proto je uvádím i v této práci pod názvem vodopádové stupně. V současné době nastupujících klimatických změn, provázených málo sněžnými až bezsněžnými zimami, se tento velmi krátkodobý charakter průtoků ještě více zvyrazňuje a je zřejmé, že stále více periodických

vodopádů přechází do stádia efemerních vodopádů a efemerní do pouhého stádia vodopádových stěn, a to i během velmi krátkého horizontu jediné dekády.

O vodopádech nebo vodopádových stupních na území české křídly se zmiňuje již VÍTEK v Budislavských skalách (1975), Klokočských skalách (1987) nebo v Novohradské stupňovině (2001), ale nejčastěji je uvádějí BALATKA et SLÁDEK, a to zvláště z Polomených hor (1963, 1980), v kaňonu Kamenice na Děčínsku (1978) a při srovnání vývoje údolí v Polomených horách a Novohradské stupňovině (1976). Ještě podrobněji se zabývají touto problematikou v Polomených horách i v další práci (BALATKA et al. 1969). Většina těchto studií zmiňuje v souvislosti s nerovnostmi a vodopády na dně roklí i existenci evorzních tvarů, většinou v podobě větších kotlovitých rozměrů, které vznikají v málo odolných pískovcích poměrně velmi rychle. V souvislosti s vývojem reliéfu na pískovcovém podloží české křídly, a hlavně zdejších soutěskovitých údolí zmiňuje střední úsek velkého sklonu dna i existenci vodopádů, peřejí a evorzních tvarů také KUNSKÝ (1968). Na druhé straně LETOŠNÍK (1970), autor nejpodrobnější práce o fyzicko-geografických poměrech v povodí Žehrovky a Libuňky sice uvádí hydrogeologickou roli křídových pískovců a roli tavných a přívalových vod na vývoj skalních roklí, existenci vodopádů a vodopádových stupňů ale ani v této souvislosti nezmiňuje.

Území Turnovské pahorkatiny patří k těm částem České tabule, kde se nachází v malých postranních údolích a roklích a zářezech mimořádně velké množství vodopádů a vodopádových stupňů. V této souvislosti stojí za zmínku, že v sousedních orografických celcích České tabule se vodopády a s nimi spojené reliéfové tvary téměř nevyskytují, anebo jen v podstatně omezenější míře. Z topografického hlediska je největší koncentrace vodopádů v povodí Jizery pod Malou Skálou, horní a střední Žehrovky a horní Klenice, kde je i největší hustota kaňonovitých údolí a roklí v rámci celé Turnovské pahorkatiny. V literatuře však byly ze studované oblasti dosud podrobněji popsány pouze dva vodopády: Dolánecký (PILOUS 1992a) a Tachovský (JANOŠKA 2008). Tachovský vodopád však uváděla již dříve jako jediný ze všech zdejších vodopádů také turistická mapa Český ráj 1 : 25 000 z roku 2004 (nakl. ROSY, 1. vyd.) jako přírodní památku Tachovský vodopád, která byla vyhlášena v téže roce a materiály o vodopádu i přilehlé části údolí jsou proto dostupné i v materiálech Správy chráněné krajinné oblasti (CHKO) Český ráj (např. v plánech péče). Stručné informace o obou vodopádech jsou dnes dostupné i na internetu (u Doláneckého pod jménem vodopád v Myšíně a Tachovský, dva Skalanské a Kryštofův vodopád u Nebákova jsou nově zanesené i na webových stránkách mapy.cz).

Z hydrologického hlediska se sice jedná vesměs pouze o málo vodné, často jen periodické nebo dokonce efemerní vodopády, neboť jejich výše položená povodí mají podobu jen krátkých úvalovitých údolí nebo dokonce pouhých mělkých pramenných mís a úpadů. Jejich plochy proto dosahují nejčastěji jen řádu pouhých hektarů, popřípadě jsou živeny pouze málo vydatnými prameny. Vzhledem k pahorkatinnému reliéfu území a z něj vyplývající menší reliéfové energii sice dosahují poměrně malých výšek, řádově nejčastěji pouze jednotkových metrů, ale na druhé straně díky převážně horizontálním nebo subhorizontálním vrstvám jejich sedimentárního podloží jsou z velké části svislé, nebo dokonce spadají přes převisy. Takové vodopády jsou v Českém masivu spíše výjimečné, neboť převládající většina se nachází v územích budovaných krystalickými břidlicemi nebo granitoidními horninami, na nichž vznikají téměř výhradně kaskádovité a jiné mírněji ukloněné typy vodopádů.

2. Geologické poměry

Turnovská pahorkatina je součástí České tabule, která je převážně budovaná svrchnokřídovými sedimentárními horninami. V případě Turnovské stupňoviny a malé přilehlé části

Českokodubské pahorkatiny v povodí Vazovce na severu se jedná o středně až svrchně turonské vápnité pískovce až písčité vápence, na jejichž podloží se nacházejí zdejší vodopády (z nichž některé díky zvýšenému obsahu CaCO_3 sedimentují slabě pěnovce), a nadložní turonské křemenné pískovce, které vytvářejí na horním okraji hlubokého průlomového údolí Jizery skalní města bez vodních toků, v nichž je proto výskyt vodopádových stupňů, až na jedinou specifickou výjimku, vyloučený. V jednom případě se zde na vzniku vodopádu podílelo i drobné vulkanické těleso v podobě brekcie olivnického čediče poblíž Frýdštejna, který je ale dnes je již ve stádiu zániku, lze ho tedy označit jako fosilní vodopád.

Vyskeřská vrchovina je budovaná převážně coniackými křemennými pískovci, ale povrch strukturně denudačních plošin v povodí Žehrovky a Klenice je tvořený coniackými jílovci a slínovci anebo krytý pleistocenními sprašemi a sprašovými hlínami. Vodopády se zde vesměs nacházejí na podloží křemenných pískovců, ale v případě, že jejich zdrojnice pramení na slínovcích se zvýšeným obsahem karbonátové složky, sedimentují v několika vodopádech s různou intenzitou pěnovce. Pískovcové vodopádové stěny jsou v tomto případě iniciačním prvkem, protože právě na nich dochází k provzdušňování vody jako nezbytné podmínce pro sedimentaci. S ohledem na pískovcové, popř. slínovcové podloží se však jedná pouze o nepravé pěnovcové vodopády (PILOUS 1985). Odtoky početných pramenů, které vyvěrají až na dně kaňonovitých údolí v úrovni erozní báze a nepřekonaávají žádné výškové nerovnosti, které by umožňovaly provzdušňování, pěnovce neusazují. Nepočtená vulkanická tělesa (žíly a suky), která vystupují na území Vyskeřské vrchoviny, se na vzniku žádného z vodopádů nepodílejí.

Pro hydrologické poměry studovaného území je zásadním faktorem propustnost zdejších hornin, která, vedle vesměs malého povodí zdejších toků s vodopády, rozhodujícím způsobem ovlivňuje jejich průtoky a tím i to, zda se jedná o vodopády se stálou vodou, nebo pouze periodického nebo dokonce efemerního charakteru. U zdejších vesměs sedimentárních hornin se jedná jak o puklinovou, tak průlinovou propustnost. Pro turonské vápnité pískovce až písčité vápence v prostoru údolí Jizery a jejich přítoků mezi Malou Skálou a Turnovem je příznačná nepatrná přítomnost průlinové podzemní vody, a významnější roli zde hraje pouze puklinová propustnost, ale dobře propustné jsou zde i vrstevní spáry.

Podstatně příznivější jsou infiltrační poměry na území křemenných, tzv. kvádrových pískovců s vysokou porozitou, u nichž se uplatňují oba typy propustnosti. Ty tvoří podloží všech vodopádů na území Vyskeřské pahorkatiny v povodí Žehrovky a Klenice. Proto se zde voda ztrácí rychle do podzemí a vystupuje na povrch až u erozní báze v pramenech na úpatí svahů a skalních stěn v kaňonovitých údolích a roklích. Pouze v několika případech vystupuje voda na povrch nebo vytváří slabé prameny také z výše položených a silněji pórovitých vrstev pískovců na úpatí vodopádových stupňů, kde přispívá ke kongelifrakčním a gelivačním procesům vedoucím ke vzniku převisů. Z těchto důvodů má naprostá většina zdejších vodopádů periodický nebo efemerní režim. Výjimku tvoří například pěnovcový Tachovský vodopád, jehož slabé prameny bývaly (je otázka, jak je tomu v současnosti) vlivem odlišných lokálních poměrů víceméně stálé. Na druhé straně je právě tento hydrologický režim jednou z příčin vzniku a zachování vodopádových stupňů v jejich současné podobě, neboť jsou díky tomu vystavované sice intenzivní erozi, ale působící jen ve zcela krátkodobých, epizodických intervalech, a navíc převážně v úpatních partiích stěn.

3. Geomorfologické poměry

Turnovská pahorkatina představuje, díky poměrně pokročilé erozi vodních toků, typologicky členitou pahorkatinu s výškovým rozpětím téměř 360 m (DEMEK et al. 1987, BALATKA et KALVODA 2006). Hydrograficky spadají všechny toky s vodopády do povodí Jizery, která současně představuje erozní bázi celé této části území, ale tím, že se nacházejí

ve dvou orografických okrscích, a to ve vyšší severnější Turnovské stupňovině, ovlivněně komplikovanými geologickými poměry podél lužického zlomu (COUBAL et al. 2018) a v nižší a plošší Vyskeřské vrchovině, jsou mezi nimi určité rozdíly. To platí také přímo pro jejich vodopády, které se od sebe liší nejen odlišným výše uvedeným geologickým podložím, ale i samotná podoba vodopádových stěn je ovlivněná rozdílnými geomorfologickými poměry obou okrsků.

Vznik vodopádů Turnovské stupňoviny je přímo závislý na hluboce zařiznutém průlomovém údolí Jizery mezi Malou Skálou a Turnovem. To se vyznačuje velkou reliéfovou energií a velmi příkrými svahy. Jizera zde vytvořila jižně od lužického zlomu dokonalý zakleslý meandr u Rakous, pod nímž lemují levé svahy výrazná skalní defilé, patřící k nejdokonalejším v rámci celé republiky. Tyto faktory podmiňují samy o sobě celkově velký sklon krátkých postranních přítoků a v kombinaci s lokálními litologickými anomáliemi a stratigrafickými poměry v podobě střídání různých odolných vrstev, vedou ke vzniku údolních stupňů a nerovností, které překonávají vodní toky vodopády a přejímení. Výjimku tvoří pouze zcela drobné pěnovecové stupně u Podlouček, které jsou podmíněné zvýšeným obsahem CaCO_3 v jednom z místních toků.

Vodopády ve Vyskeřské vrchovině vznikají v odlišných georeliéfových poměrech, a proto se liší od předchozích jak litologicky, tak i vlastní podobou vodopádových stěn. Největší koncentrace výskytu vodopádů a vodopádových stupňů se nachází ve střední části povodí Žehrovky a v těsně přiléhajícím horním povodí Klenice na jihu. Právě toto území se vyznačuje relativně méně pokročilým erozně denudačním stádiem vývoje reliéfu, a proto se zde v největší míře zachovaly dva reliéfové prvky nutné vznik vodopádů. První jsou strukturálně denudační tabulové plošiny, které mají v některých případech podobu sedimentárních podstavců neovulkanických těles (Vyskeř, Trosky, Mužský) a druhý hustá síť kaňonovitých údolí a jejich postranních krátkých skalnatých roklí a zářezů, které rozčleňují tyto plošiny. Jejich málo členěné skalní stěny vyznačují, za výrazného přispění litologických poměrů, současné linie postupu zpětné eroze toků.

Pro charakter zdejšího reliéfu je zásadní geologická stavba. Podloží plošin budují tvrdší conické křemenné pískovce, v nichž vnikají zmíněné kaňony a rokly, zatímco jejich slabě zvlněné povrchy tvoří málo odolné jílovce a slínovce, popř. spraše a sprašové hlíny. Pro postup zpětné eroze v křemenných pískovcích je významný jak charakter puklinových systémů, tak stratigrafické poměry a anomálie, které mohou být lokálně velmi odlišné, a proto podmiňují i nestejnou podobu i počet vodopádových stěn v závěrech jednotlivých údolí a roklí. Horní úseky malých postranních toků na plošinách vznikly v málo odolných jílovcích a slínovcích, popř. spraších a sprašových hlínách a vytvořily v nich krátká a mělká úvalovitá údolí s velmi malým sklonem dna, anebo dokonce jen amfiteatrovitě úpadovité uzávěry. Vodopádové stěny v nich vznikly v místech, kde toky dospěly k pískovcovému podloží a začaly se do něj zahlubovat v podobě roklí. Nejvyšší vodopádový stupeň vznikl zpravidla na čelním zakončení roklí, ale nižší stupně se mohou vyskytovat ještě i níže na jejich dnech v místech, kde vystupují lavice tvrdších pískovců, převážně o menší mocnosti. Lokální tektonické i stratigrafické poměry určují i odlišnou podobu jednotlivých vodopádů, které se mohou častěji nacházet jak na čele širších skalních amfiteátrů, tak i užších soutěsek, a také v podobě vlastní vodopádové stěny, která může být jak svislá, tak často vlivem tvorby převisů na měkčích a pórovitějších vrstvách i převislá, ale někdy jen strmě ukloněná.

Největší počet zdejších vodopádů tedy vzniká v místech, kde postupující zpětná eroze protíná vrstvu tvrdých křemenných pískovců a jsou proto strukturálního původu. Spíše výjimečně je rozhodující příčina tektonická (např. v podobě výrazné příčné poruchy), ale i v tomto případě se jedná nejčastěji o kombinaci obou příčin a jsou tedy tektonicko-strukturálního původu.

Samostatnou zmínku zasluhuje porovnání kaňonovitých údolí samotného středního toku Žehrovky, v jejichž postranních roklích je řada vodopádů, a jejího největšího přítoku Jordánky, kde se nacházejí pouze v jediné rokli (Tachovské vodopády). Mapy laserového skenování terénu (LiDAR) ukazují velmi názorně rozdíl mezi nimi v míře rozčlenění jejich údolí i samotných skalnatých svahů. Modelace kaňonu Jordánky a jeho postranních údolí ukazuje, že je zde eroze v pokročilejším stádiu. Svědčí o tom jak atypická šířka údolní nivy (až dvojnásobná než u samotné Žehrovky nad soutokem s Jordánkou), tak vytvoření skalnatého zakleslého meandru u rybníku Krčák, který by nemohl vytvořit dnešní tok s nepatrnou vodností těsně pod prameny. Nejvýznamnějším znakem je však úplná absence jakéhokoliv údolního uzávěru, a proto její údolí v plné šířce i hloubce protíná napříč severní část Vyskeřské vrchoviny, kterou rozděluje na dvě části a otevírá se do údolí Libuňky na severu. Představuje tím natolik výrazný reliéfový prvek, že vytvořila i orografickou hranici mezi Hruboskalskou a Troskovickou vrchovinou. Její atypicky široké dno umožnilo založení Podtroseckých rybníků na jihu a Rokytnických na severu. Zcela ploché a nízké dno rozvodí údolního typu dokonce umožnilo umělý převod vody historickým kanálem z Libuňky do Jordánky, tedy ve směru původního toku před pirátským načerpáním toku dolní Libuňkou. Kanál, který původně nejspíše sloužil k navýšení průtoků pro napájení Podtroseckých rybníků, je dnes již suchý a nefunkční, ale v krajině velmi dobře zachovalý od svého začátku ve Ktové až k rokytnickému rybníku Hrudka. Slabě patrná je jeho linie i přes zcela ploché rozvodí mezi oběma toky (v základní mapě ČR 1 : 10 000 je mylně zakreslená jako funkční dodnes), které je dnes jen o cca 7 m výše než blízké údolní dno Libuňky. Všechny tyto znaky, spolu se směřováním toků severně odtud, svědčí o velmi pravděpodobném pleistocenním říčním pirátství v tomto prostoru (viz obr. 6). Podle tohoto schématu spojený tok horní Libuňky, společně s přítokem Veselkou s větším sklonem a povodím z rozlehlých svahů v prostoru koberovské flexury, původně směřovaly od Borku pod Troskami tímto údolím do Žehrovky. Proto byl v této době tok v linii dnešní Jordánky podstatně vodnější než Žehrovka nad soutokem s ním. Tomu odpovídala i jeho větší erozní schopnost a rychlejší postup zpětné eroze v tomto povodí, která vedla k zániku údolních stupňů v postranních roklích. Výjimku tvoří jen Tachovská rokle s vodopády, která je součástí vyvýšeného podstavce vulkanického suku Trosek, který tak rychle nepodléhal erozi.

Vodopády Turnovské pahorkatiny se vesměs nacházejí mimo území samotných skalních měst, která jsou zde z velké části v relativně vyvýšených polohách okrajů tabulových plošin a kuest, a tedy s výjimkou některých partií v masivu Mužského v polohách mimo dosah vodních toků. To je jeden z rozdílů od skalních měst vnitrosudetské pánve (Polické vrchoviny), kde poloha skalních měst uvnitř brachysynklinály nebo na jejích okrajích umožňuje existenci stálých nebo alespoň sezónních vodních toků, a tedy i vodopádů přímo v nich, nemluvě o vyšším srážkovém úhrnu v tomto území.

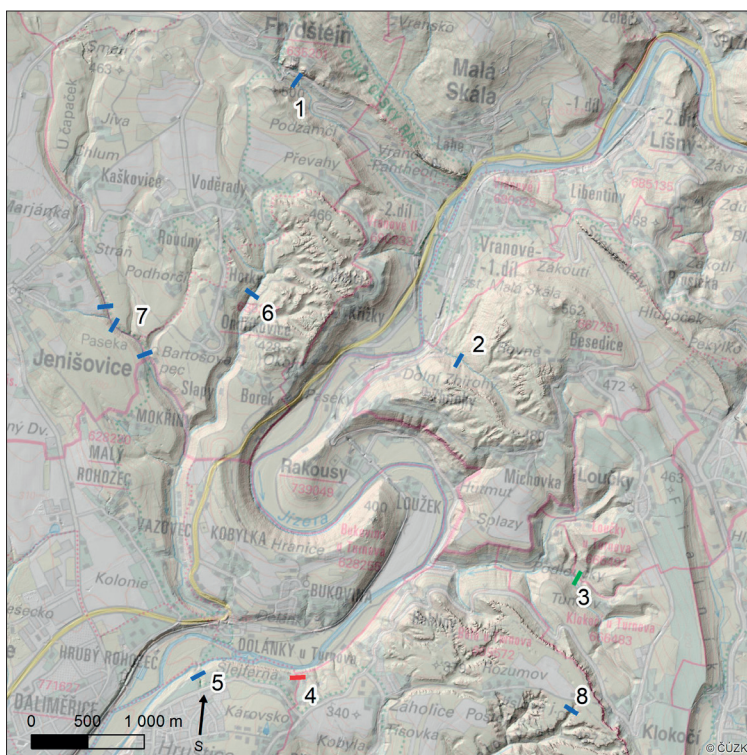
4. Metodika

Evidence vodopádů je založená na detailním terénním průzkumu jednotlivých postranních údolí a zářezů hlavních údolí průlomového nebo kaňonovitého charakteru (Jizery, Žehrovky, Jordánky a Klenice), které skýtají nejprůhodnější podmínky pro vznik vodopádů. Výsledky průzkumu byly konfrontovány s podklady leteckého laserového skenování (LiDAR, DMR 5G). Použité názvoslovné, sklonové i hydrologické charakteristiky vodopádů vycházejí z typologie, kterou zavedl PÍLOUS (2009a, b). Pro charakteristiku geologických poměrů byly použité geologické mapy ČR 1 : 50 000 (03-32 Jablonec nad Nisou, 03-34 Sobotka).

5. Přehled vodopádů a vodopádových stupňů

5. 1. Povodí Jizery

Z horopisného hlediska se vodopády v povodí Jizery vyskytují na území okrsku Turnovské stupňoviny a v povodí potoka Vazovce ještě v těsně přilehlém okraji Českokubské pahorkatiny. Vodopády se zde nacházejí na postranních přítocích řeky v úseku, kde Jizera vytváří průlomové údolí mezi Malou Skálou a Turnovem, ale co se týče jejich reliéfové pozice, nejsou jednotného typu. První skupina vznikla v úseku mezi Rakousy a Turnovem, kde Jizera vytváří na levé straně údolí přes tři km dlouhé skalní defilé v turonských vápni-
tých pískovcích až písčitéch vápencích, na jehož stěnách vytvořily dva vodopády drobné visuté vodoteče a podle údajů pamětníků zde výjimečně vznikají ještě další efemerní vodopády. Další vodopády v postranních údolích se již nacházejí poměrně daleko od údolí Jizery a nelze je proto označit jako vodopády na visutých ústích. Jejich vznik je podmíněn lokálními strukturálními příčinami. Výjimku tvoří jedna drobná pěnovecová kaskáda, u níž je příčina vzniku nejednoznačná (obr. 1).



Obr. 1: Mapka vodopádů a vodopádových stupňů v povodí Jizery mezi Malou Skálou a Turnovem. Pěnovecové stupně jsou vyznačeny zelenou barvou, nepravý pěnovecový vodopád červenou. 1. Frýdštejnský, 2. Besedický 3. Podloučský, 4. Dolánecský, 5. Metelkův, 6. Vazovecký, 7. Kaškovický, 8. Prochodský.

Fig. 1: Waterfalls and waterfall steps in the Jizera river basin between Malá Skála a Turnov. Tufa waterfall step is displayed in green, pseudo-tufa waterfall in red.

Pro celou tuto skupinu vodopádů a vodopádových stupňů je příznačné, že s výjimkou fosilního Frýdštejského vodopádu mají shodné geologické podloží turosských jemně až středně zrnitých vápnitých pískovců až písčitých vápenců, které v tomto prostoru tvoří podloží turosských křemenných pískovců, jenž tvoří okolní plošiny a skalní města.

Zaniklý Frýdštejský vodopád

Nachází se na malém bezejmenném potoce, který pramení ve svazích masivu Kopaniny poblíž Frýštejna a ústí do Jizery v Malé Skále. Jeho přímočaré údolí sleduje linii frýdštejského zlomu, který je součástí rozsáhlejšího pásma lužického zlomu (COUBAL et al. 2018). Ze severní strany je ohraničené skalní zdi Vranovského hřebene, kterou na západním konci rozčleňují postranní svahové zářezy na tři asymetrické skalní suky. Údolí se vyznačuje velkým sklonem, ale vzhledem k málo odolným turosským vápnitým prachovcům, které tvoří jeho podloží ve střední a spodní části, nevytváří žádné nerovnosti. Jedinou výjimkou tvoří pouze krátký úsek, kde údolí v horní části protíná v příčném směru úzký pruh komínové brekcie olivinitického bazaltu s početnými xenolity. Ten je podstatně tvrdší než křídové prachovce, a proto vytváří významnou strukturní anomálii v podobě nápadného údolního stupně vysokého okolo 25 m (obr. 2). Původní podoba jeho čelní stěny je neznámá, protože je téměř v celém rozsahu odtěžená starým, dnes již opuštěným lomem, ale i tak je zřejmé, že byla velmi strmá. S ohledem na výšku stupně tak Frýdštejský vodopád současně představoval i významnou nerovnost v podélném profilu toku, která měla původně velmi pravděpodobně podobu vodopádového stupně. Ve srovnání se samotným bazaltovým magmatem se však komínová brekcie vyznačuje menší odolností, a proto následně vytvořila zpětná eroze v linii vodního toku ve stupni erozní zářez se strmými svahy. Ten se sice vyznačuje



Obr. 2: Údolní stupeň fosilního Frýdštejského vodopádu, zvýrazněný starým lomem (vlevo). Vpravo dole dnešní přeje.

Fig. 2: Waterfall step of the fossil Frýdštejský Waterfall. Old quarry on the left, rapids on the right.

i dnes nápadně zvýšeným sklonem dna, ale tvořeným již pouze přejezí na skalním podloží. Ty jsou ale patrné jen ve spodní části, neboť výše je zářez zavalený rozměrnými pískovcovými bloky zřícenými ze skalních suků zvedajících se vysoko na levé straně údolí, a které zakrývají případné větší nerovnosti v korytě. Vpravo od zářezu potoka se však údolní stupeň zachoval navzdory narušení lomem v původní výšce a dává představu o poměrně značné výšce někdejšího vodopádu. Z vývojového hlediska se tak jedná o zaniklý, fosilní vodopád. Za zmínku stojí i to, že ačkoliv se nachází v pásmu jednoho z nejvýznamnějších zlomů Českého masivu, příčina jeho vzniku je pasivně strukturní.

Besedický vodopád

Z opačné levé strany ústí 1 km pod Malou Skálou do Jizery bezejmenný svahový potok, který by se ohledem na vodopád označovaný místními obyvateli jako Besedický měl také nazývat shodně jako Besedický. Jeho údolí odděluje Besedické skály od masivu Zbirohů. I v tomto případě je poměrně přímočaré údolí predisponované tektonicky krátkým lokálním zlomem. Jeho horní část začínající u místní části Michovka se vyznačuje velmi malým sklonem, v prostoru traverzující lesní cesty (modře a zeleně značená turistická trasa) však vstupuje do vysokých svahů průlomového údolí Jizery a jeho sklon se výrazně zvětšuje, ve střední části s vodopádem dosahuje dno mimořádné hodnoty až 18°. V této části má údolí výrazně erozní modelaci zářezu s profilem písmene V, jehož srázné svahy dosahují místy sklon až 45° a vystupují v nich početné pískovcové bloky gravitačně transportované z nadložních pískovců, z nichž některé sjely až do koryta.

Vodopád se nachází přibližně uprostřed strmě spadající části údolí, ve výšce okolo 345 m n. m., v nevýrazném skalním amfiteátru. Podloží této části údolí tvoří turonské vápnité pískovce, které ale nejsou zcela homogenní. Vodopád vznikl na jejich tvrdším souvrství,



Obr. 3: Besedický vodopád na podloží turonských vápnitých pískovců.

Fig. 3: The Besedice Waterfall on turonian calcareous sandstones bedrock.

keré vystupuje i na erozně obnažených stranách vodopádu, a proto ho lze považovat za strukturně podmíněný. Výška není jednoznačná podle odlišného vymezení horní hrany. Od prvního lomu vodní hladiny dosahuje celkové výšky 11,4 m, od výraznější hrany 9,2 m, ale výška hlavního stupně je jen 6,0 m. Celkový sklon vodopádu je okolo 45°, v hlavním stupni se zvětšuje až na 60°. Typologicky patří mezi kaskádovité vodopády, neboť jeho stěna je výrazně členěná nízkými (řádově centimetrovými až decimetrovými) horizontálními stupínky podmíněnými střídáním různě odolných tenkých vrstev a oddělených vrstevními spárami, mezi nimiž jsou i tří 70–90 cm vysoké svislé úseky (obr. 3). Puklinové systémy se uplatňují poměrně málo, nejvýraznější jsou dvě příčné (34–36°/ZSZ) svislé pukliny, které ohraničují horní i úpatní stupně, též svislé. Pod vodopádem pokračují ještě 14 m dlouhé peřeje na skalním podloží o výšce 6,5 m. Šířka vodního proudu se dolů zvětšuje z 0,6 m až na 4 m, což je způsobené dvěma nejsilnějšími okrajovými stružkami, ale pruh mezi nimi má převážně jen skapový charakter. Ve vodopádové stěně se nacházejí drobné okrouhlé dutinky a jamky s průměrem 3–10 cm, vzniklé v důsledku lasturovitě odlučnosti horniny, ale z velké části skryté pod téměř souvislým polštářem mechorostů. Vodopád má sice stálou vodu, ale po většinu roku má jen nepatrný průtok a lze ho řadit k sezonním vodopádům. Vizualně navíc zmenšuje jeho průtok souvislý porost mechů. O 100 m výše vytváří potok ještě jeden skalnatý zářez s peřejemi a nízkými stupni (do 1,2 m) na skalním podloží. Je stejné geneze, ale v létě je zčásti suchý a jako celek málo atraktivní. Celý tento strmý úsek údolí se nachází v lese místy s hustým náletem mladých buků, a proto je jeho dno silně zapadané listím, větvemi i celými padlými stromy, a to včetně peřejí a horní a spodní části vodopádu, které velmi sťažují průchodnost i přístup k vodopádu.

Podloučky

Drobné konstruktivní pěnovcové stupně se nacházejí na bezejmenném potoce, který stéká od Klokočí a u samoty Betlém ústí do Jizery. V jeho střední části, nad odbočkou vozové cesty do Podlouček, se usazují nepříliš kvalitní pěnovce šedobéžové barvy. Vytvářejí v korytě několik jednotlivých izolovaných stupínků (o výšce 20–40 cm) a místy tmelí i slínovcové úlomky v korytě, dokonalejší hrázkovité formy známé z krasových toků však nevytváří. Úsek s pěnovci je jen okolo 200 m dlouhý. Nejvyšší pěnovcový stupeň se nachází v úseku mezi dvěma můstky údolní vozové cesty, 210 m nad odbočkou cesty do osady Podloučky, v mělkém zářezu jen 3 m severně od údolní cesty, v místě louky zarůstající náletem. Je celkem 90 cm vysoký, k hladině níže ležící tůně ale jen 70 cm. Při šířce 2 m dosahuje mocnost pěnovce do 1 m. Jeho stěna je parabolicky vyklenutá, což má za následek vznik drobné dutiny v její levé části. V současné době však sedimentace téměř neprobíhá, spíše nastupuje velmi slabá eroze. Význam tohoto útvaru není v jeho rozměrech ani v tvorbě případných pěnovcových mikroforem, ale v tom, že po zničení některých lokalit (například moravských v okolí Kyjova, PRÁT 1929) představuje pravděpodobně jediný pravý (tj. nikoliv na podloží jiné horniny, PILOUS 1985) pěnovcový stupeň potочноho typu v republice mimo Český kras. V potoce se v sušších obdobích střídají suché a zavodněné úseky, a právě tento patří k těm vysychajícím.

Nedaleko ústí tohoto potoka do Jizery, v těsném sousedství samoty Betlém, vyvěrá visutě několik metrů nad úpatím ze skalního defilé poměrně silný pramen, dnes uměle zakrytý. Část vody, která z něj spádníkově prosakuje strmou úpatní suti nad silnicí, také slabě sedimentuje pěnovce, ale nikoliv přímo v podobě vodopádu. Hlavní odtok pramene je dnes uměle upravený a odváděný stranou směrem k samotě, ale nelze vyloučit, že v původní podobě měl také kaskádovitý charakter.

Na svislých stěnách skalního defilé severně od Betlému uvádějí pamětníci relativně vysoký (přes 20 m) efemerní vodopád, napájený pouze ronovou vodou z plošiny u samoty

Splazy za průtrži mračen a snad i silného tání sněhu. V úpatní suti vytváří dokonce mělkou erozní rýhu zakončenou silničním můstkem, ale podle jejího stavu je zřejmé, že zde již voda netekla minimálně několik let.

Dolánecký vodopád (Vodopád v Myšíně)

Představuje jeden ze dvou vodopádů Českého ráje, který byl již dříve podrobněji popsán (PÍLOUS 1992a), proto zde uvádím jen základní údaje. Vznikl jako visutý vodopád na skalním defilé z písčitých slínovců, které vytvořila Jizera boční erozí ve spodní části neckovitého až kaňonovitého údolí v levostranných svazích mezi Rakousy a Turnovem, pod osadou Myšina. Málo vodný vodopád je napájený pouze pramenem, který vyvěrá v horní části svahů nad skalním defilé v krátkém svahovém údolíčku v podobě úpadu. Výška skalního defilé, a tedy i vodopádu, byla původně až 18 m, ale eroze jeho toku společně s intenzivní kongelifrakcí v silně rozpukané podmáčené hornině v něm již vytvořila zářez, o který se výška vodopádu snížila na 12 m (obr. 4). Sklon celého vodopádu je okolo 60° (nahore jen 30–50°), který dolů přechází do sklonu 80°–90°. Pramen vyvěrající ze silně vápenité horniny má poměrně vysoký obsah CaCO_3 , a proto se z potůčku na vodopádové stěně, kde dochází k provzdušňování vody, slabě usazuje pěnovec. Vodopád se tak typologicky mění z erozního na nepravý konstruktivní vodopád (PÍLOUS 1985), byť vzhledem k malé mocnosti pěnovcové vrstvy v poměrně nedokonalé podobě. V horní části stěny s malým sklonem podloží je sedimentace zpočátku slabá a mocnost pěnovcové vrstvy je pouze okolo 30 cm. Teprve ve svislé části vytváří mohutnější sloupovitý útvar vysoký nanejvýš 4–5 m a široký 1–3 m, s maximální mocností kolmo ke stěně 1,1 m, většinou však jen do 0,6 m. Absence pěnovcových úlomků v okolí svědčí pouze pro subrecentní až recentní sedimenty.



Obr. 4: Dolánecký vodopád představuje nepravý pěnovcový vodopád na podloží písčitých slínovců.

Fig. 4: The Dolánecký Waterfall represents a pseudo-tufa waterfall on sandy marlite bedrock.

taci. Pěnovcové mikroformy, běžné na většině lokalit, jsou zde velmi malé a nedokonalé (pěnovcové žlábký a syngenetické dutinky) a jiné chybí úplně. Pěnovcový sloup je z větší části porostlý mechory (mechy i játrovkami), takže i povrch horniny má místy mechovou strukturu, a navíc je silně prorostlý kořeny a kořenovým vlášením okolních stromů, které se také recentně obalují pěnovcem. Pěnovec má hnědou barvu a granulovanou strukturu, znaky příznačné pro méně kvalitní pěnovce. Šířka hlavního vodního proudu dosahuje jen jednotkových decimetrů, ale díky pórovitosti pěnovce je jeho těleso podmáčené v celé šířce. Průtok vodopádu je velmi malý, ale vzhledem k napájení pramenem stálý a lze ho řadit k sezonním vodopádům.

Zhruba o 50 m dále k jihu proráží defilé další průrva, kterou dnes prochází cesta. Potok tekla původně tudy, ale později si prorazil kratší cestu klínovitým výběžkem skalního defilé. Tato změna toku ovlivnila výšku vodopádu. Voda slabých vrstevních pramenů nad skalním defilé západně odtud (jeden z nich je upravený jako tzv. Boží voda) vytváří na stěnách za holomrazů na několika místech poměrně vysoké a atraktivní ledopády.

Metelkův vodopád

Název je odvozený od Metelkových sadů, v nichž se nachází. Leží v linii stejného skalního defilé níže po toku mezi náhonem zvaným Malá Jizera a městským parkem v Turnově. Defilé se zde již snižuje a slabý potůček v něm vytvořil podél tektonické linie ($135^\circ/90^\circ$) krátké svahové údolíčko, vytvářející v horní části skalnatou soutěsku hlubokou 6–7 m, ukončenou příčnou svislou puklinou ($42^\circ/90^\circ$). Podél ní stéká slabá vodoteč z výše položeného pokračování zářezu, které ústí z boku do soutěsky kaskádovitým vodopádem vysokým 3,1 m. Jeho původní výška byla až o 3 m větší, ale je zmenšená o akumulaci balvanů zřícených ze stěn, nanesenými kameny, napadanými větvemi a navíc i odpadky. Množství vody je velmi malé a v sušších obdobích se mění s ohledem na vyústění kanalizace pouze na splašky. Celé okolí je poznamenané parkovými úpravami, 10 m nad vodopádem přetíná zářez potoka vysoká kovová lávka. Přírodní hodnota vodopádu je s ohledem na silné antropogenní ovlivnění celého prostoru zcela zanedbatelná. Ještě jeden nižší vodopádový stupeň se nachází i dále po toku na skalním dně erozního zářezu, který vodoteč vytváří ve výplavovém kuželu na zakončení rokle.

Vodopády Vazoveckého potoka (Slapy)

Vazovecký potok (známý též jako Vazovec) je jediný významnější přítok Jizery mezi místní částí Vranové v Malé Skále a Turnovem. Zdejší hydrografická situace je však nejasná. Vazovec vzniká soutokem dvou přibližně stejně vodných toků, přičemž základní mapa České republiky 1 : 10 000 uvádí jako nositele tohoto jména východní z nich, přítékající od Voděrad (jeho suché údolí však začíná až u Frýdštejna), ale turistická mapa Český ráj 1 : 25 000 nelogicky uvádí tento název u obou větví. Největší obec v údolí tohoto západnějšího potoka jsou Kaškovice, proto ho pro jednoznačnost označují jako Kaškovický (byť začíná také suchým údolím ještě poměrně vysoko nad obcí). Potok je známý tím, že se v jeho povodí nachází jeden z nejrozsáhlejších krasových systémů v Čechách mimo Český kras. Sestává se z ponorů, poloslepých údolí a vývěrové jeskyně Bartošova pec, ale zajímavý je i postupný vývoj názorů na tento systém. Odedávna známá jeskyně s otevřeným ústím (její vývěr využíval k pohonu již historický mlýn) byla považována původně za izolovanou pseudokrasovou jeskyni (VÍTEK 1973), popř. byla mylně spojována s ponorem tzv. Ondříkovického propadání (BALATKA et SLÁDEK 1975). Avšak teprve nález prvního závrtovitého ponoru a navazujícího poloslepého údolí (PILLOUS 1992) vedl ke zvýšenému zájmu ochránců z Okresního úřadu v Jablonci n. N. o tuto lokalitu. V rámci společné terénní pochůzky posledního z autorů s ochránci byly nalezeny další ponory a druhé poloslepé

údolí pod Roudným, a celý systém byl vyhlášený v roce 2000 za PP Ondříkovický pseudokrasový systém. Následně výzkumy (BRUTHANS et al. 2001, NOVÁK 2001) ho však již jednoznačně zařadily mezi krasové jevy, navzdory tomu, že původní název chráněného objektu zůstal již zachovaný.

Všechna uvedená údolí jsou zahloubená ve vápnitých pískovcích až písčítých vápencích jizerského souvrství (střední až svrchní turon), které zde tvoří podloží křemenných pískovců, v nichž vzniklo východně od údolí Vazovce skalní město Drábovna.

Vedle výše uvedených významných fenoménů se nachází v údolí Vazovce i jeho přítoku několik nízkých vodopádových stupňů. Nejvyšší se nachází v horní části údolí v úrovni osady Horky pod tzv. Foukanými dírami. Skupina domů níže v údolí se nazývá Slapy a nelze vyloučit, že je to právě ve spojitosti s vodopádem.

Vodopád v amfiteatrovitě skalnaté depresi hluboké 6–7 m a široké okolo 12 m, která odděluje výše položenou část údolí s profilem V od spodní, která se již vyznačuje úzkou údolní nivou. Vodopád i celá jeho deprese jsou strukturálně podmíněné, protože je vytvořila zpětná eroze v několik metrů mocné, poněkud tvrdší vrstvě vápnitých pískovců. Vodopád je vysoký 2,8 m. Horní část o výšce 0,8 m je kaskádovitá, pod ní následuje svislá vysoká 0,9–1,1 m a zakončená opět kaskádovitou spodní částí (okolo 1 m). Šířka dosahuje nesterjné 1,5–2 m, sklon je okolo 50° (obr. 5). Podloží tvoří tence horizontálně až subhorizontálně vrstevnaté vápnitě pískovce, které výrazně ovlivňují jeho podobu, neboť vytvářejí nízké dílčí stupínky. V horní kaskádovitě části se nachází při pravém okraji vodního proudu drobný, ale poměrně dokonalý válcovitý obrí hrnec s průměrem 18 cm a hluboký 15 cm. Na úpatí se nachází malé a mělké nepravidelné vývařisko. Podmáčené části vodopádové stěny jsou zčásti porostlé mechorystí i řasami. Koryto nad vodopádem tvoří v délce 27 m souvislé skalní podloží založené na vrstevní spáře a zakončené nahoře 7 m dlouhou a 1,3 m



Obr. 5: Vazovecký vodopád na podloží turonských vápnitých pískovců.

Fig. 5: The Vazovecký Waterfall on turonian calcareous sandstones bedrock.

vysokou přeží v mělkém skalním zářezu vymezeném svislými puklinami. Vzhledem k rozsáhlejšímu povodí má vodopád stálou vodu, ale v sušších obdobích je průtok tak malý, že ho lze označit jen jako sezónní vodopád.

Vodopádové stupně Kaškovického potoka

Na tomto potoce se nachází celkem pět nízkých vodopádových stupňů, z toho čtyři nad Bartošovou pecí a jeden pod ní. Mají jednotnou genezi, neboť všechny vznikly na tvrdších horizontálních vrstvách jemnozrnných až středně zrnitých vápnitých pískovců až písčitých vápenců v důsledku postupu zpětné eroze. Dva nejvýše položené se nacházejí na periodických až efemerních zdrojnicích nedaleko nad jejich vidlicovitým soutokem a třetí těsně pod ním. Představují drobné skoky vysoké 0,4 m, 0,6 m, 0,8 m a 1 m založené na jednotlivých tenkých vrstvách. Měkkí vrstvy pod nimi jsou erozně i mrazově více narušené, a proto na nich vznikly mělké převisy, přes které padá voda volným pádem.

Asi o 120 m níže a okolo 400 m nad Bartošovou pecí se nachází další stupeň vysoký celkem 2,0 m, jehož nejvyšší a nejstrmější část dosahuje 0,8 m. Těsně nad ním se nachází slabý pramen, proto je stupeň trvale zvlhčený, ale skutečně vodopádovou podobu má jen periodicky. Vznikl také na tvrdší lavici výše uvedené horniny, která zapadá mírným sklonem (5–10° proti toku). Celkový sklon stupně je 40° neboť jeho součástí je i přejeovitý úsek a zcela nízké skoky. Vzhled stupně ovlivňuje výrazně vrstevnatost horniny, pukliny se zde neuplatňují, ale na rozdíl od horních stupňů nevytváří převis. Okolo 50 m pod ním ústí zleva postranní údolí, ve kterém se nachází 40 m nad ústím 2 m vysoký svislý vodopád na slínovcové lavici, nejspíše pouze efemerního charakteru.

Nejnižší položený stupeň se nachází přibližně 200 m pod objektem bývalého mlýna u Bartošovy pece. Je vysoký 90 cm, a široký 3,2 m. Jelikož se nachází již pod vývěrem Bartošovy pece (s průměrným průtokem 28 l.s^{-1} , kolísajícím mezi 5 až 92 l.s^{-1} , BRUTHANS et al. 2001) převyšuje vodností všechny ostatní vodopády Turnovské pahorkatiny. Již 20 m nad stupněm teče potok po horní vrstevní ploše tvrdé vrstvy (lavice). Vodopád jako celek má charakter prahu, ale zčásti je kaskádovitý (po stranách), pouze uprostřed, kde je ale i nejméně vody na mírně vyvýšené partii tvoří svislý skok. Tvrdá lavice má mocnost pouze 0,5 m, proto je pod vodopádem mělký převis, v němž slabě sedimentuje pěnovec. Uprostřed a v pravé části se nachází vývřiště o rozměrech $3 \times 2 \text{ m}$ a hloubce 0,4 m, v levé části zanesené drobným šterkem. Celý práh je v dosahu prosakující vody porostlý mechorosty.

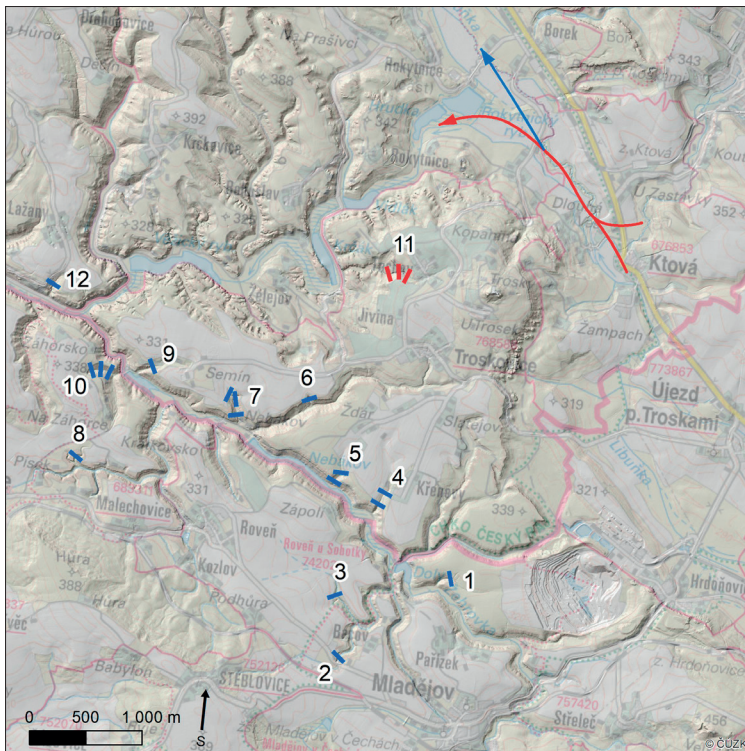
Prochodský vodopád

Ojedinělý vodopádový stupeň, který zmiňuje VÍTEK (1987) v Klokočských skalách je příkladem rozdílu od roklí Vyskeřské, vrchoviny, které mají na plošinách úvalovité části nebo alespoň úpady, které při tání sněhu nebo extrémních srážkových epizodách umožňují určitou koncentraci srážkových vod. Stupeň v Klokočských skalách se však nachází v závěru rokle, kterou vytvořila eroze na strukturním svahu kuesty těsně pod jejím hřebenem a podobnou sběrnou část zcela postrádá, proto je zde údolí trvale suché. Skalní stěna stupně s převisem hlubokým až 4 m je vysoká nanejvýš 2,9–4 m, ale vzhledem k absenci recentní eroze, byť jen efemerního toku, se nad ní vytvořila ještě okolo 1,5 m mocná vrstva zeminy. Na její bázi vytéká ve vlhkých obdobích nepatrné množství vody, které v podobě skapu padá přes převis.

5. 2. Povodí Žehrovky

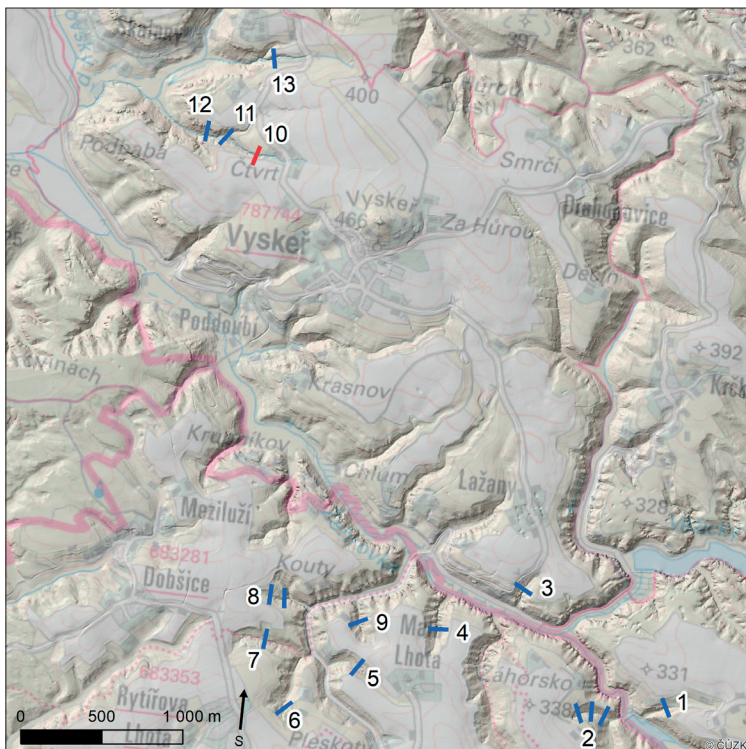
Vodopády v povodí Žehrovky se nacházejí na území Vyskeřské vrchoviny, která má odlišné geologické i reliéfové poměry od předchozí Turnovské stupňoviny. Je tvořena rozsáhlou, strukturně denudační tabulovou plošinou křemenných pískovců, rozčleněnou hustým a členitým systémem z větších částí suchých kaňonovitých údolí a jejich postranních roklí

a soutěsek s početnými skalními útvary. Okraje plošin přecházejí místy až do podoby malých skalních měst. Výrazným znakem území je jeho neotektonické narušení, které usměrňuje postup eroze a tím členění okrajů plošin a skalních útvarů (BALATKA et al. 1984). Tektonické poměry korespondují i s výstupy neovulkanických těles Jičínského vulkanického pole v podobě suků a žil, které jsou na rozdíl od starších názorů efuzivního charakteru (RAPPRICH et al. 2007). Rozsáhlejší a odolnější vulkanická tělesa se podílela na následném vývoji reliéfu území zpomalování denudačně erozních procesů, a proto se kolem nich vytvořily v křemenných pískovcích podstavcovité formy, které mají podobu ukloněných plošin, ohraničených na okraji strmými i skalnatými svahy nebo dokonce malými skalními městy. Nejdokonalejším příkladem jsou Trosky se skalním městem Apolena na východním okraji, kde je podstavec vytvořený téměř kruhovitě ze všech stran a méně výrazné to lze sledovat i na západní a jižní straně také u Vyskeře.



Obr. 6: Mapa vodopádů a vodopádových stupňů v povodí horní Žehrovky. Nepravé pěnovo-cové vodopády jsou vyznačené červenou barvou. 1. Hluboká rokle, 2. Bacovský, 3. Roveňský, 4. Křenovské (2), 5. Žďárské (2), 6. Suché (2), 7. Kryštofův a Semínské (2), 8. Dovolův, 9. Podsemínský, 10. Záhorské (3), 11. Tachovské (3), 12. Podlažanský. Šipky vyznačují říční pirátství Libuňky. Červená šipka označuje původní směr toku, modrá současný směr.

Fig. 6: Waterfalls and waterfalls steps in the upper Žehrovka river basin. Pseudo-tufa waterfalls are displayed in red. The arrows symbolise stream piracy of the Libuňka river during Pleistocene. Red arrow shows the past flow direction, blue is the present flow direction.



Obr. 7: Mapa vodopádů a vodopádových stupňů v povodí střední Žehrovky. Nepravý pěnovecový vodopád je vyznačený červenou barvou. 1. Podsemínský, 2. Záhorský (3), 3. Podlažanský, 4. Malolhotecký, 5. Pleskotský, 6. Zahájský, 7. Převisový, 8. Podkoutecký (2), 9. Podpleskotský, 10. Horní Čtvrtecký, 11. Dolní Čtvrtecký, 12. Skalanský, 13. Mladostovský.

Fig. 7: Waterfalls and waterfall steps in the middle Žehrovka river basin. Pseudo-tufa waterfall is displayed in red.

Žehrovka je největším tokem Vyskeřské vrchoviny, s průměrným průtokem u ústí $0,50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Střední část jejího toku pod Mladějovem až téměř ke Skovovům vytváří kaňonovitě údolí, lemované početnými skalními útvary a stěnami. Vzhledem k tomu, že je celý tento úsek údolí nápadně přímočarý, a navíc směrově shodný s poruchami sudetského směru, je pravděpodobná jeho tektonická predispozice. Vodopády a vodopádové stupně v jejím povodí se nalézají v krátkých postranních kaňonovitých údolích a zářezech, v místech, kam dospěla nejvýraznější etapa zpětné eroze. Jejich konkrétní poloha i podoba je však rozdílná. Pokud vodopádovou stěnu tvoří výrazná příčná puklina, nebo přesněji řečeno strmá až svislá puklinová plocha, jedná se o tektonicky podmíněný vodopád. V jiných případech však vznikl vodopádový stupeň na lokálně tvrdší, převážně horizontální nebo subhorizontální pískovcové vrstvě či laviici. Pak se obvykle pod nimi vytváří i převis a jedná se o vodopády podmíněné strukturální příčinou. Většina z vodopádů obojí geneze však má společné to, že tvoří předěl mezi kaňonovitou (soutěskovitou) částí údolí a vesměs mělkým údolním uzávěrem na strukturální plošině. Vodopádové stupně však nevznikaly na

všech postranních vodotečích, ale pouze tam, kde závěry roklí a zářezů poskytovaly příhodnou kombinaci směru a sklonu puklin (zvláště svislých), popřípadě i za spolupůsobení stratigrafických příčin v podobě tvrdších lavic pískovců. V případech stálějších a vodnějších toků dokázala silnější eroze vytvořit na přechodu pramenných uzávěrů a roklí pouze úseky zvýšeného sklonu bez výškových stupňů. Rozmístění vodopádů a vodopádových stupňů v povodí Žehrovky ukazují obr. 6 a 7.

V některých případech vznikly nerovnosti i níže v roklí. Příčiny jejich vzniku jsou stejné, ale jsou téměř vždy nižší, a jelikož mívají i více dílčích stupínků s menším sklonem, mohou mít jen kaskádovitou nebo peřejovitou podobu, a vzhledem k malé odolnosti pískovců, v nich vznikají i evorzní formy. Z důvodu jejich větších rozměrů již spadají spíše do kategorie obřích kotlů. Tyto stupně již mívají stálější vodu, ale v malém množství, takže jen stéká po skalním povrchu a vodopádovou podobu mají také jen za výše uvedených situací. Vodopády postranních roklí jsou popsány ve směru toku Žehrovky.

Vodopád v Hluboké roklí

Hluboká rokle je krátký pravostranný postranní zářez, spadající k Žehrovce nad horním zakončením rybníku Doly, 1,2 km ssz. od Mladějova. Rokle je trvale zcela bezvodá, proto je vodopád jen efemerní, ale paradoxně je jeho stěna po většinu roku zvlhčená prosakující vodou. Svahová spodní část zářezu přechází směrem nahoru do kaňonovitě podoby a závěr tvoří krátká soutěska 8 m dlouhá, 6 m hluboká a 2–3 m široká. Vytvořila jí eroze postupující po dvou svislých paralelních podélných puklinách. Zakončení tvoří příčné i svislé pukliny (40°/90°), na nichž vznikla vlastní vodopádová stěna vysoká 6,3 m. Od jejich linie již vodopád slabě ustoupil směrem proti toku. Pod mírně odolnější pískovcovou lavicí, umístěnou pod horní hranou vodopádu, vznikl do 1 m hluboký převis, přes který spadá efemerní vodopád svisle. Úpatí je skryté za dvěma velkými zřícenými bloky.

Bacovský vodopád

Jeden z mála stálých vodopádů na bezejmenném potoce stékajícím od Stéblovic zleva do Žehrovky. Ústí přímo u rybníka Doly, ale zdejší místopisná situace se vyznačuje jednou nelogičností. Delší a vodnější potok s vodopádem je bezejmenný stejně jako jeho kaňon, zatímco menší postranní rokle ústící do něj od západu se nazývá Roveňská a tento název přechází i na nejspodnější část údolí hlavního toku.

Vodopád se nachází bezprostředně pod silničním tělesem mezi obcemi Roveň a Mladějov v blízkosti samoty Bacov v místě, kde výše položená, mělká část údolí sestupuje do rokle. Mezi zdejšími vodopády je atypický tím, že vytváří soustavu sestávající z celkem pěti dílčích stupňů na jednotlivých horizontálních až subhorizontálních lavicích pískovce. Soustava se jako celek obloukovitě stáčí, a navíc i mezi jednotlivými stupni se tok směrově několikrát lomí. Její celková výška je 8,3 m a sklon díky mezistupňům dosahuje jen 30–40°. Výška, typ a sklon jednotlivých stupňů odshora je 1,8 m (kaskádovitý, 80°, úsekovitě až 90°), 1,5 m (parabolicky úklonný vodopád, 50°), 0,8 m (kaskádovitý až skokovitý, 70°), 1,3 m (kaskádovitý až peřejovitá kaskáda, 60°) a 1,7 m (peřejovitá kaskáda, 45–55°). Jednotlivé stupně vnikly na strmých až svislých příčných puklinách (puklinových plochách), mezistupně tvoří mírně ukloněné vrstevní plochy v délce jednotkových metrů. Výše položené stupně na vrstevních plochách postrádají vývařišť. Jediné a pouze malé a mělké (1×2×0,2 m) se nachází na úpatí nejspodnějšího stupně a je zčásti zanášené naplavenými větvemi a odpadky. V dosahu vody se nachází nesouvislé porosty mechorostů a řas, a navíc se zde usazuje velmi tenká korovitá vrstva pěnovce (nejvíce ve 2. a 3. stupni, kde je 2–5 cm mocná, jinde tvoří jen povlak). Nejvyšší stupeň a jeho okolí, které jsou přímo na úpatí silničního tělesa a mostu, jsou poznamenány antropogenními úpravami.

Roveňský vodopád

Také ve výše zmíněné postranní Roveňské rokli se nachází nízký stupeň. Rokle se liší od některých jiných tím, že mělké údolí na strukturální plošině nepřechází do zahloubené části vysokým stupněm, ale má přechodnou část v podobě zářezu s profilem písmene V, vytvořeném v hlinitém deluviu. Zářez se směrem po toku stále prohlubuje a teprve v místě, kde protíná odolnější polohu pískovce, vytváří na příčné puklině 1,4 m vysoký stupeň, na který navazuje okolo 15 m dlouhé soutěskovité koryto. Vodopád je v horní části úklonný (se sklonem okolo 60°), ve spodní svislý, ale má po většinu roku jen skapový charakter.

Křenovské vodopády

Nacházejí se na periodické vodoteči, stékající od osady Křenovy zprava do Žehrovky v úseku, kde přechází horní část jejího rýhovitého údolíčka do skalnaté rokle. Nacházejí se zde celkem tři skalní stupně. Nejvýše položený je vysoký okolo 1,6 m, ale výška je nejednoznačná pro desítky centimetrů silnou vrstvu navátého listí na úpatí. Je převisového typu, vzniklý na tenké (40 cm) tvrdé vrstvě pískovců. Převis hluboký do 1,5 m vznikl na měkké, intenzivně zvětrávající vrstvě. Pod tímto stupněm se již zářez více prohlubuje a po 25 m je zakončený nejvyšším dvoustupňovým vodopádem v úzkém skalním amfiteátru, vysokým 6,7 m. Hlavní část vysoká 5,7 m přechází do 3,3 m dlouhého skalního mezistupně o nepatrném sklonu, který je zakončený 1 m vysokou kaskádou na tvrdší lavici. Nejvyšší stěna vznikla na úzké svislé puklinové zóně, od které vodopád již erozně mírně ustoupil proti toku. Vodopádová stěna má sklon 80° a je téměř souvisle porostlá mechy a játrovkami. S ohledem na svislé úseky představuje kombinaci svislého až kaskádovitého vodopádu, členěného drobnými horizontálními teráskami podél vrstevních spár. Úpatí je dnes silně zavalené větvemi po těžbě dřeva na okolních svazích.

Po 40 m následuje poslední dvoustupňový vodopád. Jeho horní stupeň, stékající nahore po puklinové ploše a dole spadající přes převis, je vysoký 1,6 m. Po 3 m na vrstevní ploše následuje výrazně převisový spodní stupeň, vymezený tenkou lavicí a vysoký 2,5 m. V současnosti je tento spodní vodopád prakticky zcela zavalený větvemi po těžbě dřeva.

Žďárské vodopády

Jsou situované v sousedním, od Křenovských vodopádů západněji umístěném, svahovém údolí. Začíná u osady Žďár a ústí také zprava do Žehrovky. Po celé délce jim prochází neznacená turistická cesta, která k nim umožňuje, na rozdíl od většiny ostatních zdejších vodopádů, snadný přístup. Nacházejí se zde dva vodopády. První, dvoustupňový, vysoký celkem 6,0 m je v horní části a přechází jím zcela mělké údolí na plošině do skalnaté rokle. Vznikl na svislé, velmi výrazné diagonální (105°) puklinové ploše. Přímo v jeho linii se nachází dvoudílné chátrající kovové schodiště turistické stezky. Úklonný horní stupeň má sklon 50° a je vysoký 2, 2 m, spodní, svislý, oddělený 2 m dlouhým mezistupněm dosahuje výšky 3,5 m. Tento vyšší stupeň má ostrou horní hranu a v horní části má přes mělký převis podél vrstevní spáry i převislý úsek.

Dno rokle mezi oběma stupni je vyplněné téměř souvisle balvanitou akumulací. Druhý vodopád se nachází na spodním konci rokle a představuje typický vodopád na visutém ústí do hlavního údolí. Jeho výška je 5,4 m. Pod mírně zaoblenou horní hranou následuje 2 m dlouhá úklonná část (40°), přecházející do strmé (80°–90°) spodní části. Úpatí kryje mocná vrstva napadaného listí a jakékoliv chybějící stopy, byť i staré eroze, ukazují, že se v tomto případě jedná o extrémně efemerní vodopády, kde nejspíše voda netekla již dlouhou řadu let.

Suché vodopády

Na rozdíl od většiny vodopádů v horní části povodí Žehrovky nejsou Suché vodopády v roklích ústících přímo do jejího kaňonovitého údolí, ale ve skalnatém zářezu v pravých svazích bezejmenného údolí směřujícího od Troskovic k Nebákovu. Vznikly nedaleko zúžené šíje Seminského ostrohu, 400 m jz. od odbočky silnice k samotě Semín. To samo určuje velmi malé povodí vodopádů v podobě pouhého úpadu, a proto také patří k extrémně efemerním vodopádům, které jsou v současnosti trvale suché. Přesto zde holocénní eroze vytvořila dva vodopádové stupně. Horní je tvořený dvěma dílčími stupni oddělenými 4 m dlouhým mezistupněm a vysokými shodně okolo 5 m. Oba jsou svislé až slabě převísle a vytvořily se na křížení výrazných podélných i příčných puklin.

Spodní stupeň vznikl v pozici visutého ústí do hlavního údolí. Jeho výšku lze přesněji obtížně stanovit, protože zvětšování sklonu začíná v hlinitém zářezu pod tělesem turistické cesty a je tedy antropogenně ovlivněný, rámcově dosahuje okolo 10 m. Typově se jedná o strmě úklonný až kaskádovitý vodopád, v současnosti dosti zarostlý.

Seminské vodopády a Kryštofův vodopád (Nebákovské kaskády)

V chatové osadě pod hrázi rybníku Nebákov ústí zprava do údolí Žehrovky krátká rokle, v níž se nachází několik vodopádových stupňů, z nichž horní jsou periodického až efemerního typu a pouze spodní nízké vodopádové stupně mají relativně trvalejší, byť velmi slabý vodní tok. Jako jeden z málo případů vodopádů Turnovské pahorkatiny je na webových stránkách mapy.cz tato lokalita označena jak Kryštofův vodopád, není však zcela zřejmé, o který konkrétně jde, podle stálejší vody však odvozují, že se jedná o spodní kaskády. Rokle se na horním konci vidlicovitě dělí na dvě větve, v nichž je po jednom samostatném vyšším vodopádu v horní části, kde přecházejí mělké úpady skalní stěnou do rokle. Podle blízké samoty je označují jako Seminské vodopády.

Velký Seminský vodopád se nachází v zakončení východního ramene rokle v místě, kde mělký pramenný úpad přechází přes skalní stěnu do závěru rokle. Vodopád je na čele amfiteátrovitého skalního kotle. Je vysoký 14,4 m a jeho celkový sklon je 80°, ale jeho součástí jsou svislé i převísle partie. Vznikl původně na příčné svislé puklinové ploše, ale erozně již od ní mírně ustoupil proti proudu. Podélné pukliny vodopád přímo neovlivňují, ale významně se podílejí na formování jeho skalního amfiteátru. Vodopádová stěna je členěná horizontálními lištami vzniklými erozí vodopádu i selektivním zvětráváním různé odolných vrstev, v linii padající vody je koncentrovaný proud dokonce mírně půlkruhovitě vykrojlil. Na méně odolných vrstvách vznikly 3 hlubší převisy. Nad horní hranou je 1 m vysoký úsek menšího sklonu (50°), který na horní hraně nejvyššího převisu přechází do svislé stěny. Vodopád má po část roku skapový charakter, ale přesto ho lze řadit pouze mezi periodické vodopády, podle silné vrstvy napadaného listí na úpatí se zdá, že v současnosti přechází spíše do efemerního stádia.

Západní rameno je méně skalnaté, má spíše ráz strmého svahového údolí, kterým prochází lesní cesta. Jeho dno je zčásti vyplněné balvany zřícenými ze svahů. V jeho střední části je v drobném skalním amfiteátru 3,2 m vysoký svislý až převísle vodopádový stupeň. Vznikl na tvrdší vrstvě pískovců, v koutě, který svírají dvě vzájemně kolmé, svislé puklinové plochy. Má ostrou horní hranu a na úpatí padá mezi balvany na dně převísle části. Západní rameno má menší sběrnou plochu a jeho vodní tok má nejspíše jen efemerní charakter.

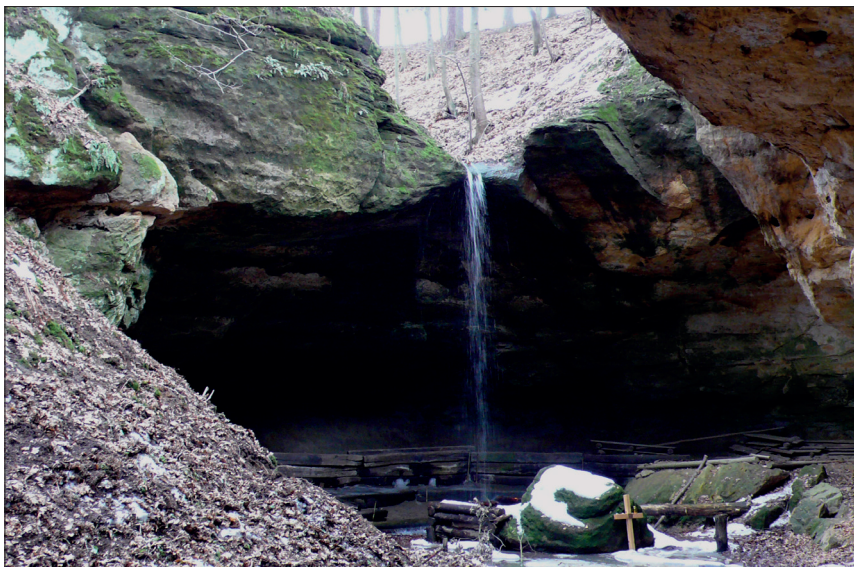
Kryštofův vodopád sestává z několika nižších prostorově oddělených stupňů, proto by bylo pro něj vhodnější označení kaskády, pro které navrhuji výstižnější označení Nebákovské kaskády. Vznikly na tvrdší poloze křemenných pískovců až na spodním zakončení rokle a mají proto typologicky charakter vodopádů na visutém ústí vedlejšího údolí, což je ve zdejším území podstatně méně častý případ než vodopády na horním zakončení roklí. V tomto případě způsobily rozčlenění na jednotlivé kaskády výrazné příčné a diagonální pukliny, na nichž vznikly tůně nebo rozměrnější evorzni tvary (obří kotle), jejich hloubky

jsou uváděné k současnému dnu z nánosů, k eroznímu skalnímu dnu jsou však ještě hlubší. Nebákovské kaskády se stávají z celkem šesti výraznějších stupňů.

Nejvýše položený stupeň je vysoký 3,4 m a představuje kombinaci svislého stupně pod horní hranou (0,6 m) a úklonně skalní plotny se sklonem 60–80°, na níž se zužuje podél diagonální pukliny. Je zakončený tůň s rozměry 3×2 m a hloubkou 0,9 m ve skalním podloží vymezeným puklinami a se slabými znaky evorze. Po 6 m následuje nižší stupeň (1,7 m). Nahore je též svislý, ale ve spodní části teče po mírně ukloněném skalním podloží (30°) podél svislé pukliny, které je ukončené dobře vyvinutým obřím kotlem s téměř kruhovým půdorysem (2,2×2,0 m) a hloubkou 1,8 m (z toho 0,8 pod hladinou). Níže je koryto mělce soutěskovitě přehlobuněné a jsou v něm další nerovnosti. Po 5 m následuje svislý stupeň (0,6 m) na diagonální puklině, pod nímž je další dobře vyvinutý obří kotel o průměru 1,5 m a hloubce 1,4 m (z toho 0,4 m pod hladinou), otevřený po směru toku. O dalších 15 m dále je 1,3 m vysoký, kaskádovitý stupeň se sklonem 70°, zarostlý mechy a játrovkami. Poté následuje delší úsek (10 m) vyrovnanějšího toku ukončený svislým stupněm (0,8 m) na svislé příčné puklině. V krátkém odstupu 4 m se nalézá poslední stupeň v podobě svislého až převíslého vodopádu vysokého 2 m, který vznikl na podélné puklině (0°/70°Z) v místě, kde se kříží s příčnou svislou puklinou. Na úpatí vytvořil poměrně rozsáhlé vývřiště o průměru 5 m, které soustavu ukončuje.

Dovolův vodopád

Mezi rybníky Nebákov a Podsemínský přijímá Žehrovka zleva bezejmenný přítok, který se výše dělí na dva skoro stejně velké potoky. Východní přítéká od obce Roveň, západní od Libošovic. Západní vytváří výrazněji kaňonovitě údolí, do kterého ústí několik dalších krátkých postranních roklí a skalních zářezů. V jediném z nich, které ústí od severu z prostoru tzv. Dovolova koutu poblíž samoty Na Záhorce se nachází i vodopád. Podle toho je odvozený



Obr. 8: Dovolův vodopád a převis s uměle upraveným dnem.

Fig. 8: The Dovolův Waterfall and overhang with anthropogenic bottom.

i název a nejlépe je dostupný z vozové cesty k samotě (obr. 8). Periodická vodoteč, která ho vytváří, má sběrnou plochu na velmi mělce zahloubené části tabule, která přechází v klikatý erozní zářez s profilem V, zahloubený v hlinitých zvětralinách. Na konci vytváří nízký skok (0,7 m), za kterým již přímo vyústí na hranu vodopádu. Spadá přes mohutný převis do skalního amfiteátru, proto voda padá v celé výšce 6,9 m zcela svisle (obr. 8). Přepadová hrana je tvořená tenkou (20–30 cm) vrstvou odolného pískovce a sleduje linii svislé pukliny příčné ke směru toku (80°). Převis je široký 16 m a hluboký 8 m. Vznikl na měkčí a pórovitější vrstvě pískovce proto je pravděpodobně, že na jeho vzniku má větší podíl gelivace než samotná eroze toku. Na dně rokle v okolí vodopádu se roztroušeně nacházejí balvany odlomené z tvrdší vrstvy. Na levé straně údolí přechází převis do 50 m dlouhého, nečleněného skalního defilé, na pravé straně však rychle přechází pouze ve strmý svah. Dno rokle pod vodopádem má jen nepatrný sklon. Romantické prostředí převisu využívala v minulosti trampská základna, a proto zde došlo k nežádoucím zásahům do přírodních poměrů. V jejich rámci byly svažité úpatní akumulace zvětralin v převisu uměle terasovitě upraveny a dodnes se zde nacházejí trosky různých dřevěných konstrukcí.

Podsemínský vodopád

Jeden nízký vodopád se nachází v horní části krátké rokle, která směřuje od samoty Semín k Podsemínskému rybníku těsně nad Podsemínským mlýnem. Nachází se v horní části, kde přechází mělké úvalovité údolíčko do strmější rokle. Je vysoký 3,1 m, a vznikl na tvrdší lavici pískovců. Horní část je kaskádovitá, spodní svislá až převislá přes mělký převis na úpatí. Horní hrana je zaoblená, ale poměrně jednoznačná, na úpatí je silná vrstva napadaného listí. Stupeň je nejspíše trvale suchý, stejně jako několik nižších stupňů (do 1,5 m vysokých) níže v roklí.

Záhorské vodopády

Z protější, levé strany ústí do kaňonu Žehrovky přímo u Podsemínského mlýna další údolí, které se zakrátko dělí na dvě větve. Delší jižnější postrádá údolní stupně a prochází jím stará přístupová cesta ke mlýnu. Západní větev má charakter ostře zaříznutého údolí s V profilem, a malým zastoupením skal. V jeho závěrové části strmě stoupající části se však nacházejí tři vodopádové stupně. Údolí začíná na strukturní plošině velmi malým úpadem, přecházející na spodním konci v krátký a mělký erozní zářez. V důsledku plošně velmi omezeného povodí je první vodopádová stěna na čelní stěně širokého skalního amfiteátru téměř trvale suchá, výrazně efemerního typu. Dosahuje výšky 11,3 m a má podobu převisu hlubokého do 5 m, který má polygenetický charakter. Na jeho vzniku se podílí řícení bloků podél příčných i podélných puklin, vytváření početných nepravidelných skalních dutin a v úpatí, 1,5 m mocné zvodnělé vrstvě i intenzivní recentní, destičkovitá gelivace, která vytváří u zadní stěny převisu nápadný osyp. Na dně amfiteátru se nachází slabý a patrně jen občasný pramen (obr. 9).

Níže položená část dna údolí pod amfiteátre přechází do tvaru zářezu, v němž se o 30 m níže nachází další, 2,4 m vysoký, převisový vodopád. Jeho horní hranu tvoří tenká vrstva (30 cm) tvrdého pískovce. Převis dosahuje hloubky do 2,3 m. V levé části je řitivý a jeho součástí jsou těž nepravidelné dutiny.

O dalších 30 m dále se nachází poslední dvoustupňový vodopád vysoký celkem 3,4 m, rozčleněný 1,5 m dlouhým mezistupněm. Spodní, 2,3 m vysoký stupeň je svislý, spadající přes dva mělké převisy nad sebou, kombinované s nepravidelnými skalními dutinami. Horní hrany obou stupňů jsou ostré, bývalé vývařistě na úpatí je dnes zcela zapadané listím. Vlhké stěny převisů jsou souvisle porostlé mechy a játrovkami.



Obr. 9: Mimořádně silně členitá stěna Záhorského vodopádu. Silně porézní úpatní vrstva pískovců podléhá intenzivní gelivaci.

Fig. 9: The particularly strongly dissected face of the Záhorský Waterfall. The high-porosity layer at the base is subjected to intensive gelivation.

Tachovské vodopády

Tachovská rokle a vodopád mají název podle místní části Tachov, která je součástí Trosek. Rokle spadá ze sedimentárního podstavce vulkanického suku Trosek do údolí Jordánky, pravostranného a současně největšího přítoku Žehrovky. Tachovský potok pramení v mělce zářezovitém údolí v blízkosti obce na horních, mírněji ukloněných svazích sedimentárního podstavce vulkanického suku Trosek. Do Tachovské rokle spadá Tachovským vodopádem v členité linii pískovcových skalních stěn, která vymezuje postup zpětné eroze. Dno samotné, jen okolo 500 m dlouhé Tachovské rokle však vykazuje sklonově tři velmi rozdílné úseky. Horní s mírnějším sklonem na ukloněné části sedimentárního podstavce vulkanického tělesa Trosek, velmi strmý střední, který začíná hlavním vodopádovým stupněm a doprovázený sérií dalších nižších vodopádových stupňů a přejí o celkovém sklonu okolo 14°. Třetí spodní část, vyúsťující u rybníku Krčák, se již nachází v blízkosti erozní báze a má proto naopak velmi malý sklon. Ostatní rokle zařezávající se do sedimentárního podstavce Trosek jsou trvale bezvodé, proto postrádají vodopády.

Tachovský vodopád, stejně jako dva z dalších níže v rokli položených stupňů, které by bylo možné označit jako Střední a Dolní Tachovský vodopád, jsou však typologicky a geneticky mimořádně výjimečné a cenné nejen v rámci Turnovské vrchoviny (nebo obecněji Českého ráje), ale celé republiky. JANOŠKA (2008) sice uvádí, že hlavní, tj. Horní vodopád stéká po pěnčivém podloží, ale exaktněji se nezabývá ani jeho genezí ani výjimečností.

Celková výška vodopádového stupně je 7,6 m, jeho hlavní, nejstrmější část však jen 4,8 m. Šířka se od 1 m nahoře zvětšuje až na 4,5 m u úpatí a celkový sklon je okolo 45°,

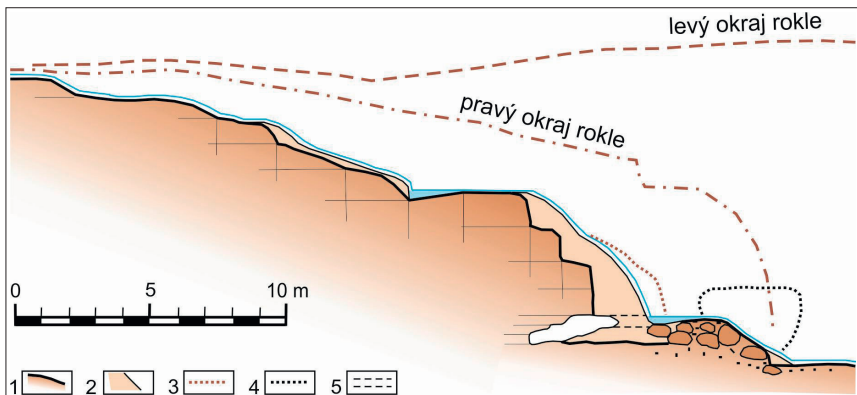
ale v některých úsecích se pohybuje mezi 30–90°. Hlavní vodopádová stěna je nevýrazně dvoustupňová, rozdělená úsekem s menším sklonem (obr. 10, 11). Eroze vytvořila v pískovcovém podloží již těsně nad vodopádem žlabovitě prohloubené koryto se svislými stěnami a drobnými skoky, jehož dno je vyplněné tenkými korovými pěnovci.

Málo vodný potůček pramení jako jediná stálější vodoteč až na výše položené části sedimentárního podstavce Trosek, budované vápnitými jílovcem až slínovci. Proto mají jeho vody poměrně vysoký obsah uhličitanu vápenatého, který se v místech zvětšeného sklonu ve vodopádu i strmě spadající horní části rokle provzdušňováním vody uvolňuje a sedimentuje v podobě pěnovců, byť nepříliš kvalitních. Svědčí o tom jejich nahnědlá barva i malá schopnost vytváření syngenetických mikroforem, typických pro pěnovcové vodopády (PILLOUS 1985). Hlavní vodopád se nachází na pískovcovém podloží v amfiteatrovitém skalním závěru rokle, který je výrazně vymezený systémem vzájemně kolmých, svislých puklin a puklinových ploch. Ty jsou i příčinou říťového charakteru stěn, proto se na dně rokle přímo pod vodopádem nacházejí poměrně hojně zřícené bloky a balvany. Vodopád tak původně vznikl na pískovcovém stupni, na němž teprve druhotně začal sedimentovat pěnovec a stěny ohraničující vodopád po stranách jsou také pískovcové. Nejedná se tedy o konstruktivní vodopád, jak uvádí JANOŠKA (2008), ale je typickým zástupcem **nepravých konstruktivních** vodopádů, které vznikají na podloží jiných hornin. S ohledem na objem pěnovcového tělesa (s horizontální mocností 1–2,5 m) ho lze považovat, s ohledem na celkově velmi omezený výskyt této horniny u nás, za nejdokonalejší ukázkou tohoto typu v celé republice, což vynikne mj. i ve srovnání s výše uvedeným Doláneckým vodopádem. Pěnovec se z málo vodného potůčku usazuje i v současnosti, a obaluje tak stále i cizorodé předměty (klacky, větve, stébla) včetně



Obr. 10: Nepravý pěnovcový Tachovský vodopád na pískovcovém podloží. Na úpatí vpravo i vlevo jsou patrné otvory do tunelovité pseudokrasově-syngenetické jeskyně.

Fig. 10: The Tachovský Waterfall is a pseudo-tufa waterfall on sandstone bedrock. Two openings to a small tunnel-like pseudokarst-syngenetic cave are visible on the right and the left at its base.



Obr. 11: Podélný profil Tachovským vodopádem. Vysvětlivky: 1. pískovcové podloží, 2. pěnovcové vrstvy, 3. linie vodopádu mimo profil, 4. volný blok pískovců mimo profil, 5. vstup do jeskyně mimo profil.

Fig. 11: A longitudinal profile of the Tachovský Waterfall. Explanations: 1. sandstone bedrock, 2. tufa layers, 3. line of waterfall beyond the profile, 4. sandstone block beyond the profile, 5. cave entrance beyond the profile.

odpadků, které sem ještě nedávno odhazovali místní obyvatelé. Ve srovnání s většinou jiných pěnovcových vodopádů zde nejsou zastoupené mechorosty, ale pouze řasy.

Vodopád však vytváří ještě jeden unikátní tvar, který má z genetického hlediska nadnárodní význam. V méně odolné vrstvě pískovců se vytvořil na úpatí vodopádové stěny, pravděpodobně i díky intenzivnějšímu působení kongelifrakce a gelivace v důsledku zvlhčení horniny nízký, ale až 5 m hluboký převis. Ten začala druhotně přerůstat pěnovcová masa a poté, co dosáhla až k úpatí stěny, změnila převis v malou jeskyni, do které zůstaly zachovány jen dva menší otvory na obou okrajích vodopádu. Takto vzniklá tunelovitá část jeskyně překlenutá pěnovcem je dlouhá 3,5 m, s převisem nad menším jižním vchodem 4,2 m. Geneticky jí lze označit za tunelovou, **pseudokrasově syngenetickou jeskyni**, u níž bychom nejspíše hledali těžko obdobu i jinde ve světě. Vzhledem k valu ze zřícených balvanů, oddrolování pěnovcových úlomků i sedimentaci pěnovce na úpatní akumulaci listů a větví je prostor před jejím větším vstupem zvýšený a počva jeskyně mírně klesá směrem dozadu. Severní ukončení jeskyně tvoří mohutný odtržený a sesedlý pískovcový blok. Plocha vodopádu postrádá typické pěnovcové mikroformy, nejspíše v důsledku silného spadu listů z okolních stromů, jen periodicky odplavovaných vodou za vyšších stavů. Drobné krápníkovité tvary jsou pouze na vnitřní straně baldachýnovitého převisu nad menším, jižním otvorem jeskyně.

O 50 m dále po toku vytváří potok další nízký vodopádový stupeň, vzniklý na tvrdší subhorizontální lavici pískovců o mocnosti 0,8–2 m, mírně ukloněné proti směru toku. Pod ní vznikl v měkčí vrstvě, opět za přispění kongelifrakce a gelivace, do 5 m hluboký, 0,5–1,6 m vysoký a 16,5 m široký převis, přes který spadal původně okolo 1,6 m vysoký vodopád. Později se však část stropu převisu o rozměrech 1,8 × 2,8 m propadla přímo v linii vodního proudu, neboť zde byla současně i největší kumulace svislých puklin. Vodopád se tak přemístil do vzniklého otvoru hruškovitého půdorysu, čímž se snížil o několik decimetrů v důsledku akumulace z balvanů zříceného stropu na úpatí. Dnes má proto nestejnou výšku jen 0,7–1,1 m, ale jelikož vnější okraj lavice zůstal zachovaný, vytvořil se na něm

skalní most, pod kterým potok odtéká. Jeho výška je 1,2 m, šířka 6 m a mocnost klenby 40–90 cm (obr. 12). Přes jeho nevelké rozměry se jedná v našich poměrech o naprostý unikát, neboť kombinace vodopádů se skalními mosty je obecně výjimečným jevem, který se i v celosvětovém měřítku vyskytuje velmi vzácně, a navíc převážně v karbonátových horninách. V naší republice existuje výtvar této geneze již jen u horního Novopackého (Sýkornického) vodopádu v permských slepencích (VÍTEK 1986), kde je ale pouze v embryonálním stádiu, neboť vodopád spadá jen do 6–10 cm široké trhliny, která odděluje okrajový blok údolního stupně. Ten tak sice vytváří skalní most, ale vizuálně jen málo patrný, a to tím spíš, že úzká trhlina se často ucpává naplaveným materiálem, a voda proto teče až k okrajové hraně, na níž teprve tvoří vodopád.

Převís však vytváří ještě jeden skalní most, neboť v něm zůstal zachovaný pilíř z méně odolného pískovce pod tvrdší lavicí. Vznikl tak další otvor o rozměrech 1,6×0,7 m mezi pilířem a zadní stěnou převisu a současně druhý skalní most, jehož osa je však kolmá na osu prvního. Potok se v balvanech pod vodopádem štěpí na dvě ramena, z nich menší protéká tímto druhým otvorem. Také na tomto vodopádu i balvanech ze zříceného stropu na jeho úpatí slabě sedimentuje pěnovce, ale nikoliv v souvislé vrstvě, neboť v levé části, kde je intenzivnější eroze, je zároveň průběžně destruován.

O pouhých 25 m dále začíná třetí, poslední kaskáda na pískovcovém skalním podloží i balvanech volné suti, druhotně však pokrytých vrstvami pěnovce. Sestává ze tří prostorově oddělených stupňů a mezilehlých peřejí. Její celková výška je 8,5 m, z čehož nejvýraznější jsou dva stupně, prostřední, vysoký 3,1 m a nejspodnější vysoký 1,7 m. Mezi stupni byly tři drobné tůně, dnes skryté pod napadanými větvemi a listím. Nejvyšší prostřední stupeň vznikl původně na pískovcovém podloží, ale později ho až na malou druhotně erozně obnaženou plošku opět překryla vrstva pěnovce, takže vytváří opět nízký nepravý konstruktivní vodopád (obr. 13). Hlavní masa pěnovců se v minulosti vytvořila – pravděpodobně v době vyšších průtoků – na boční stěně obloukovitého podložního pískovcového výchozu, a proto je její výška jen 2 m. Při celkové šířce stupně 6 m je však dosah vodního proudu široký maximálně 1,2 m, zbytek je dnes trvale suchý. Od ostatních zdejších stupňů se liší tím, že je převážně porostlý mechorosty a vytváří i nejdokonalejší mikroformy, včetně úpatního převisu a syngenetických dutinek.

Tachovské vodopády patří k nemnoha víceméně stálým vodopádům Turnovské pahorkatiny, ale přesto se vyznačují jen nepatrným množstvím vody a z hydrologického hlediska je lze řadit k sezonním vodopádům. Klimatická situace posledních let má v tomto směru stále negativnější dopad na oba pěnovcové vodopády (první hlavní a spodní třetí), které přitom patří k nejcennějším výtvarům tohoto typu nejen v CHKO Český ráj, ale i v celorepublikovém měřítku. V posledních letech málo sněžných, nebo téměř bezsněžných zim se zde mimořádně významně projevuje absence vysokých jarních průtoků, které měly zásadní význam pro tvorbu pěnovců, neboť periodicky očistily povrch vodopádů od napadaných drobných větví a listí. Celá lokalita se nachází v listnatém lese, a proto se na mírněji ukloněných částech pěnovců usazuje trvalá vrstva listí, drobných větví a klacků, která sama o sobě zamezuje tvorbě pěnovce, a navíc se jejím rozkladem i zachycováním plavenin vytváří půdní vrstvička se stejným dopadem. Akumulace všech těchto materiálů navíc usměrňují a zužují slabý vodní proud a znemožňují rozlévání vody po celé šířce pěnovcového tělesa, které má zásadní význam pro sedimentaci a tím i jeho zachování. Recentní pěnovce je mimořádně křehký, a proto jeho suché části podléhají velmi snadno mrazovému rozpadu, který je zde velmi názorně patrný. Stejně tak se v suchých partiích masivně uchycují semenáčky listnáčů, které svými kořenovými systémy mají doslova zničující dopad na rozpad pěnovce. Naprostá většina těchto semenáčů dosahuje výšky 10–20 cm, což názorně ukazuje, že se jedná o zcela nový, progresivní proces nastupující



Obr. 12: Prostřední Tachovský vodopád se skalním mostem.

Fig. 12: The Middle Tachovský Waterfall with a natural rock bridge.



Obr. 13: Hlavní stupeň nepravého pěnovcového Dolního Tachovského vodopádu s drobnými syngenetickými dutinami.

Fig. 13: Main step of the pseudo-tufa Lower Tachovský Waterfall on sandstone bedrock with dwarf syngenetic hollows.

v posledních několika letech. Proto by lokalita zasloužila mimořádnou pozornost ochranářů, spočívající v pravidelném a průběžném monitoringu a následném každoročním odstranění uvedených nečistot a náletu dřevin.

Podlažanský vodopád

Nachází se v krátké, strmě spadající rokli, která začíná jižně od Lažan a ústí zprava do údolí Žehrovky poblíž Podlažan. Malá sběrná plocha její vodoteče má z větší části podobu jen mírně protáhlé pramenné mísy, jejímž západním okrajem prochází silnice. Poté, co dno pramenné mísy vstupuje do lesa, přechází ve velmi krátkém úseku do podoby svahového údolí, na jehož dně se začíná formovat erozní zářez s profilem V. V místě, kde hloubková eroze dospěla k vrstvě tvrdších pískovců s výrazným systémem pravoúhlých puklin, vznikla na dně zářezu propast'ovitá deprese na podélné svisele puklině ($180^\circ/90^\circ$), na níž navazuje velmi úzká soutěska členěná dvěma miniaturními „náměstíčky“ vzniklými v místě křížení s výraznými příčnými puklinami. Vodopád vysoký 6,6 m spadá do této propast'ovité deprese zčásti v linii diagonální ($95^\circ/90^\circ$) a zčásti příčné pukliny ($115^\circ/90^\circ$). Sestává ze dvou oddělených svislých skoků zčásti pravých na skalním podloží, a zčásti nepravých na volných balvanech. Propast spojuje s níže položenou soutěskou velmi úzká (10–30 cm), neprůchodná a erozně jen nepatrně rozšířená puklina, zčásti navíc vyplněná odtrženým blokem. V horní části stěn se však obě strany dotýkají, a představují tak netypický a málo patrný skalní most, ústící směrem po toku do prvního, menšího náměstíčka. Druhý, nepravý, 3 m vysoký vodopád na zřícených zaklíněných blocích (největší o průměru 1,5 vytváří i největší skok) se nachází v dalším neprůchodném zúžení soutěsky mezi oběma náměstíčky. Celý útvar připomíná soutěskovitá zakončení roklí s vodopádovými stupni, jaká popsali z Polomených hor BALATKA et SLÁDEK (1963, 1980), ale v Turnovské pahorkatině s převažujícími amfiteatrovitými závěry roklí představuje netypickou výjimku. Dno soutěsky je z velké části zavalené napadanými větvemi a také odpadky, které sem byly v minulosti naváženy.

Malolhotecký vodopád

Nízký vodopád vznikl také v rokli, která začíná severně od Malé Lhoty a ústí zleva do kaňonu Žehrovky. Na strukturální plošině začíná jen plošně malou a mělkou úpadovitou sníženinou, která zcela náhle přechází ostrou hranou do hluboké erozní části s profilem V. Pod ní ústí dno nízkým vodopádovým stupněm do podoby soutěsky, která se dolů rozšiřuje a v koncové části se širším dnem má již podobu krátkého kaňonu se svislými stěnami. Svislý, ve spodní části až mírně převislý vodopád na horním konci soutěsky, je poměrně nízký (2,1 m). Vodopádová stěna je málo členitá, výrazněji se v ní uplatňují jen horizontální vrstevní spáry. Horní hrana je ostrá, uprostřed narušená uměle vytesanou drážkou neznámého účelu. Úpatí stěny je zasypané silnou vrstvou listí, která ukazuje, že vodopád je pouze efemerního charakteru. Velká vzdušná vlhkost soutěsky je příčinou, že stěny jsou porostlé mechy a játrovkami.

Pleskotský vodopád

Několik vodopádů se nachází také v rozsáhlejší a členitější povodí dalšího levostranného bezejmenného, ale také jen periodického přítoku Žehrovky, které má několik postranních roklí. Jeho začátek u osady Pleskoty v linii silnice se bude jakýchkoliv stupňů zcela pozvolna svažuje a teprve pod obcí přechází do kaňonovité podoby, v níž ústí do kaňonu Žehrovky u křižovatky silnic nad Pleskotským Mlýnem. Pro jednoznačnost ho lze označit jako Pleskotské údolí.

První vodopád se nachází se v krátké rokli, která do hlavního údolí ústí zprava u nejnižší položených, izolovaných obydlí Pleskot. Jedná se o velmi typický příklad vodopádů Vyskeřské pahorkatiny s dokonale vyvinutými jednotlivými úseky postupu eroze. Začíná mělkým úvalovitým údolčím na strukturálně denudační plošině na jižním okraji Malé Lhoty, které na spodním konci přechází v mělký, stržovitý, 30 m dlouhý erozní zářez, ukončený vodopádovým stupněm, jímž vodní tok sestupuje do výrazné erozní, skalnaté rokly. Vodopád se nachází ve skalním amfiteátru, jehož „hranatá“ modelace je výrazně ovlivněná pravouhlejším křížením puklin podélných se směrem údolí ($135\text{--}140^\circ/80\text{--}90^\circ$) a příčných ($80^\circ/90^\circ$). Na příčné, hladké puklinové ploše, která je součástí celé puklinové zóny, vznikl i vodopád na čele amfiteátru (obr. 14). Je vysoký 6,9 m, svislého a ve spodní části až převísleho typu, neboť zde vznikl na měkčí horizontální vrstvě 2–3,5 m hluboký převis. Je široký 12 m, neboť vybíhá i do pravé stěny a vysoký 1,3–1,5 m, ve střední části až 3,2 m. Rozhodující podíl na jeho vzniku nemá eroze vodopádu, ale mrazové zvětvávání pórovité, málo odolné a trvale zvlhčené úpatní vrstvy. Horní hrana vodopádu na okraji lavice je zcela ostrá, na úpatí je nepravidelné, mělké balvanité vývařišť. Vodopád má periodický režim, ale v převisu dochází ke stálejšímu prosakování vody. V převisu jsou patrné výrazné stopy antropogenní činnosti, které v něm narušily i úpatní osyp zvětralínového materiálu. Největší zásah tu představuje vyhloubení umělé deprese, snad za účelem jímání vody, neboť je dnes zatopená.

O 60 m dále po toku se na dně rokly nachází krátký, 1–4 m hluboký soutěskovitý skalní zářez vzniklý erozí v tvrdší vrstvě pískovce. Jeho součástí je ještě jeden 2 m vysoký, splývavý vodopádový stupeň, který se již vyznačuje stálejší vodou, byť jen v nepatrném množství.

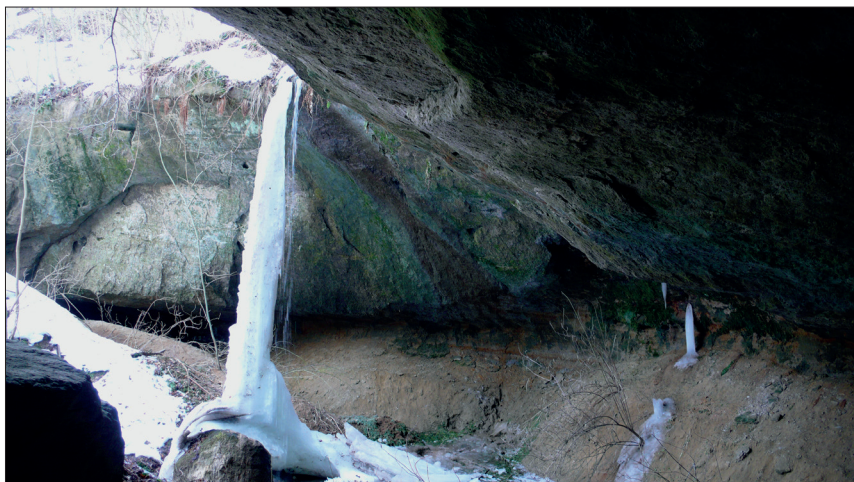


Obr. 14: Pleskotský vodopád na hladké puklinové ploše a s úpatním převisem.

Fig. 14: The Pleskotský Waterfall on the smooth joint plane and with foot overhang.

Zahájský vodopád

Po jednom vodopádu se nachází na obou ramenech první postranní rokle Pleskotské rokly zleva, která se spojuje poblíž svého spodního konce. V jižním rameni se nachází Zahájský vodopád. Začíná mělkým úpadem východně od Rytířovy Lhoty, v němž se nachází v porostu rákosu slabý a jen občasný pramen. Poblíž jižního okraje osady Zaháji, podle které je odvozený i název, spadá jeho odtok vodopádem do erozně prohloubené části údolí. Úpad přechází 25 m nad vodopádem do zčásti skalnatého erozního zářezu s profilem V, založeného na podélné svislé puklině. Potok do něj ústí bočně zprava 2 m vysokým stupněm. Střídání různých odolných facií pískovce způsobilo, že se jedná o nejvýrazněji převisový vodopád nejen v celé Turnovské pahorkatině, ale pravděpodobně i na území celé republiky (obr. 15, 16). Tvrdá subhorizontální vrstva pískovce, která tvoří ostrou přepadovou hranu vodopádu, dosahuje mocnosti okolo 5 m, ale na vlastním okraji vystavenému intenzivnímu zvětrávání je podstatně tenčí (v erozní linii vodopádu jen 15 cm). Vzhledem k celkové mocnosti však směrem do převisu vytváří šikmý strop, který se svažuje až k měkké, slabě tmelené vrstvě, která umožnila vznik převisu a tvoří jeho zadní stěnu. Vodopád je vysoký 6,6 m a padá úzkým proudem (20–30 cm) zcela svisle přes převis. Horní odolná vrstva i spodní jsou jen velmi slabě rozpukané a pukliny zde nemají, na rozdíl od jiných zdejších vodopádů, žádný vliv na podobu vodopádu. Velmi prostorný převis dosahuje šířky 33 m, hloubky 4–16 m a jeho výška je 1–5 m, poněkud ale mezi 2–3 m. Primárně vznikl selektivním mrazovým zvětráváním silně zvlhčené měkké bazální vrstvy, které probíhá i v současnosti. Proto je úpatí zadní stěny převisu lemováno písčítým osypem 1–2,5 m širokým a 1–2 m vysokým. Gravitačním odlamováním okrajů převislého stropu a transportem zvětralin ze strmého pravého svahu se následně vytvořila na dně údolí před převisem nepravidelná elevace s laločnatými okraji, kterou musel potok obtékat obloukovitě zleva. Tím vtékal zpět do převisu, kde se začal podílet laterální erozí na jeho dalším prohlubování, a proto je zde nejvíce zahloubený a vytváří nejrozsáhlejší dómovitý prostor. V místě dopadu proudu vytvořila voda mělkou depresi bez stálé vody o průměru 4–5 m, v níž obnažila i jeden



Obr. 15: Zahájský vodopád s převisem.

Fig. 15: The Zahájský Waterfall with the overhang.



Obr. 16: Rozsáhlý erozní převis Zahájského vodopádu.

Fig. 16: Erosional overhang of the Zahájský Waterfall.

z balvanů ze zříceného stropu. Část vody stéká mimo hlavní svislý proud po šikmém stropu dovnitř převisu, kde se podílí na erozním odplavování písčitých zvětralín. Vodopád je vzhledem k nepatrnému povodí pouze periodický, ale s ohledem k volně padající vodě a přilehlému převisu skýtá atraktivní pohled, tím spíše, že v době střídání zimních oblev a mrazů se mění v ledový sloup. Voda prosakující z pórovité, měkké vrstvy v převisu však již vytváří podstatně stálejší vodoteč, byť o nepatrné vodnosti.

Převisový vodopád

Také v druhé, západní větvi údolí se nachází vodopád vázaný na výrazný převis, ale situace je zde dosti odlišná. Údolí začíná na plošině velmi malým a mělkým úpadem, který přechází ostrou hranou do zahlobené části s příčným V profilem. Vodopádový stupeň se nachází v atypicky nízké poloze, přibližně uprostřed délky celého údolí, v místě, kde hloubková eroze dospěla k tvrdší vrstvě pískovce. V té vytvořil tok poměrně mělký skalní amfiteátr, který je z větší části lemovaný výrazným převisem vzniklým na podložní měkké vrstvě pískovců kombinovanou s erozní činností vodního toku i zvětváním. Převis dosahuje délky 42 m (vpravo od vodopádu 34 m, vlevo 8 m) při maximální hloubce 8 m a výšce při okraji do 5,5 m, dozadu se však všude snižuje. Významným znakem převisu je řízení stropních bloků, které probíhá i v současnosti. Převis je v linii vodopádu hluboký 2,5 m, proto voda padá zcela svisle. Vodopád se zdvojenou ostrou horní hranou dosahuje výšky jen 2,2 m, ale jeho původní výšku zmenšily až o 2 m zřícené bloky na úpatí, které zavalily i případné původní vývařisko. Vodopád je v současnosti periodického charakteru, a pokud zde teče voda, odtéká při zadní stěně pravostranného převisu, kterou stále erozně prohlubuje.

Podkoutecké vodopády

Další vodopády v systému Pleskotského údolí se nachází v krátké rokli s členitějším závěrem, která ústí zleva, od osady Kouty. Na horním konci se rokle vidlicově dělí na dvě větve. V jižní z nich se nacházejí dva vodopádové stupně. Horní se nachází v části údolí s profilem V, která je téměř bez skal. V ní přepažuje dno zcela soliterně situovaný příčný práh, vysoký 3,6 m, jehož stěna je v horní části nevýrazně kaskádovitě podél vrstevních spár a spodní svislá. V celé ploše je souvisle porostlá mechy a játrovkami. Horní hrana je jednoznačně vymezená, vývařiště zcela chybí, úpatí je kryté vrstvou listů.

O 70 m níže následuje hlavní vodopádový stupeň. Jeho celková výška je 12,2 m, z čehož svislá vodopádová část zaujímá 6,2 m a spodní kaskádovitě přejevitá 6 m (se sklonem 25–30°). Svislá část vznikla v koutě, vytvořeném křížením příčné, strmé puklinové plochy (4°/75°Z) a podélné puklinové zóny (82°/90°). Na úpatí svislé části vznikla podél výrazné horizontální vrstevní spáry 7 m dlouhá jeskyně a vpravo od ní mělké převisy a výklenky. Horní hrana i úpatí vodopádové části jsou ostré. Ve skalní plotně na úpatí vytvořila dopadající voda dvě větší a řadu zcela drobných egutačních jamek. Spodní kaskádovitě přejevitá část přechází jen do 1–2 m široké a 15 m dlouhé mělké soutěsky, ohraničené přímočarými stěnami podél zmíněné svislé puklinové zóny (82°/90°). Oba vodopády mají mimořádně vyhraněně efemerní charakter. Téměř u všech zdejších efemerních vodopádů můžeme pozorovat erozně zahloubená koryta vytvořená starými povodněmi nad nebo pod nimi, zde ale něco podobného chybí. Zvláště u nízké polohy hlavního stupně až v dolní části rokle a výchozů pískovců v horní části nelze vyloučit, že se zde voda ztrácí podél puklin do podzemí v mimořádně velké míře.

Podpleskotský vodopád

Poslední krátká rokle ústící do Pleskotského údolí zprava začíná sv. od Malé Lhoty. Má jen velmi malou sběrnou plochu na strukturně denudační plošině, odpovídající jen samotnému svažitému úpadu, nemá proto vyvinutou jinde charakteristickou úsekovitost a odlišná je i modelace samotné rokle. Úpad na spodním konci přechází v široký zářez s nízkými stupni, který až na spodním konci přechází vodopádovou stěnou na tvrdší vrstvě do vlastní rokle. Závěr rokle nevytváří obvyklou amfiteátrovitou formu, ale přechází do krátké soutěsky v linii podélné svislé pukliny (120°/90°). Vodopád se nachází v jejím úzkém vyklínění a není proto tak nápadný ani atraktivní jako jiné zdejší vodopády. Je vysoký 6,3 m, kaskádovitěho typu se sklonem 60–75°. Pokud by stékal po původním skalním podloží, byl by velmi úzký, ale jelikož je přímá linie koryta ucpaná nanesenými větvemi, je proud vytlačený na levou stranu, odkud stéká v šířce až 1,5 m po strmě ukloněné, hrboлатé puklinové ploše zpět do prohloubené linie pukliny, v níž proud již získává úzkou podobu. Úpatí vodopádu i dno soutěsky je vyplněné napadanými větvemi a kmeny. Vzhledem k malé sběrné ploše rokle je vodopád jen efemerního charakteru.

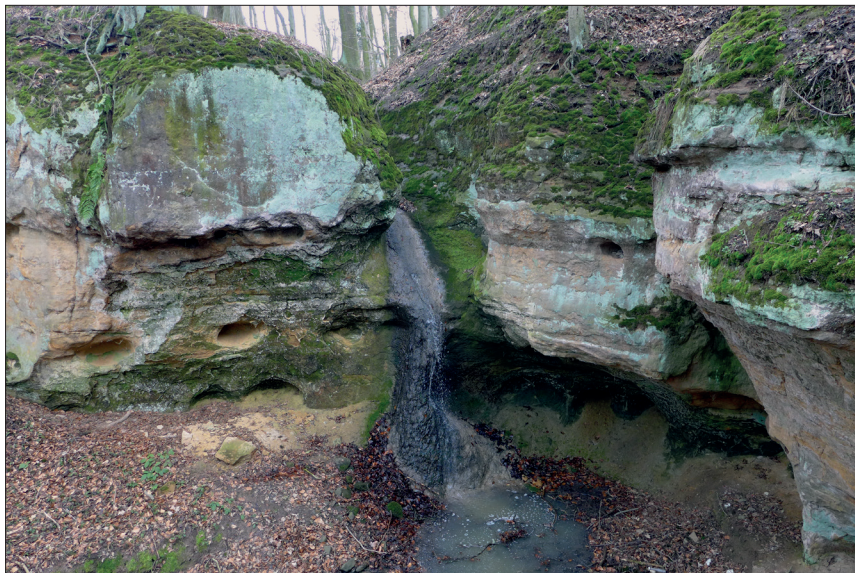
Horní Čtvrtecký vodopád

Celkem tři významnější vodopády a několik dalších nižších stupňů vysokých do 2 m vytváří bezejmenný potok (s ohledem na jméno Skalanského vodopádu uváděného na webu mapy.cz by mohl nést označení Skalanský potok) který stéká z vysoko položeného sedimentárního podstavce vulkanického suku Vyskeře k západu od malé osady Čtvrť (součást Vyskeře) ke Skalánům. To koresponduje s tím, že ve své střední části překonává největší výškový rozdíl ze všech toků Vyskeřské vrchoviny (přibližně 110 m) při průměrném sklonu okolo 7°. Rozdíl je i v tom, že jako jediný spolu se sousedním potokem s Mladostovským vodopádem již neústí do kaňonu Žehrovky jako předchozí rokly s vodopády, ale do reliéfově zcela odlišné Přišovicke kotliny (její části Žehrovské nivy). Všechny tři vodopády mají

sice společnou strukturní příčinu svého vzniku, ale konkrétní geomorfologické podmínky jsou u nich odlišné. Jako jedny z mála vodopádů Vyskeřské vrchoviny mají pravděpodobně stálý nebo alespoň stálější stav vody, byť v letním období velmi nízký. Z tohoto hlediska je proto lze označit jako sezónní vodopády.

Název vodopádu odvozují od malé osady Čtvrť na silnici spojující Vyskeř a Kacanovy, která se nachází v prostoru pramenů. Vodopád se nachází v zalesněném zářezu potoka, přibližně 170 m pod osadou a představuje jen dílčí stupeň na zhruba rovnoměrně klesající sklonové křivce zářezu s profilem V nad i pod vodopádem. Přejechod do podoby skalnaté rokle se nachází až níže ve svazích, nad spojením s druhou, severnější roklí.

I v tomto případě je vodopád podmíněn polohou tvrdší vrstvy křemitých pískovců a je tedy podmíněn strukturně. Spadá přes čelní stěnu nevelké amfiteatrovitě deprese, hluboké okolo 6 m (obr. 17). Vodopádová stěna je podmíněná poruchou příčnou k linii toku. Typově se jedná o svislý vodopád (ve spodní části až převislý), vysoký 4,5 m. Horní hranu tvoří tvrdší vrstva, ve které potok nad vodopádem erozně vytvořil skalní žlab dlouhý 10 m a hluboký i široký okolo 1 m. Na něj navazuje 1,5 m dlouhý úklonný úsek (60°), který teprve přechází do vlastního vodopádu. V pramenné oblasti na horní, mírněji ukloněné ploše sedimentárního podstavce vulkanického suku Vyskeře se nacházejí, podobně jako u Trosek, vápnité jílovce až slínovce. Vodoteč má proto zvýšený obsah CaCO_3 , který vede ve vodopádu v důsledku provzdušňování k sedimentaci pěnovce. Ten vytváří ve spodní převislé části stěny asymetrické sloupovité těleso o výšce 2,9 m, šířce 1,2 m a dosahující kolmo ke stěně mocnosti 30–80 cm. Na úpatí vodopádu vzniklo mělké (do 15 cm) vývážisko ledvinovitého tvaru. Na dně amfiteátru se nacházejí několik metrů pod vodopádem 4 pískovcové bloky zřícené ze stěn.



Obr. 17: Horní Čtvrťský vodopád s nepravidelným pěnovcovým sloupem.

Fig. 17: The Upper Čtvrťský Waterfall with irregular tufa column.

Dolní Čtvrtecký vodopád

Dolní vodopád se nachází v místě spojení obou větví rokle a jedná se o dokonalý příklad vodopádu na visutém vyústění. Na druhé straně však představuje atypický případ, neboť zde ústí stálejší, tj. vodnější tok visutě do trvale suché rokle (nebo maximálně s efemerním tokem) se dnem zavaleným zřícenými balvany, u které se dá předpokládat méně intenzivní průběh zpeřné eroze.

Pod Horním Čtvrteckým vodopádem se zářez s profilem V stále prohlubuje a na jeho dně jsou na tvrdších pískovcových lavicích celkem 4 nižší vodopádové stupně a skoky vysoké 0,5–1,5 m, pod nejnižše položeným je jednostranně vyvinutá kotlovitá evorzni forma. Nad spojením obou větví přechází zářez přímo do úzké skalnaté rokle, která je zakončena dolním vodopádem. Ten je vysoký 4,3 m, ale jeho horní hrana je ukrytá pod zříceným a zaklíněným balvanem. Horní část vodopádu stéká úklonně až mírně tobogánovitě v erozně vyhlazeném skalním žlabu, přičemž se vodní proud zužuje z 1 m na pouhých 10 cm. V této šířce ústí na skalní hranu, z níž padá 1,7 m mírně parabolicky přes převis (obr. 18). Dopadá na strmě ukloněnou skalní plochu, ve které dopadající úzký vodní paprsek vyhloubil zcela malý (10 cm hluboký a s průměrem 6 cm), ale dokonalý obří hrnec s ostrou horní hranou. Plocha zasažená rozstříkující vodou je pokryta velmi tenkou vrstvou korového pěnovce. Spodní část vodopádu je skryta za zříceným blokem a padlým kmenem stromu.

Skalanský vodopád

Pod spojením obou větví rokle získává údolí již podobu kaňonu. Zhruba 180 m pod spojením obou větví se nachází poslední vodopád, který je jako jeden z mála zdejších vodopádů jmenovitě označován i na webu mapy.cz. Je vysoký 5,0 m. Vznikl v místě, kde na dně údolí protíná 2–3 m mocnou a silně rozpukanou subhorizontální lavici tvrdých pískovců diagonální, svislá tektonická zóna, sestávající ze série puklin. Horní polovina vodopádové stěny v samotné lavici je strmě kaskádovitá, zatímco spodní padá svisle přes mělký převis v měkkém, drobevém pískovci (obr. 19). Horní hrana ve skalním zářezu je ostrá, na úpatí je mělké (0,2 m) vývařiště o rozměrech 2×4 m, kam však dopadá voda jen výjimečně za vysokých stavů, kdy má vodní proud podobu paraboly. Za běžných stavů, kdy voda stéká svisle, dopadá na nízký skalní práh a vytváří na jeho povrchu miniaturní egutační jamky. Vodopádová stěna je v dosahu vody porostlá mechy a řasami. Vodopád je obtížně přístupný pro velmi strmé svahy kaňonu a balvanové závaly na dně.

Mladostovský vodopád

Nachází se v rokli jižně od stejnojmenné obce, která se nahoře dělí na dvě větve. Vodopád vznikl v jižní z nich, zhruba 200 m jv. od obce. Rokle přechází nad spojením obou větví do soutěskovité podoby. Zdejší pískovec je extrémně silně rozpukaný, a navíc se v něm střídají různé odolné horizontální vrstvy. Stěny soutěsky proto podléhají mimořádně intenzivní destrukci a její dno je souvisle vyplněné mocnou vrstvou zřícených bloků a balvanů a je jen obtížně průchodné. Vodopádová stěna na zakončení konci soutěsky je vysoká 5,5 m, ale její horní část je tvořená zaklíněnými balvany, takže vodopád je zčásti nepravý. Spodní svislá až slabě převislá část na chaoticky ostrohranně rozpukaném skalním podloží je vysoká jen okolo 3 m. Původní výška stěny byla větší, ale je zmenšená o balvanový zával na dně soutěsky. Do něj padá i voda, a proto zde chybí i jakékoliv vývařiště. Stěna je porostlá mechy. Vodopád má periodický režim, ale v posledních letech zde převládá pouze vodní skap. Níže v soutěsce se nachází na tvrdší lavici ještě jeden 2 m vysoký, kaskádovitý stupeň, členěný hlavně podélnými svislými puklinami.



Obr. 18: Dolní Čtvrtský vodopád na ústí visutého údolí.

Fig. 18: The Lower Čtvrtský Waterfall on edge of the hanging valley.



Obr. 19: Skalanský vodopád se vyznačuje silně rozpukanou stěnou.

Fig. 19: The Skalanský Waterfall is characterized by a densely jointed face.

Vodopád v Krtole

Do povodí Žehrovky patří ještě jeden prostorově izolovaný vodopádový stupeň, který je již na území orografického podokrsku Příhrazské vrchoviny, konkrétně v masivu Mužského. Pro tuto část povodí je příznačná pokročilejší eroze, s dominantní převahou reliéfu skalních měst a podstatně omezenější plochou strukturně denudačních tabulových plošin, které poskytují hydrografické podmínky pro vznik vodotečí vytvářejících rokle se skalními stupni.

Vodopád se nachází v Krtole, nejvýraznějším a nejhlubším údolím v masivu Mužského, které směřuje od vrcholového vulkanického suku k Příhrazům. Údolí vykazuje poměrně plynulý sklon, a není v něm vyvinutý závěrečný vodopádový stupeň, charakteristický pro výše uvedená údolí v povodí Žehrovky. Horní část údolí s profilem písmene V leží na podloží křemenných pískovců a má kaňonovitou podobu. Vodopád se nachází ve střední části údolí, kde se úzká kaňonovitá horní část s velkým sklonem dna začíná nápadně rozšiřovat za současného zmenšení sklonu dna. V souhlase s tím zde vystupuje v údolním dně kontaktní linie, kde kompaktní pískovce přecházejí do rozšířené ploché údolní nivy vyplněné svahovými kamenitými až kamenitohlinitými sedimenty. Jedná se tedy o strukturně podmíněný vodopád.

Vodopád se nachází na převislém pískovcovém stupni, který přepažuje celé údolní dno. Jeho horní, tvrdší lavice zapadá pod úhlem 27° směrem proti toku, a v méně odolné hornině ve spodní části stěny vznikl převis v důsledku kombinace erozních i mrazových procesů. Výška vodopádu s drobným mezistupněm na vrstevní spáře dosahuje 5,1 m, z čehož svislá část přes převis je vysoká 3,6 m. Na horní hraně vytvořil vodní proud 2,5 m dlouhý a 0,5 m hluboký, erozně vyhlazený žlab. Když má vodopád mimořádně velký průtok, a proud vytváří parabolickou křivku, dopadá do mělkého vývařiska, za nižších stavů, kdy teče svisle, zapadá voda do kamenité výplně dna. Vodopád je však periodický, a tedy po většinu roku suchý.

Dva úseky většího sklonu dna se nacházejí na tvrdších lavicích pískovců ještě i výše v údolí. První je zhruba 50 m nad vodopádem. Celý dosahuje výšky okolo 7 m a je zakončený 0,9 m vysokou kaskádou v erozně vyhlazeném skalním žlabu. Jeho větší část je však překrytá balvanitým závalem, pod ním jsou pravděpodobně zakryté ještě další nižší stupně. Necelých 300 m výše proti toku je ještě jeden okolo 20 m dlouhý, velmi úzký, soutěskovitý úsek zvětšeného sklonu se dvěma nízkými stupni. Pod tímto výše položeným úsekem se nachází obří kotel o rozměrech 1,8 × 1,0 m. Na jeho odtoku do druhého stupně je zakliněný balvan, který způsobuje zanášení kotle pískem a listím a současně tak snižuje původní výšku stupně (okolo 1,2 m). Spodní stupeň je nižší (0,7 m) a na jeho úpatí je druhý obří kotel o průměru 1,5 m, podobně zanášený listím i větvemi. Úpatní část stěn i dno soutěsky jeví zřetelné stopy umělého otesávání skály za účelem zřízení staré povalové cesty, která snad sloužila dopravě dřeva směrem k hornímu konci údolí. V případě, že se jednalo o průchozí cestu údolím, musela by překonávat níže ležící hlavní vodopádový stupeň dřevěnou rampou, což je případ známý například z Adršpašských skal.

Kavčinský vodopád

Tři vodopádové stupně se nacházejí i ve svahovém zářezu, který směřuje z vrcholové plošiny Mužského (464 m n. m.) k jz. do potoka Nedbalka, již mimo povodí Žehrovky. Zářez ústí v blízkosti červeně značené turistické cesty do většího údolí spadajícího od Klamorny k Dnebohu. Výše ve svahu má stržovitou podobu s profilem písmene V. Stupně se nacházejí těsně nad jeho spodním zakončením a vznikly v tvrdších pískovcových lavicích v malém skalním amfiteátru. Horní vodopád je vysoký 3,1 m a sestává ze dvou svislých skoků, oddělených mezistupněm s mělkým převisem. Vodopádová stěna je nevýrazná,

neboť je situovaná v koutě tvořeném dominantní puklinou $160^\circ/75^\circ$. Skalní amfiteátr je silně narušený odlámaním a otesáváním stěn starého data, které částečně zasáhlo i do samotného vodopádu, a dnešní podoba spodního stupně je proto umělá. Pravděpodobně se jedná o starý lom, ale jeho situování do této obtížně dostupné polohy bez přístupové komunikace a za velmi omezené možnosti rozsahu těžby je jen těžko vysvětlitelné.

O 5 m níže se nachází druhý vodopádový stupeň přes výrazný převis hluboký 2,2 m. Svislý vodopád vysoký 1,7 m a vzniká na tenké tvrdé vrstvě, zapadací subhorizontálně proti toku. Dnes je tento stupeň téměř skrytý pod napadanými stromy. Po 12 m, již téměř ve výškové úrovni dna hlavního údolí, následuje třetí stupeň podobného typu, tj. na tenké tvrdé subhorizontální vrstvě a s 2,5 m hlubokým převisem pod ní. Vodopád je vysoký 2,1 m (svislá část 1,8 m) a na jeho horní hraně se nachází žlabovitě koryto, snad i zčásti antropogenně upravované. Dřívější mělké vývřiště je dnes zcela zakryté napadaným listím.

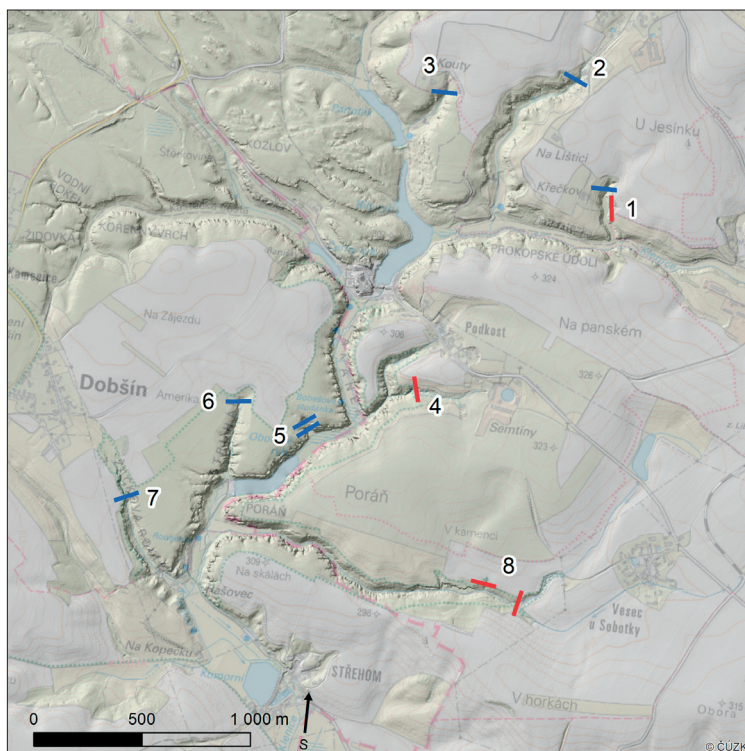
5. 3. Povodí Klenice

Pramenná část Klenice se svými přítoky odvodňuje jižní stranu stejné strukturně denudační tabulové plošiny budované křemennými pískovci, ve které se nacházejí levostranné vodopády a vodopádové stupně v povodí Žehrovky a geologické i geomorfologické podmínky jejich vzniku jsou proto zcela shodné s jinými toky horní části tohoto povodí. Právě v povodí Klenice se ukazuje názorně význam těchto tabulových plošin pro vznik vodopádů, neboť se nacházejí pouze tam, kde kaňonovitá údolí samotné Klenice i jejich přítoků protínají tyto plošiny. V menší části jejího povodí sz. směrem, od hradu Kostí, kde již byly plošiny erozně denudačními procesy destruované a rozčleněné do podoby početných nízkých a plošně malých elevací a hřebínků s plochými temeny a skalnatými okraji, a převážně bezvodých údolíček a depresí mezi nimi, žádné vodopády ani vodopádové stupně vzniknout nemohly. Klenice se zářezává do tabulových plošin kaňonovitými údolními, která mají i své pomístní názvy, a to Prokopské údolí mezi Libošovicemi a Kostí, Střehomského Plakánek mezi Kostí a Střehomí a Vesecký Plakánek mezi Vescem a ústím do Střehomského Plakánku. Zdejší vodopády se nacházejí v jejich postranních roklích a zářezech (obr. 20).

Křečkovské vodopády

Nacházejí se v krátké pravostranné rokli, která jako první ústí do údolí Klenice pod Libošovicemi v Prokopském údolí. Název je odvozený od blízké samoty Křečkov. Rokle končí mohutným půlkruhovitým převisem s výraznou subhorizontální vrstevnatostí stěn, v nichž se výrazně uplatňuje selektivní zvětrávání různě odolných vrstev. Ve vodopádové stěně tak vnikl dokonce převis, který dosahuje největší hloubku 4 m ve výši 2 m nad úpatím. Vodopád je i s navazujícím dolním kaskádovitým stupínkem vysoký 6,3 m, z čehož hlavní svislá část tvoří 5,9 m. Ostrou horní hranu tvoří nápadně tvrdší vrstva, ohraničená zleva, stejně jako celé koryto na vodopádem, svislou podélnou puklinou. Na úpatí voda dopadá na mírně ukloněnou vrstevnitou plochu s několika drobnými (o průměru řádově cm) egutačními jamkami. Pod ní koryto pokračuje v podobě skalního žlabu s peřejemi, vyhloubeného na podélné svislé puklině. Jeho součástí je elipsovité obří kotel ($2 \times 0,8$ m) hluboký 0,8 m. Údolí nad vodopádem má podobu pouze krátkého mělkého údolí uprostřed polí. Vzhledem k jeho malé ploše má vodopád jen výrazně efemerní charakter.

Ve spodní části velmi mělkého zářezu nad vodopádem jsou ještě další dva nízké stupně. Nad horním z nich ronová eroze ohrožovala přilehlé pole, proto zde kdysi majitel vystavěl 2–3 m vysokou zeď z pískovcových kvádrů ke zmenšení sklonu svahů. To by též poukazovalo na vlhčí klimatické období, kdy zde byla eroze aktuální, neboť dnes zde není vůbec patrná. Zeď se již zčásti zřítíla, ale její roli dnes zastupuje stěna z kořenů přilehlých stromů, která se za ní mezitím vytvořila.



Obr. 20: Mapa vodopádů a vodopádových stupňů v povodí horní Klenice. Nepravé pěnovo-
cové vodopády jsou vyznačené červenou barvou. 1. Křečkovské (2), 2. Lhotecký, 3. Partotický, 3.
4. Semtinský, 5. Oborské (2), 6. Tunelový, 7. Dobšinský, 8. Vesecké (2).

Fig. 20: Waterfalls and waterfalls steps in the upper Klenice river basin. Pseudo-tufa waterfalls are
displayed in red.

O 120 m níže v roklí ústí zleva krátký skalnatý zářez, který vznikl erozí vodoteče velmi slabého, ale stálého pramene vyvěrajícího až nad pásmem skal. Na pískovcové skalní stěně se vytváří vodopád vysoký 2,3 m. Pramen má zvýšený obsah CaCO_3 , a proto zde sedimentuje slabě pěnovec v podobě sloupovitého útvaru s maximální mocností do 30 cm, na který na úpatí navazuje ještě krátký (1,2 m) kužel, a představuje tedy nepravý konstruktivní vodopád. Pěnovec vytváří v horní části stěny nevýrazný převis, na jehož hraně vznikají nedokonalé krápníkovité útvary.

Lhotecký vodopád

Nedaleko západněji ústí do Prokopského údolí poněkud delší údolí od Rytířovy Lhoty. To začíná jako mělké široké úvalovité údolí v intravilánu obce, jehož dno je zde z velké části uměle aplanované a občasný potok svedený do podzemního kanálu. Na povrchu se objevuje až v místě, kde se začíná údolí prohlubovat v podobě zářezu s profilem V, a na jeho jižním zakončení přechází pískovcovým skalním stupněm s vodopádem do podoby

kaňonovitého údolí. (obr. 21). Vodopád je dvoustupňový s celkovou výškou 12,1 m, z čehož spodní svislý stupeň je vysoký 8,9 m a horní kaskádovitý 3,2 m. Podoba horního, téměř v pravých úhlech dvakrát lomeného stupně se sklonem 55° (v rozmezí $45\text{--}65^\circ$) je výrazně ovlivněna diagonální svislou puklinou ($80^\circ/90^\circ$), na níž vznikl i obří hrnc o rozměrech $50\times 20\times 20$ cm. Mimo něj jsou tu ještě další dvě méně dokonalé, embryonální erozní formy.

Vodopádová stěna hlavního stupně s výrazným horizontálním vrstvením vznikla na příčné svislé puklinové ploše o sklonu 80° , která určuje i trojúhelníkovitý tvar celého skalního amfiteátru s vodopádem. Eroze hlavního proudu vodopádu vytvořila v puklinové ploše mělký, obloukovitě zahluobený žlab. Na úpatí vodopádové stěny se nachází nízký převis (0,5–1,5 m), hluboký až 3,5 m. Vodopád vytvářel mělké písčité vývřiště, ale dvě povodně spojené s průtřemi mračen ve dnech 13. a 22. 6. 2007 ho výrazně přemodelovaly do podoby tůně se strmými svahy o průměru 5 m a hloubce 1,2 m. Vodopádová stěna v dosahu vodního proudu je porostlá řasami, a její vzdálenější části játkovkami a lišejníky.

Ve srovnání s jinými vodopády na tabulích Turnovské vrchoviny má podstatně větší povodí, ale ani to nestačí ke vzniku stálého toku, a proto se jedná pouze o sezónní až periodický vodopád. Na druhé straně je však ve funkčních obdobích zásobovaný větším množstvím vody a tyto periody jsou zde častější.

Partotický vodopád

Nachází se v krátké sousední roklí, západně od předešlého údolí, která začíná v blízkosti osady Kouty (jedná se o shodu jmen s druhými Kouty severně od Rytířovy Lhoty) a ústí přímo u Partotického rybníka (tzv. Partoťáku) do hlavního bezejmenného údolí od Dobšic, pobočky Prokopského údolí. Údolí s vodopádem postrádá mělkou úpadovitou část, a začíná



Obr. 21: Lhotský vodopád v Rytířově Lhotě.

Fig. 21: The Lhotský Waterfall in the Rytířova Lhota village.

přímo krátkým hlubším zářezem, který nad vodopádem získává ostřejší podobu s profilem V a vodopádovou stěnou přechází do skalní rokly. Zakončení rokly a poloha vodopádu je poněkud odlišná od ostatních zdejších vodopádů, neboť amfiteátrovitý závěr vznikl na mimořádně významné, svislé puklinové zóně ($76^{\circ}/90^{\circ}$), která přetíná údolí diagonálně na směr toku a vyvětráváním na ní vznikl v levém svahu výrazný, slepě ukončený skalní zářez dlouhý přes 20 m a široký 1,2–1,8 m. Jeho severní, ukloněná strana vytváří zakončení rokly a současně i vodopádovou stěnu vysokou nanejvýš okolo 11 m a s průměrným sklonem 50° (nahore 45° , dole 55°). Stěna je členěná horizontálními až subhorizontálními vrstevními spárami, které původnímu vodopádu dodávaly kaskádovitý charakter. Dnes je ale stěna v linii vodního proudu silně pozměněná antropogenní úpravou, neboť je na ní vytesaný 16 m dlouhý, okolo 0,5 m (dole až 1,5 m) široký a 10–80 cm hluboký, hranatý umělý žlab neznámého účelu. Na dně rokly obnažily povodně ve dnech 13. a 22. 6. 2007 zbytky pís-kovcové dlažby a ve skalním zářezu vedle vodopádu jsou patrné svislé i vodorovné draže. To vše svědčí o dávne snaze zde vybudovat nějaký objekt, ale výrazně periodický až efemerní charakter vodopádu přitom vylučuje jakékoliv hospodářské využití vodního toku, a proto je dosti nepochopitelné, za jakým účelem zde někdo vyhloubil tak kamenicky pracnou formu.

Neporušená zůstala jen spodní část stěny o výšce 2,2 m a sklonu 85° . Při úpatí vodopádové stěny i v přilehlém skalním zářezu prosakuje a místy až slabě vyvěrá stálá voda, která sedimentuje korové pěnovce v šířce 8 m, výšce 1 m a mocnosti do 15 cm. Původně se na úpatí stěny nacházelo zcela malé vývřiště, ale výše uvedené povodně zde vytvořily rozsáhlou (5×4 m) a přes 1 m hlubokou jámu.

Semtinský vodopád

Představuje první z vodopádů v postranních roklích Střehomského Plakánku (též Kostecký důl), jak se nazývá kaňonovitá část údolí Klenice, směrem po toku od hradu Kost. Semtinský vodopád se nachází zhruba 200 m jižně od obce Podkosti v místě, kde potok přitékající od dvora Semtiny tvoří ostřejší ohyb. Ve srovnání s ostatními zdejšími vodopády má netypickou podobu, protože zpětná eroze zde nevytvořila amfiteátrovitý uzávěr se svislými stěnami, ale pouze více svažité úsek toku na skalním podloží, kterým přechází výše ležící zářez s profilem V zahloubený v hlinitých zvětralinách do skalní soutěsky.

Vodopád vysoký 6,2 m je proto pouze splývavého typu o sklonu $30\text{--}45^{\circ}$ (krátké úseky až 60°) a délce 11,5 m (obr. 22). Na jeho modelaci se uplatňují různě odolné vrstvy pís-kovce, nejtvrďší je horní vrstva, která vytváří i nejvyšší stupeň vodopádu (1,4 m). Rychleji zvětrávající měkčí vrstvy vytvářejí po stranách vodopádu mělké převisy. Skalní podloží vodopádu je potažené slabými vrstvami korových pěnovců, mocnými do 2 dm, které nevytvářejí, s výjimkou nedokonalých mikrokaskád, žádné mikroformy. Úpatí je, podobně jako celé dno obtížně průchodné soutěsky pod ním, zanesené větvi, kmeny a listím, proto zde není ani žádné vývřiště. Vzhledem k rozsáhlejšímu povodí je tento vodopád jako jeden z mála stálý, ale i tak je průtok velmi malý, a lze ho proto řadit z hydrologického hlediska k sezónním vodopádům.

Od nejhořejšího stupně je v levém skalním břehu uměle vytesaný mělký, horizontální kanálek dlouhý 7,5 m, neznámého účelu, který ale vzhledem k terénním podmínkám v soutěsce i malému průtoku vylučuje nějaké hospodářské využití. Přesto musel být funkční poměrně delší dobu, protože pod jeho spodním zakončením se vytvořilo na skále drobné těleso odumřelého korového pěnovce.

Nízká splývavá kaskáda o výšce 2,3 m se nachází i v postranní pravostranné rokli, která začíná přímo v centru Podkosti. Vyznačuje se velmi proměnlivým sklonem mezi $20\text{--}70^{\circ}$ bez převisů a je členěná pouze nevýraznými vrstevními spárami. Její vodní režim je pravděpodobně efemerní.



Obr. 22: Semtinský vodopád se odlišuje od většiny vodopádů Vyskeřské pahorkatiny malým sklonem.

Fig. 22: The Semtinský Waterfall differs from most waterfalls of the Vyskeřská pahorkatina Hilly Land in its low gradient.

Oborské vodopády

Nacházejí se ve velmi krátké pravostranné rokli, která ústí do Střehomského Plakánu nedaleko nad horním koncem rybníku Obora. Jsou zde dva vodopády nad sebou, vzdálené od sebe 45 m. Horní spadá do uzavřeného a velmi obtížně dostupného skalního kotle, a dolní ústí z tohoto kotle na úroveň hlavního údolní nedaleko turistické cesty. Rokle má velmi malou sběrnou plochu v podobě mělkého úpadu a oba vodopády mají proto pouze efemerní charakter.

Výšku horního vodopádu se mi nepodařilo pro nepřístupnost zjistit, ale odhadem dosahuje okolo 12 m a představuje tak jednu z nejvyšších vodopádových stěn v celém studovaném území. Jeho horní část je úklonná (se sklonem 45–65°) a spodní téměř svislá. Vodoteč nad vodopádem vytváří nejdříve nízký stupeň (1,2 m), pod nímž následují 4 m dlouhé, mírně ukloněné skalní plotny, které teprve přecházejí obloukovitou hranou do vlastního vodopádu, který v horní části člení schodovitě římsy na jednotlivých vrstvách pískovce. Na úpatí dopadá voda na pevné skalní podloží, proto zde není žádné vývarišťe.

Spodní vodopád se nachází v amfiteátrovitém kotli se svislými skalními stěnami, který v závěru přechází do krátkého soutěskovitěho zúžení, které vzniklo na podélné puklině a je zakončené vodopádovou stěnou. Jeho výška je 4,6 m a dělí se na dvě stejně vysoké poloviny. Horní je schodovitě kaskádovitá se sklonem 50° na lavičích dělených horizontálně vrstevními spárami a spodní je svislá. Na úpatí vodopádu se nacházelo vývarišťe trojúhelníkovitého tvaru s rozměry 5×4 m. Dnes je toto soutěskovitě zúžení v celém rozsahu zavalené napadanými stromy a větvemi, a proto zcela nepřístupné.

Tunelový vodopád

Nachází se na horním zakončení dalšího pravostranného, ale poněkud delšího údolí označovaného jako Struhák, které vyúsťuje do Plakánku nedaleko od předešlých vodopádů u hráze rybníka Obora. Na rozdíl od řady jiných, výše popsaných postranních údolí má však jeho horní část erozní charakter s profilem V, a teprve níže získává podobu kaňonovitého údolí. Vodopád se nachází na horním zakončení, ale netypicky na vodoteči, která do něj ústí visuté zprava od hlavní údolní osy. Lokalita prodělala za posledních 15 let zásadní změny. Dokud se nacházela ve vysokém lese, byla dobře přehledná, ale následně odlesnění spojené s nástupem křovité i vysoké bylinné vegetace, zvláště pak porostů ostružin, zcela změnilo situaci a velkou část dále popisovaných forem téměř skrývá vegetace. Pod úpadovitou horní částí údolí začíná potok vytvářet nejdříve zářez v hlinitých zvětralinách. Poté, co koryto sestoupí až ke skalnímu podloží, vytváří na něm nízké přeje, které jsou ukončené diagonální poruchou ($60^\circ/729-0^\circ$ JV). Na ní vytváří vodoteč 4,0 m vysokou dvoustupňovou kaskádu, kterou sestupuje do mělce propastovité deprese hluboké 3 m, ohraničené svislými puklinovými plochami, kterou lze označit i jako ponor. Čelně je přepažena stěnou, z níž voda odtéká jen 10–20 cm širokou trhlinou ($135/90^\circ$), podél níž voda vstupuje do 16 m dlouhé, velmi úzké a neprůlezné tunelovité dutiny. V terénu je její linie vyznačená rýhovitou sníženinou, která ukazuje, že do ní sesedá strop tvořený zvětralinami. V deseti metrech pod ponorem se na příčné puklině její strop přímo propadl a vznikla zde závrtovitá deprese, přecházející na dně do otevřené trhliny. Dnes je však již tato propadlina opět zavalená. V podzemní části dutiny se k ní připojuje ještě jedna další podélná trhlina a obě vyúsťují na spodním konci ve skalní stěně v podobě samostatných ramen. Visutý vodopád vytváří levé rameno (ve směru toku) v místě, kde se kříží strmá puklina se subhorizontální vrstevnicovou spárou. Vývěr má podobu otvoru širokého 50 cm a vysokého 30 a vytváří 2,6 m vysoký vodopád, z čehož je větší, dvoumetrová část, spadající přes převis, zcela svislá. Na úpatí vodopád dopadá na skalní plotnu, v níž proud vytváří okrouhlou depresi o průměru 3 m. Pravé rameno vodoteče, vzdálené 4 m, vytéká ze svislé, jen 5 cm úzké pukliny až na bázi stěny a netvoří tedy povrchový vodopád, i když v podzemí musí tento výškový rozdíl také překonávat.

O 50 m níže se nachází na dně údolí krátká soutěska, do níž potok sestupuje ještě dvěma dalšími vodopády. Výše položený je kaskádovitý a celkem vysoký 6,2 m. Dělí se na dva výraznější stupně, přičemž horní splývavého typu je vysoký 3,1 m. Dolní vodopád je 1,8 m vysoký, kaskádovitě schodovitého typu. Tvoří 4 stupně na převážně převíslých subhorizontálních lavicích. Na úpatí také vznikl na podélné puklině erozně-evorzní kotel o rozměrech $2 \times 1,4$ m, zanesený bahnem, větvemi a listím.

Vodoteč tohoto údolí je také pouze periodická a její erozně zahloubená část je silně zapadaná větvemi a kmeny, které z velké části tyto vodopády skrývají.

Vesecké vodopády

Vesecký Plakánek představuje největší postranní (levostranné) údolí hlavního Střehomského Plakánku. Jako jedno z mála má i stálý vodní tok. Začíná poměrně dlouhým mělkým údolím na plošině a jeho pozvolné erozní zahloubení začíná až pod Vescem. Zcela postrádá údolní stupeň typický pro výše popsané rokle a kaňonovitou podobu získává až ve střední a spodní části. S ohledem na snadnou dostupnost bylo údolí v minulosti vystavené antropogenním zásahům, zvláště v podobě lomů s charakteristickým lámáním pravidelných bloků a původní ráz narušil i vodní mlýn z přelomu 18. a 19. století, jehož objekt byl zčásti vylámaný přímo do skalního podloží. Velmi dobře se z něj zachoval zvláště prostor pro vodní kolo, tzv. lednice. Nacházejí se zde dva nízké vodopády, které jsou ale odlišného typu než předešlé. První, ke kterému pro jeho výjimečnost vztahují název Vesecký vodo-

pád, je nepravý pěnovcový, druhý vodopád vznikl uměle, ale následnou sedimentací dnes získává také podobu nepravého pěnovcového vodopádu.

Plošiny po stranách horní části údolí jsou kryté sprašemi a sprašovými hlínami, ale podle výskytu zdejších pěnovců je zřejmé, že se v jejich podloží nacházejí vápnité jílovce až slínovce, a proto prameny v prohloubené části údolí pod Vescem usazují drobná tělesa subrecentně recentních pěnovců (KOVANDA 1971). Největší je zde plochá svahová kupa pod slabým pramenem na levém svahu v nejhořejší části údolí (MACOUN 1958). Na její svažitě části tvořil odtok pramene při pravém okraji (ve směru toku) málo vodný kaskádovitý vodopád. Následkem odlesnění a s ním související změnou světelných podmínek v kombinaci s malým sklonem povrchu však kupa zarostla téměř souvisle zapojeným mechovým porostem, který způsobil rozptýl vodního proudu a zánik vodopádovitého charakteru. V současnosti kupa navíc silně zarůstá křovinným náletem.

Nepravý pěnovcový vodopád tvoří odtok slabého pramene, který vyhloubil o 70 m níže po toku krátký (25 m), mělký postranní zářez, ústící visutě z protilehlého pravostranného svahu údolí. V místě, kde se vodoteč ostře lomí do strmějšího úseku svahu, vytváří nepravý recentní pěnovcový vodopád na 2–3 m (nestejně) mocné lavici křemenných pískovců se svislým čelem (obr. 23). Pěnovec zde vystylá koryto s nízkými stupínky v tenké vrstvě v délce přes 10 m a celkové výšce 5,4 m, z čehož ale většinu představují málo atraktivní partie překrývané do značné míry napadaným listím a větvemi a rozšlapávané i zvěří. Pozornost však zaslouží hlavní, 1,9 m vysoký stupeň zhruba uprostřed tohoto úseku, a zvláště jeho okolo 1 m vysoká svislá část. Hodnota tohoto útvaru nespočívá v samotné výšce, ale v recentních mikroformách které se zde tvoří, a které patří k nejlépe vyvinutým v rámci celé republiky (obr. 24). Výjimečný je zvláště typově kombinovaný povrch vodopádové stěny, neboť se zde na nepatrné ploše střídají holé partie vytvářející mikrokaskády s ploškami



Obr. 23: Nepravý pěnovcový Vesecký vodopád.

Fig. 23: The False tufa Vesecký Waterfall.



Obr. 24: Vesecký vodopád se vyznačuje tvorbou pěnovcových mikroforem: vlevo vytváří řasové bochánkovité útvary, uprostřed mechové krápníkovité útvary a vpravo mikrokaskády.

Fig. 24: The Vesecký Waterfall is characterized by the formation of recent tufa microforms: dwarf algal mounds (left), moss dripstone-like formations (centre) and microcascades (right).

porostlími pouze řasami s miniaturními bochánkovitými tvary a krápníkovité útvary na dlouhých stélkách mechu *Cratoneuron commutatum*, který představuje v pěnovcových vodopádech obecně nejrozšířenější druh mechorostu (PILLOUS 1985). Odtokový režim vodopádu je daný jediným slabým pramenem, proto má jen silněji skapový charakter, ale na druhé straně je podstatně stálější než jiné zdejší vodopády, které jsou bezprostředně závislé na srážkách nebo tání sněhu. Napájení vodopádu pouze vodou z pramene je pro křehké recentní pěnovcové mikrotvary určitou předností, neboť jsou tak chráněné před destrukcí přívalovými vodami.

Druhý vodopád je umělý a vznikl o 46 m výše v údolí v souvislosti s výše zmíněným vodním mlýnem, který se nacházel o 200 m níže v údolí. Na soutoku dvou zdrojnic potoka se nacházel mlýnský rybníček, od kterého byla voda odváděná náhonem v levém svahu. Dnes je rybníček zanesený splaveninami a v podstatě zaniklý a zachovala se jen jeho hráz kombinovaná s cestou a kamenným můstkem se zbytkem výpustě. Výpust' však nebyla až u báze hráze, ale poněkud výše na pískovcové lavici v levém břehu. V místě, kde se voda vrací přes skalní stupeň do původního koryta, vznikl umělý, 2,3 m vysoký vodopád, v horní části splývavý a s menším sklonem, ve spodní až svislý. Také v něm se sedimentuje pěnovec s mocností až 0,5 m, a proto se umělý vodopád pozvolna mění v nepravý konstruktivní vodopád. Pěnovec je dnes téměř souvisle porostlý mechem. Současný vzhled vodopádu je dosti narušený napadanými větvemi.

Oba zdejší vodopády a pěnovcové formy jsou součástí přírodní rezervace Údolí Plákanek, která by měla zaručit jejich další přirozený vývoj. Oba pěnovcové vodopády i zmíněná kupa však patří mezi místa nejvíce negativně postižená v důsledku současných klimatických

změn (zmenšování průtoků, změny vodního režimu – zvláště absence jarních vysokých průtoků) i přímých lokálních zásahů člověka (kácení lesa, změny druhové skladby dřevin apod.), a to jak ve smyslu jejich zániku (překrývání napadanými větvemi, listím a větvemi, následný mrazový rozpad křehkého recentního pěnovce), tak vegetačními změnami, které mají za následek i mikoreliéfové změny. Je proto žádoucí pravidelná kontrola stavu lokality ze strany orgánů ochrany přírody a pravidelná realizace umělých zásahů ve smyslu odstranění padlých stromů, prořezávky náletových křovin a citlivé očištění pěnovcových ploch od napadaného listí a větví.

Dobšinský vodopád

Nachází se v posledním pravostranném údolím Plakánku, které začíná u Dobšína a vyúsťuje v osadě Rašovec. V horní části se dno zužuje do krátké 20 m soutěsky s větším sklonem dna. Nejvýraznější je zde 2,0 m vysoký, svislý pískovcový stupeň na jejím spodním konci, pod kterým vznikl půlkruhový obří kotel o průměru 1,6–2 m s mírně převislými stěnami. Pod ním se již soutěska rozvírá, ale stále ještě pokračuje svažité skalní dno se třemi drobnými skoky. Pod každým z nich je po jednom obřím kotli, s průměry 1–1,5 m. Nejhlubší a největší je nejspodnější z nich. Kotle jsou poměrně dokonale vyvinuty, ale z větší části zaneseny pískem, větvemi a listím. Spodní části stěn v soutěsce jsou uměle otesané pro vybudování povalové cesty. V údolí nad soutěskou se nacházejí staré lomy, kde se těžil pískovec kvádrovým způsobem a cesta nejspíše sloužila pro dopravu kamene do Střehomí a dále do Sobotky.

6. Závěr

V prostoru Turnovské vrchoviny se nacházejí početné vodopády a vodopádové stěny na podloží sedimentárních hornin, které nebyly až na tři výjimky dosud nikde popsány. Představují významné a v některých případech i atraktivní přírodní výtvořky, které mají přímou vazbu na geologický vývoj zdejšího území a vykazují proto i řadu společných morfostrukturních rysů.

Podle jejich podloží je můžeme rozdělit na dvě skupiny. Severní se nachází v orografickém okrsku Turnovské stupňoviny na podloží turonských vápnnitých pískovců až písčitých vápenců, s jedinou výjimkou fosilního vodopádu na vulkanickém podloží. Všechny vodopády vznikly na krátkých přítocích samotné Jizery nebo na skalních defilé v jejím hlubokém kaňonovitěm až neckovitěm údolí v blízkosti lužické zlomové poruchy.

Druhá skupina se nachází v okrsku Vyskeřské vrchoviny na podloží cenomanských křemených pískovců tabulových plošin, do kterých se zařezávají kaňonovitá údolí střední Žehrovky (nejvíce v její střední části), Jordánky a horní Klenice a jejich početné postranní rokly. Vodopády zde vznikají v závislosti na puklinových systémech pískovců v místech, kde v důsledku postupu zpětné eroze přecházejí mělké pramenné úseky údolí úvalovitého nebo úpadovitého tvaru skalním stupněm do kaňonových údolí skalních roklí. Jedním z poměrně častých průvodních tvarů těchto vodopádů jsou evorzní tvary v podobě rozměrnějších obřích kotlů, k čemuž významně přispívá i menší odolnost pískovců. V důsledku nestejně odolnosti jednotlivých pískovcových vrstev i intenzivnější kongelifrakce a gelivace v pórovitých a zvlhčených spodních partiích vodopádových stěn jsou ve vodopádových stěnách časté i skalní převisy.

Samostatná zmínka je věnována také početnějšímu výskytu několika subrecentně recentních, nepravých (tj. na podloží jiné horniny) pěnovcových vodopádů na podloží vápnnitých pískovců v Turnovské stupňovině a křemitých pískovců ve Vyskeřské vrchovině. I když je zde intenzita sedimentace i kvalita pěnovců malá, s ohledem na velmi omezený výskyt pěnovcových vodopádů na území naší republiky a také mikroformy které vytvářejí, by si zasloužily jmenovité ochrany.

Zdejší vodopády se vyznačují, v důsledku malého povodí a vysoké puklinové i průlinové propustnosti křídových sedimentárních hornin, nepatrným průtokem, a většina je jich pouze periodického až efemerního typu, zvláště v posledním případě lze proto hovořit pouze o vodopádových stěnách. Hlavní období funkčnosti zdejších vodopádů jsou silné zimní oblevy a předjaří, kdy je propustnost hornin navíc silně omezená vlivem promrzlé půdní vrstvy. Jedním z projevů současných změn klimatu a hydrologického cyklu jsou však v nižších nadmořských výškách zimy s minimem sněhu, nebo dokonce bez sněhové pokrývky. Je proto zřejmé, že v posledních letech průtoky u zdejších vodopádů stále klesají a některé dříve periodické vodopády přecházejí do efemerního typu. Protože se téměř všechny nacházejí v lesním porostu, projevuje se to zvláště u úklonných vodopádů také tím, že je stále více pokrývají vrstvy napadaného listí a drobných úlomků větví, které v minulosti odstraňovaly zvýšené předjaří průtoky. Mimořádně negativní dopad to má u pěnocvových vodopádů, kde napadané listí a větve brání sedimentaci pěnovce, a navíc v důsledku zmenšených průtoků zůstává stále větší plocha pěnovců trvale suchá a podléhá rychlému mrazovému větrávání. K jejich zachování je proto v současné době nezbytná pravidelná péče ze strany orgánů státní ochrany přírody, spočívající v pravidelném odstraňování napadané biogenní složky (listí, větví i celých kmenů) a prořezávky náletových keřů a dřevin.

Summary

Geology and geomorphology of *Quadersandstein*-type sandstones of Cretaceous age in the territory of the Bohemian Table have been given a relatively wide attention during the last decades. Georelief of the local structural-denudational plateaus and cuestas transected by a dense network of canyon-like valleys results in a specific development of headward erosion in their short side gorges. In these gorges two reaches with totally different relief can be typically distinguished in their longitudinal profiles. The upper reaches have the character of short, very shallow and broad graben-like valleys or merely elongated spring basins. In contrast, the lower reaches represent markedly incised gorges to canyon-like valleys in Coniacian quartzose sandstones with sharp upper edges and a variety of rock formations. Abrupt transitions between the upper and lower reaches have the character of steep to vertical waterfall steps depending on the local structural-tectonic conditions which control the advance of headward erosion. Although the essential factor controlling the origin of waterfalls is usually a structural one (a harder layer of quartzose sandstones of *Quadersandstein* type), the immediate positions of the waterfalls and the positions of waterfall faces are mostly tectonic in origin, most often defined by transverse, vertical joints and joint zones. Waterfall steps of this type have been reported from sandstone canyons of the Poloméň hory District and Novohradská stupňovina Stepped Area, those are, however, mostly developed in the heads of narrow, slot-like terminations of gorges. A specific feature of the Vyskeřská vrchovina Highland in the Žehrovka River basin is the vastly predominant location of the waterfalls on the faces of broader, amphitheatre-like terminations of gorges. Some of the waterfalls in this area descend across smooth, vertical faces predisposed by joint planes. A relatively high number of these waterfalls possess overhangs at their bases. These were generated by waterfall erosion of a softer underlying layer but also – as suggested by a higher porosity hence also moisture content of this layer – by gelifraction. This situation contrasts with the positions of waterfalls in the Turnovská stupňovina Stepped Area: they are developed in side valleys and incisions running directly into the Jizera River. Their underlying rocks are Turonian calcareous sandstones and sandy limestones, showing different physical properties and joint systems. Headwaters of some streams in this region are characterized by elevated CaCO_3 contents owing to the presence of carbonate rocks. These waters give rise to tufa deposits on waterfall faces (so called pseudo-tufa waterfalls) although of limited extent and, moreover, of rather poor quality and high susceptibility to weathering. In some cases, however, tufa presently creates imperfect microforms, genetically unique is the small pseudokarst-syngenic tunnel-like cave at the main Tachov Waterfall. Given the very limited list of tufa accumulations in the Czech Republic, waterfalls in this region still pose the second most significant tufa occurrences after those in the Bohemian Karst. Absolutely exceptional for the conditions in the Czech Republic is also the combination of a waterfall step and a natural rock bridge at the middle Tachov Waterfall.

Water regimes of these waterfalls are affected not only by the small catchment area but also by the extraordinary joint and pore permeability of sandstones. As a result, absolute majority of the local waterfalls are of merely periodical and ephemeral character. This was yet more strongly accentuated

during snow-free winters of the last few years. Besides, water regimes probably control the appearance of waterfall faces. These usually have rather gentle slopes at permanent, high-discharge streams with relatively high erosion capacity. In contrast, they tend to be vertical or even overhanging at periodical and ephemeral streams whose channels are shaped only during episodic discharge events.

Poděkování

Mapové podklady k článku vypracoval RNDr. David Krause a profil Tachovským vodopádem Jana Kalenská (oba ze Správy KRNP), kterým tímto upřímně děkuji.

Literatura

- ADAMOVIČ J., MIKULÁŠ R. et CÍLEK V., 2010: Atlas pískovcových skalních měst České a Slovenské republiky. *Academia, Praha*.
- BALATKA B. et KALVODA J., 2006: Geomorfologické členění reliéfu Čech. *Kartografie, Praha*.
- BALATKA B. et SLÁDEK J., 1975: Pseudokrasové jevy ve východní části Českokubské pahorkatiny. *Ochrana přírody, 30: 211–212*.
- BALATKA B. et SLÁDEK J., 1963: Vývoj údolí v pseudokrasových horninách jihovýchodní části Polomných hor. *Československý kras, 15: 37–48*.
- BALATKA B. et SLÁDEK J., 1968: Ke geomorfologii řečiště dolní Kamenice. *Sborník ČSZ, 83: 143–149*.
- BALATKA B. et SLÁDEK J., 1976: K vývoji krátkých údolí v kvádrových pískovcích Polomných hor a Novohradské stepňoviny. *Památky a příroda, 10: 630–634*.
- BALATKA B. et SLÁDEK J., 1980: Geomorfologie CHKO Kokořínsko. *Bohemia Centralis, 10: 7–53*.
- BALATKA B., LOUČKOVÁ J. et SLÁDEK J., 1980: Vývoj pískovcového reliéfu České tabule na příkladu Polomných hor. *Rozpravy ČSAV, ř. mat.-přír. věd, 79: 3–38*.
- BALATKA B. et SLÁDEK J., 1984: Typizace reliéfu kvádrových pískovců české křídové pánve. *Rozpravy ČSAV, ř. mat.-přír. věd, 94: 5–79*.
- BRUTHANS J., ZEMAN O. et VYSOKÁ H., 2001: Geologie a hydrogeologie Bartošovy pece a okolí. *Speleofórum, 20: 39–44*.
- COUBAL M., ADAMOVIČ J. et ŠTASTNÝ M. (ed.), 2018: Lužický zlom, hranice mezi dvěma světy. *Novela Bohemica, Praha*.
- DEMEK J. (ed.), 1987: Zeměpisný lexikon ČSR: Hory a nížiny. *Academia, Praha*.
- JANOŠKA M., 2008: Nejkrásnější vodopády České republiky. *Academia, Praha*.
- KOVANDA J., 1971: Kvartérní vápence Československa. *SGV Antropozoikum, řada A, sv. 7*.
- KUNSKÝ J., 1968: Fyzický zeměpis Československa. *SPN, Praha*.
- LETOŠNÍK V., 1970: příspěvek k fyzicko-geografické charakteristice povodí Žehrovky a Libuňky na středním Pojizeří. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica, 2: 15–31*.
- MACOUN Z., 1958: Travertin v Českém ráji. *Ochrana přírody, 13: 221–222*.
- NOVÁK M., 2001: Jeskyně Bartošova pec – jedna z nejdelsích jeskyní české křídý. *Speleofórum, 2001: 38–39*.
- PILOUS V., 1985: Morfogenetická typizace pramenitových, pěnovcových a travertinových forem reliéfu. *Rozpravy ČSAV, řada mat. přír. věd, 95: 3–106*.
- PILOUS V., 1992a: Dolánecký vodopád u Turnova. *Ochrana přírody, 47: 115–116*.
- PILOUS V., 1992b: Ondříkovický pseudokrasový systém. *Ochrana přírody, 47: 277–279*.
- PILOUS V., 2009a: Vodopády Krkonoš. *Krkonoše – Jizerské hory, 42: 22–25*.
- PILOUS V., 2009b: Vodopády Jizerských hor. In: *Jizerské hory, o mapách, kamení a vodě. Nakladatelství RK, Liberec. 424–441 str.*
- PRÁT S., 1929: Studie o biolithogenesi. *Nákl. České AVU, Praha*.
- RAPPRICH V., CAJZ V., KOŠŤÁK M., PÉCSKAY Z., ŘÍDKOŠIL T., RAŠKA P. et RADOŇ M., 2007: Reconstruction of eroded monogenic Strombolian cones of Miocene age: A case study

- on character of volcanic activity of the Jičín Volcanic Field (NE Bohemia) and subsequent erosional rates estimation. *Journal of Geosciences*, 52: 169–180.
- VÍTEK J., 1973: Jeskyně Bartošova pec. *Ochrana přírody*, 28: 217.
- VÍTEK J., 1975: Geomorfologie pískovcového reliéfu Budislavských skal. *Práce a studie – přír.*, 6–7: 11–33.
- VÍTEK J., 1986: Novopacké vodopády (CHPV Sýkornice). *Památky a příroda*, 11: 372–373.
- VÍTEK J., 1987: Pseudokrasové tvary v pískovcích Klokočských skal. *Československý kras*, 33: 71–85.
- VÍTEK J., 2001: Geomorfologie Střítežské rokle v Novohradské stupňovině. *Práce a studie*, 9: 3–15.

Došlo: 30. 3. 2020