

Hydrologie

Povodňová historie v krasovém kaňonu řeky Berounky v okolí obce Srbsko v posledních dvou stoletích

History of floods in the karst canyon of Berounka River in surroundings of Srbsko village during the last two hundreds years

Karel Žák¹, Libor Elleder²

0. Abstract

The lower reach of the Berounka River (average flow 35.6 m.s⁻¹ at Beroun gauging station), left-hand tributary of Vltava River, is characterized by frequent floods. Summer floods of 1872, 1890, 1981 and 2002 are evaluated based on survey of numerous historical flood marks on rocks, bridges and buildings along the Berounka River. These data indicate that traditionally published peak flow data of these large floods require further more precise study and evaluation. The published peak flow value of the largest recorded flood of May 25, 1872 (3,000 m.s⁻¹ at Srbsko village) is probably slightly overestimated.

1. Úvod

Rekonstrukce historických povodňových případů přináší nemalé časové nároky a specifické problémy. Dohledávání informací v dokumentárních či archívních zdrojích, stejně jako povodňových značek v terénu, představuje činnost spojenou se střídavými a nezaručenými úspěchy. Nejistotám spojeným s věrohodností historických zdrojů je nutné čelit dobrou znalostí historického místopisu, ověřováním zjištěných faktů z více zdrojů a získaných výšek povodňových značek v co největším počtu profilech.

Kulminační povodňové hladiny nemusely být v minulosti označeny přesně a povodňové značky jsou často přemísťovány při pozdějších opravách objektů. Pokud dojde k přemístění značek, je jejich instalace do nesprávné výšky velmi častá. Porovnáním výšek hladin povodně v roce 2002 a údajů několika historických povodní, zejména případů z let 1872 a 1890, jsme se pokusili upozornit na nutnost dalšího studia historických povodní na dolní Berounce. V tomto příspěvku se věnujeme hodnocení dat z úseku mezi Berounem a Karlštejnem, zejména v okolí obce Srbsko.

Obec Srbsko leží na obou březích řeky Berounky ve střední části Českého krasu. Z hlediska hydrologického se jedná o významnou polohu. Řeka Berounka totiž jak bezprostředně nad obcí, tak i blízko pod ní vytvořila úzké kaňonovité údolí krasového charakteru s velmi strmými, převážně skalními stěnami. Ve zúžených profilech je údolí v úrovni, která je v dosahu povodní, široké jen zhruba 120 m. Díky této konfiguraci mají stavby a další překážky v rozšířené části údolí ve vlastní obci Srbsko na hladiny velkých vod jen dílčí vliv. Povodňová hladina jednotlivých povodní je v Srbsku přednostně určována přirozenými zúženími skalního kaňonu nad a pod obcí.

Ze Srbska zbývá řece Berounce k soutoku s Vltavou ještě 29 km, v tomto úseku ale již nepřibírá žádný podstatný přítok. Poslední větší přítok, Loděnice (Kačák), s povodím o ploše 271 km², délce toku 61,1 km a průměrném průtoku 0,53 m³.s⁻¹, se do Berounky vlévá nedaleko nad obcí Srbsko. Pro povodí Berounky tedy představuje Srbsko důležitý, dobře definovaný profil, mimořádně

vhodný například pro sledování množství látek transportovaných řekou Berounekou v suspenzi nebo v roztoku. Toho si byli dobře vědomi i pracovníci Českého hydrometeorologického ústavu (dále ČHMÚ), kteří v obci Srbsko dlouhodobě sledují kvalitu vod Berounky. V roce 2006 zde byla vybudována nová monitorovací stanice ČHMÚ vybavená jak limnigrafem (tlakovým čidlem), tak i zařízeními k automatizovaným odběrům vzorků říčních vod.

Pracovníci Geologického ústavu AV ČR (dále GLÚ) studují nejružnější aspekty geologického vývoje krasového kaňonu Berounky mezi Berounem a Karlštejnem již po dlouhou dobu. Část těchto výzkumných prací byla zaměřena i na studiu vztahů mezi částečně vodou zaplavenými krasovými jeskyněmi a řekou Berounekou (Žák a kol. 2004a, b). Současný výzkumný projekt GLÚ se zabývá geologickou činností povodní obecně. Během těchto výzkumných projektů bylo na základě detailních měřických prací shromážděno mnoho údajů o výškách hladin historických povodní v tomto úseku a byla provedena přímá pozorování a měření při povodni v srpnu roku 2002. Stavba nové stálé monitorovací stanice ČHMÚ v Srbsku byla impulsem, který přiměl autory data získaná během výzkumných prací GLÚ propojit s poznatky ČHMÚ a publikovat je.

2. Ovlivnění údolí Berounky v okolí Srbska stavbami

Údolí Berounky prodělalo v popisovaném úseku během posledních 150 let četné stavební změny. První pokusy upravit skály kolem řeky Berounky v úseku Beroun-Srbsko, aby byl usnadněn průchod a průjezd podél řeky, měly být ale údajně provedeny již ve 13.-14. století, za vlády Václava II. (Krotíl a kol. 2001). Určitý menší vliv na změny původních přirozených poměrů měla stavba náspu železniční trati. Česká západní dráha (dnes trať Praha-Plzeň) byla slavnostně otevřena 14.7.1862 a následující den byl zahájen pravidelný provoz. Ve více úsecích byl prostor pro traťové těleso zís-

¹ Geologický ústav AV ČR v.v.i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6 - Lysolaje, zak@gli.cas.cz

² Český hydrometeorologický ústav, Centrální předpovědní pracoviště – Oddělení hydrologických předpovědí, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, elleder@chmi.cz

Poděkování: Tato práce vznikla v rámci grantu GA AV ČR č. IAA300130505 a výzkumného záměru Geologického ústavu AV ČR, v.v.i. č. AV0Z30130516. Všechny geodetické a terénní práce byly financovány GLÚ AV ČR, zaměření bylo provedeno firmami Ing. K. Štochl – GGS Hořovice a Ing. Vojtěch Tvrděk – Berounská zeměměřická kancelář Mapos. Sestavení tohoto příspěvku by nebylo možné bez cenných informací a dat, které poskytli Ing. D. Kurka, Ing. B. Kulasová a RNDr. J. Halířová (ČHMÚ, Pobočka Praha a Brno), B. Nekut a L. Polya (Povodí Vltavy, závod Berounka v Berouně).

Český kras (Beroun), XXXIII (2007), 9-15, 2 obr., 2 tab., 2 bar. foto na obálce

© Muzeum Českého krasu

ISSN 1211-1643

ISBN 978-80-903477-2-4

kán odlámaním částí skalních stěn. Materiál z odlámaných skalních stěn nasypáný místy do koryta řeky měl údajně zhoršit následky květnové povodně v roce 1872. Při této povodni došlo i ke značnému poškození železniční trati. Úroveň tělesa železniční trati byla po povodni částečně zvýšena a trať byla zdvojkolejněna v celém úseku Praha-Beroun v roce 1908, úsek Karlštejn-Beroun byl ale zdvojkolejný již v roce 1904, částečně i dříve. Zhruba ve stejné době začaly práce na regulaci a místy částečným napřímení koryta řeky. Úsek Beroun-Tetín se začal stavět v listopadu 1906 a byl dokončen v roce 1908, úsek Tetín-Srbsko byl budován v letech 1908-1910 a úsek Srbsko-Poučnick (dnes část Karlštejna) v letech 1912 až 1913 (Topinka 2002). V tomto posledním úseku došlo k odstranění početných ostrovů v úseku pod Srbskem. Koryto bylo stavěno s příčným profilem lichoběžníkového tvaru, širokým v koruně regulačních hrází obvykle zhruba 77 m, výškou hrází přibližně 2,5 m a sklonem ramen regulace 1:3. Příčný průřez koryta má plochu zhruba 200 m², což mělo podle původního projektu pojmout při průměrné rychlosti proudění okolo 3 m.s⁻¹ průtoky 560 až 600 m³.s⁻¹ (to odpovídá podle současných dat přibližně 5-letému průtoku). Reálně v dnešním stavu koryta dochází v tomto úseku k vyběžení přes hrany regulačních hrází při průtoku cca 450 m³.s⁻¹ a toto umělé koryto tedy nepojme ani 5-letý průtok.

Celkový vliv jak stavby železničního tělesa, tak i regulace koryta řeky na příčný profil údolí a výšky hladin ve výše zmíněných zúžených úsecích byl nepochybně výrazný právě u menších povodní. Pokud však posoudíme v popisované části kaňonu Berounky vliv těchto podélných liniových staveb na příčný profil koryta při velkých povodních se zvýšením hladiny řeky o 5 a více metrů nad běžný stav, jsou tyto umělé změny vcelku podružné. Zmenšení příčného profilu údolí uvedenými stavbami bylo více než kompenzováno zvětšením tohoto profilu odtěžením ostrovů a splavenin ze dna a odlámaním částí skalních masívů pro stavbu pobřežní komunikace na levém břehu řeky.

Od dokončení regulace je koryto řeky v popisovaném úseku bez větších změn. Povodňové nátrže regulačních hrází (například v roce 2002 na levém břehu v říčním km 30,49 – 30,43) jsou obvykle záhy opraveny. Vliv lávky v Srbsku nebyl dosud také příliš podstatný, při velkých povodních posledních desetiletí byla lávka obvykle stržena již před dosažením kulminace povodně (v posledním období došlo ke stržení lávky jak při povodni v roce 1981, tak i v roce 2002). Současná lávka, spíše most použitelný pro vozidla s hmotností do 5 tun, je oproti předchozím mostním stavbám poněkud výše, má mohutné nájezdové rampy a spodní hrana mostovky je v nadmořské výšce zhruba v 217,6 m n.m., tedy zhruba 6,5 m nad obvyklou hladinou řeky při průměrném stavu. Současná mostovka je tedy spodní hranou níže než kulminace povodní z let 1872 i 2002. Vliv lávky při případných budoucích povodních srovnatelných se povodněmi let 1872 a 2002 nebo větších je obtížné posoudit (obecně k hydraulickému vlivu zaplavené mostovky například Pícek a Havlík 2005). Profil pod novou lávkou v Srbsku představuje jeden z nejtěsnějších profilů na celém spodním toku Berounky.

Hlavním problémem menších mostních staveb bývá hromadění velkého množství spláv (plovoucích předmětů různé velikosti, při velkých povodních včetně celých stromů a menších dřevěných staveb). Tyto předměty jsou natolik tvarově různorodé, že určit předem velikost jejich akumulace je nesnadné a je obtížné ji matematicky a hydraulicky modelovat (k této problematice například Kantor a Sklenář 2005). Vznik akumulace spláv a v důsledku zvýšení hladiny na návodní straně mostovky vedou ke značnému bočnímu tlaku a jsou často klíčovým momentem vedoucím k destrukci mostní stavby.

3. Povodňová historie Berounky a povodňové značky v obci Srbsko a v jejím okolí

Povodňová historie řeky Berounky byla několikrát zpracována (např. Krolmus 1845; Ninger a Zelinka 1872; Dlouhý 1899; Souček a kol. 1927; Kašpárek 1984; Křivková 2001; Topinka 2002; Elleder 2004; Brázdil a kol. 2005). Povodí Berounky je však problematické nedostatečným fondem dokumentárních zdrojů pro poměrně dlouhá historická období. Ucelenější obraz o historických povodních zde zatím chybí, a proto rozhodně nelze považovat současný stav poznání historických povodní za uspokojivý.

Opakování výčtu významných i méně významných historických povodní není hlavním předmětem tohoto příspěvku. Diskutováno není ani časové a plošné rozložení příčinných srážek, uvedené v citovaných pracích. Meteorologická situace předcházející největší zaznamenané povodni na Berounce z roku 1872 byla nedávno podrobně zhodnocena Müllerem a Kakosem (2004).

Starší povodňové přehledy k řece Berounce obvykle obsahují jen údaj relativního zvýšení hladiny dané povodně oproti běžnému stavu, přesné výškové zaměření hladin je spíše výjimkou. Důležitá výšková data pro povodňové značky na Křížově mlýně v Berouně obsahoval podélný profil Berounky zaměřený v roce 1927 (Souček a kol. 1927). Výšková data těchto dnes již neexistujících povodňových značek (autentické značky zanikly přestavbou mlýna na přelomu 19. a 20. století, přenesené značky byly odstraněny při rekonstrukci fasády po povodni 2002 a zatím nebyly obnoveny) na Křížově mlýně shrnuje také Elleder (2004). Tento systém povodňových značek je alespoň v našich podmínkách zcela výjimečný. Výšky většiny někdejších rysek vysvětlují vcelku věrohodně příspěvek Berounky k průtoku Vltavy za extrémních povodňových případů v letech 1598, 1655, 1675, 1784, 1799, 1845 a 1890 (všechny v Praze dosáhly úrovně rovné a nebo větší než 100-letý průtok).

Pro poslední velkou povodeň ze srpna roku 2002 je dat o maximální dosažené výšce hladiny dostatek. Povodňové značky a kulminační hladina srpnové povodně roku 2002 byly na více místech zaměřeny různými firmami pro Povodí Vltavy a řada dalších míst byla zaměřena v rámci této práce.

V popisovaném úseku řeky Berounky mezi Berounem a Karlštejnem lze nalézt povodňové značky řady historických povodní, včetně největší zaznamenané povodně na Berounce s kulminací dne 25.5.1872, způsobené plošně rozsáhlými přívalovými srážkami mimořádné intenzity. Tato povodeň značně poškodila traťové těleso, což mohl být jeden z důvodů toho, že v dalším období, zejména mezi lety 1889 a 1894, byly výšky povodní zaznamenávány vytesáním do zdiva mostků a propustků pod železniční tratí, často pro jednu povodeň na více místech v daném úseku. Relativně vysoký počet značení má v daném úseku povodeň z 3. září 1890, která je na těchto mostcích v popisovaném úseku zaznamenána na celkem šesti různých místech. Další možností je, že výšky povodní byly zaznamenávány v souvislosti s projekční přípravou regulace řeky (projekt byl zpracován v letech 1889-1891, pochůzka komise pro posouzení projektu proběhla v září 1898; Topinka 2002).

Tato vysoká četnost povodňových značek v Srbsku a jeho okolí umožňuje posoudit podélný profil kulminační hladiny jednotlivých povodní v situaci před stavbou regulace a jeho porovnání s průběhem běžné hladiny řeky v dnešním stavu a s podélným průběhem kulminační hladiny povodně z roku 2002. V tomto rozboru se zaměřujeme na vztah povodní v letech 1872, 1890, 1981 a 2002, tedy čtyř velkých letních povodní posledních dvou set let. Zimní povodně charakteristické vznikem ledových bariér (např. v letech 1784, 1845, 1941, 1942 a 1947, viz Matoušek 2004) nejsou v tomto příspěvku hodnoceny. Sestavení podélných profilů kulminačních

Tabulka 1. Výšky hladin povodní a zaměřené povodňové značky. Tučně uvedené údaje jsou původní nová data, údaje uvedené běžným písmem jsou převzaty z prací Součka a kolektivu (1927), Křivkové (2001), Elledera (2004) a nepublikovaných zdrojů ČHMÚ a Povodí Vltavy. Povodňové značky z Křížova mlýna v Berouně jsou uvedeny jen výběrově a jen z posledních dvou století. Všechna starší data udaná původně ve výškovém systému Jadran jsou přepočtena do výškového systému Bpv. Uvedeny jsou i současné výšky hladiny Berounky v daném úseku při nízkém podprůměrném stavu (při stavu 100 cm na vodočtu v Berouně, průměr je stav 122 cm). Nízký stav lépe ukazuje podélnou morfologii koryta řeky, ve stavu po povodních 2002 a následných sanačních prohrábkách koryta. Pro značku z roku 1888 na skále u bývalého Vitáčkova mlýna zatím nebyla v archivních materiálech zjištěna povodeň odpovídající velikosti.

Table 1. Water levels during floods and surveyed flood marks. New data are in bold.

Místo-slovní popis	Tratový km na trati ČD	Říční kilometr	Hladina při stavu 100 cm (Beroun)	28.únor 1784	29.březen 1845	25.květen 1872	2.1888	20.březen 1889	3.září 1890	1.leden 1892	31.leden 1892	2.únor 1893	13.únor 1893	20.říjen 1894	19. březen 1940	9. březen 1947	15. březen 1947	20. červenec 1981	13. srpen 2002	29. květen 2006
Jez Beroun (hladina nad j.)		35,564	217,97																222,47	
Jez Beroun (hladina pod j.)		35,560	215,47																	
Křížův mlýn, Elleder (2004)		35,400		221,90	221,10	222,95			220,57											
Beroun nám., muzeum		35,250				222,58													221,85	
Beroun lávka		35,200																	221,95	
Stanice ČHMÚ v Berouně	38,012	34,200	214,39						220,06								218,34	219,04	221,35	
U býv. Vitáčkova mlýna		32,920					218,94													
U Tetínského vývěru	36,397	32,640	213,10																220,51	
Mostek ústí Tetínské rokle	36,102	32,380	213,00						218,13										220,33	
Mostek v km 35,640		35,640	31,880						218,50											
Mostek proti ústí Kačáku	34,740	30,860	211,90						216,72											
Mostek u Kruhového lomu	34,297	30,380	211,40						216,96											
Mostek pod Kruh. lomem	34,008	30,090	211,30					214,18	216,90	213,73	214,07		214,07	213,88					218,81	
Mostek u Traťové jeskyně	33,830	29,910	211,20									214,65								
Dům č.p. 37u zast. v Srbsku	33,520	29,610	211,15			218,88													218,41	
Stanice ČHMÚ v Srbsku	33,430	29,520	211,15												215,19	215,59		216,31		214,51
Lávka v Srbsku	33,370	29,460	211,10																218,28	
Mostek v ústí Císařské rokle	32,810	28,970	210,60																	
Mostek u býv. strážního d.	32,465	28,680	210,40						216,10										218,12	
U úrovni Menglerovy jesk.	32,300	28,520	210,30																217,57	
U Podtraťové jeskyně	31,743	27,980	210,00																	
U býv. lávky u Petzoldova l.	31,595	27,832	209,95			217,61													217,20	
U bunkru pod Beranovým l.	30,885	27,150	209,75																216,92	

hladin je pro zimní povodně spojené s ledovými jevy velmi obtížné až nemožné. Kromě toho jsou pro některé z těchto zimních povodní známa výšková data jen v jediném místě popisovaného úseku.

4. Metodika a výsledky

Povodňové značky byly zaměřeny geodeticky pomocí totálních stanic, stejným způsobem byly zaměřeny podle hladinových čar i kulminační hladiny povodně z roku 2002 na více místech ve studovaném úseku. Výšková chyba samotného zaměření je obvykle v řádu prvních milimetrů či nejvýše prvních cm, ovšem chyba určení hladiny povodně je mnohem větší, vzhledem k oscilaci hladiny při poměrně rychlém proudění, rozdílu výšky hladiny v nárazovém a jesepovém břehu a podobně. Naměřené údaje byly konfrontovány s výsledky zaměření provedeným jinými institucemi a s podélným profilem Berounky z roku 1927 (Souček a kol. 1927), který obsahuje i zaměření hladin povodní. Výsledky zaměření povodňových značek jsou uvedeny v Tab. 1. Říční kilometráž (staničení) je použita podle posledního zaměření spodní Berounky firmou GEFOs v roce 2003. Protože řada povodňových značek je na mostcích železniční trati, je v Tab. 1 uvedena i kilometráž železniční trati. Obrázek 1 obsahuje grafické znázornění podélného průběhu maximálních povodňových hladin několika významných povodní, podle zaměřených povodňových značek a publikovaných údajů v úseku říčních kilometrů 35,6 až 27,15. Všechna data jsou ve výškovém systému Balt.

5. Diskuse

Podélný průběh kulminačních hladin

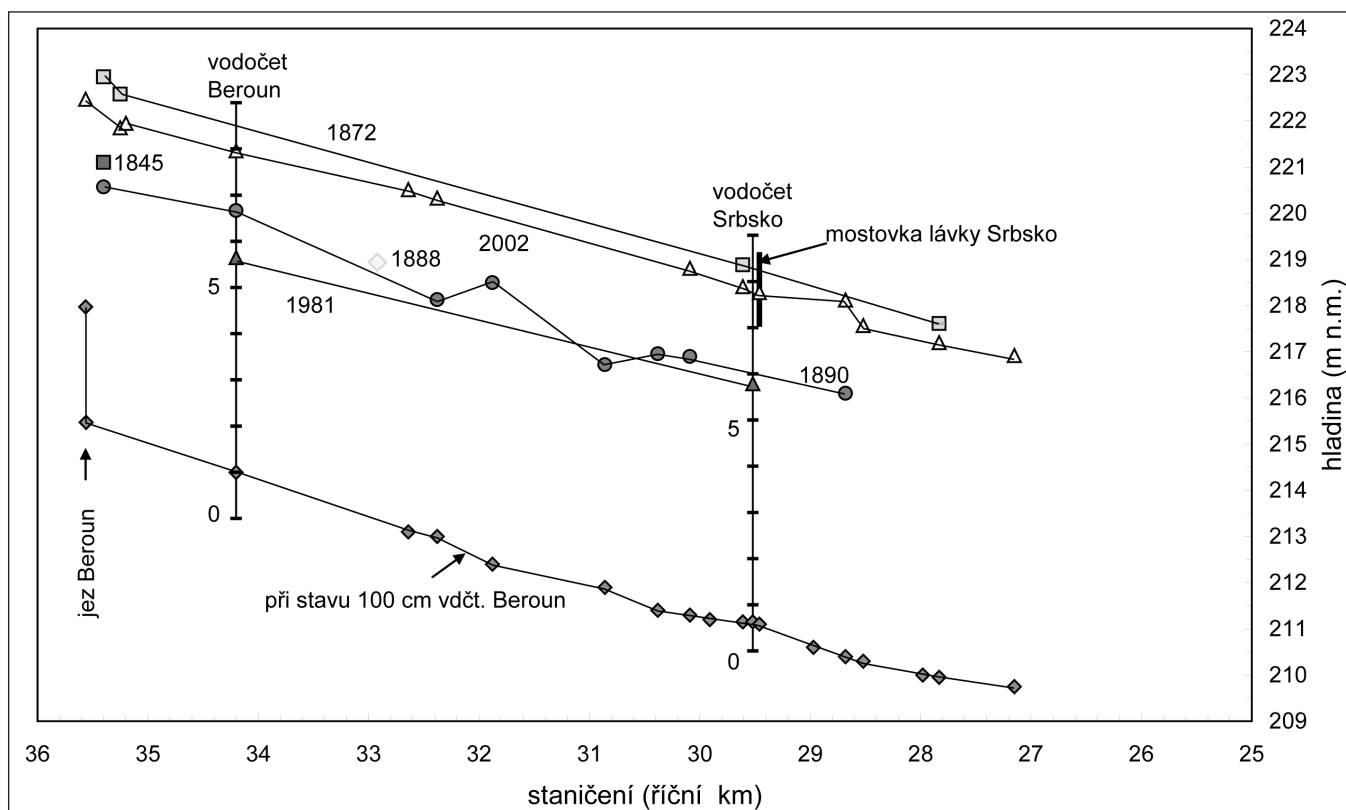
Obrázek 1 zřetelně ukazuje, že podélný průběh kulminačních hladin povodní v roce 1872, 1890, 1981 a 2002 je v popisovaném úseku Berounky mezi říčními kilometry 35,6 a 27,15 přibližně paralelní. Vliv podélných liniových staveb v tomto úseku údolí lze pro povodně této velikosti hodnotit spíše jako podružný. Například při povodních v letech 1872 a 1890 existovala v údolí Berounky

pod Srbskem zhruba v úseku říčních km 28,7 až 28,6 soustava plochých ostrovů (viz foto in Topinka 2002) odstraněných později při regulaci řeky, které však neměly na podélný průběh povodňových hladin velkých povodní žádný nápadný vliv. Z obrázku je dále patrné, že vliv současného jezu v Berouně (na říčním kilometru 35,564), který při nízkém stavu představuje stupeň s výškou 2,5 m, nebyl při srpnové povodni roku 2002 na průběhu hladiny povodně příliš zřetelný (relativní zvýšení nad jezem bylo 4,5 m a pod ním zhruba 7 m, viz též fotodokumentaci v práci Novotného a Hladečka 2004). Shromážděná data umožňují přepočítat úrovně významných povodní i řady menších povodní do profilu nové stanice ČHMÚ v Srbsku. Tato data jsou uvedena v Tab. 2.

Tabulka 2. Hladiny povodní v profilu nové stanice ČHMÚ v Srbsku. Tučně uvedené údaje jsou přímo zaměřené povodňové značky v místě stanice (na původním převoznickém domku, který stál v tomto místě, zaměřeno na jaře roku 2002, před destrukcí části domku povodní). Údaje uvedené běžným písmem jsou dopočteny z povodňových značek v nejbližším okolí a průměrného sklonu povodňových hladin v tomto úseku.

Table 2. Water levels in profile of new ČHMÚ station in Srbsko village.

Datum povodně	Nadmořská výška hladiny	Čtení na lati vodočtu
29.5.2006	214,51	399
19.3.1940	215,19	467
9.3.1947	215,59	507
20.7.1981	216,31	579
3.9.1890	216,50	598
13.8.2002	218,33	781
25.5.1872	218,80	828



Obr. 1. Podélný průběh kulminačních povodňových hladin na Berounce v úseku od jezu v Berouně po most v Karlštejně.
Fig. 1. Longitudinal profile of culmination flood levels on the Berounka River from Beroun city to bridge in Karlštejn village.

Disproporce v publikovaných odhadech kulminačních průtoků

Získaná data naznačují, že v dříve publikovaných odhadech kulminačních průtoků některých povodní mohou být určité disproporce. Křivková (2001) odhadla velikost průtoku povodně z 25.5.1872 v profilu Srbsko-říční km 29,610 (značka na domě č.p. 37) na $2\,986\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ a v profilu Srbsko-říční km 27,730 (bývalá lávka u Petzoldova lomu) na $2\,998\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (říční kilometráž byla upravena podle skutečnosti a zaměření Berounky z roku 2003). Podobný údaj o maximálním průtoku povodně z roku 1872 obsahuje i práce Kašpárka (1984), který odhadl pro Berounku pod Berounem kulminační průtok $3\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Je jasné, že průběh povodně v Berouně a Praze měl silnou vzájemnou vazbu, a to včetně kulminačního průtoku.

Zde je vhodné si připomenout historický vývoj, který předcházel. Odhad kulminačního průtoku z r. 1872 v Praze měl svůj vývoj a prvé odhadnuté průtoky, které uváděl A. Harlacher, odpovídaly pouze $1\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Tento odhad byl ve své době kritizován, jak zmiňuje např. Brázdil (2005) a patrně záhy upraven na základě četnějších zkušeností a měření, která byla umožněna např. již v roce 1876 za průtokově srovnatelné povodně v Praze.

V rukopisných poznámkách Ing. Richtera (koncem 19. století) na okraj hydrometrických měření prováděných v 80. letech 19. století (Stará hydrometrická měření, Archiv ČHMÚ) byly již vyčísleny průtoky mezi Karlštejnem a Prahou. V Berouně a Karlštejně se pro květnovou povodeň roku 1872 předpokládal průtok $2\,700\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, v ústí Berounky již jen $2\,400\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ a v Praze dokonce $2\,100\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, přitom snížení průtoků se přikládalo transformaci povodňové vlny např. na soutoku Vltavy a Berounky. K té však prokazatelně došlo až níže v oblasti soutoku Labe a Vltavy, kde se snížil kulminační průtok na cca $2\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, a to podle četných povodňových značek

a někdejšího měření v stanici Mělník. Modelové propočty transformace povodňové vlny mezi Berounem a Černošicemi pro povodeň roku 2002 naznačily v tomto úseku pokles kulminačního průtoku jen zhruba o $50\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (osobní sdělení ing. A. Havlík), vlna této povodně však byla poměrně plochá. Můžeme tedy předpokládat právě hodnotu $2\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ za dolní hranici odhadu průtoku povodně roku 1872 v Berouně, a to proto, že příspěvek Vltavy (v dobové literatuře zmiňovaný protisměrný tok Vltavy u Zbraslavi) a horního Labe (synchronní rozvodnění Metuje nemohlo k někdejší postupové době 2–4 dny ovlivnit průtok v Mělníce) byl zanedbatelný.

Stávající odhad kulminačního průtoku v Praze pro 25.5.1872 vychází ze studie Novotného (1960), který dokládá průtok cca $3\,300\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Je přitom vázán na několika místech v Praze zachycenou výšku vody. Případná revize kulminačního průtoku $3\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ v Berouně (resp. Srbsku) by znamenala revizi historických kulminačních průtoků v Praze a také na Berounce, což je zatím nad možností tohoto příspěvku.

Pro doplnění této složité problematiky je třeba uvést, že maximální průtok povodně ze srpna roku 2002 byl v profilu Beroun - limnigraf pod soutokem s Litavkou odhadnut na $2\,170\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (Kolektiv 2003a, b). Rozdíly ve výšce kulminačních hladin povodní z roku 1872 a 2002 jsou diskutovány níže.

Hodnocení kulminačních průtoků Berounky a Litavky při povodni v roce 1872

Podrobně popsána povodeň z roku 2002 a vztah výšky hladiny v letech 1872 a 2002 na různých místech mohou přispět k přesnějšímu posouzení průběhu povodně roku 1872. Pokud porovnáme kulminační hladiny povodní v roce 1872 a 2002 v delším úseku řeky Berounky nad Berounem a pod Berounem je nápadný největší

rozdíl hladin v prostoru berounského náměstí.

Výškové rozdíly kulminačních hladin povodní 1872 a 2002 jsou:

• **Žloutkovice** (říč. km 47,2), železniční most, pilíř na pravém břehu: **1872>2002 o cca 10 cm**. Tento údaj a osazená tabulka s povodňovými značkami vznikly přenesením informace o výšce hladiny v roce 1872, vztažené k úrovni schodů poslední stavby obce Žloutkovice na pravém břehu a výšky hladiny v roce 2002 na stejných schodech, která byla o 10 cm níže (ústní sdělení kronikáře obce p. Šturce).

• **Nižbor** (říč. km 43,0), dům č.p. 34 při ústí Habrového potoka: **1872>2002 o 24 cm**. Toto je nejbližší zachovaná značka povodně z roku 1872 v úseku nad Berounem. Údaj 24 cm je přímé měření rozdílu hladin mezi původní pozicí značky povodně roku 1872 a hladinovou čarou roku 2002, provedené prvním autorem tohoto příspěvku bezprostředně po opadnutí vody v srpnu 2002. Povodňová značka z roku 1872 byla nedávno přenesena na protější objekt č.p. 63, a to nepřesně, její původní poloha byla v 228,95 m n.m., nová poloha je v 228,73, kulminace roku 2002 v tomto prostoru byla v rozmezí 228,69 až 228,71 m n.m.

• **Stradonice** u lávky (říč. km 41,4). Pro povodeň 1872 byl v práci Součka a kol (1927) uveden údaj 226,57 m n.m., který je zjevně chybný. Povodeň v roce 2002 zde kulminovala v 227,59 a je prakticky vyloučeno, aby ve Stradonicích byl rozdíl hladin 1872 a 2002 více než jeden metr v opačném smyslu než kdekoli jinde. Tento profil proto dále nehodnotíme.

• **Beroun-náměstí** (říč. km 35,3): **1872>2002 o 73 cm** (přímé měření rozdílu mezi značkou z roku 1872 a hladinovou čarou, bezprostředně po opadnutí vody v srpnu 2002). Značka povodně z roku 1872 je v 222,58 m n.m., kulminace v prostoru Husova náměstí v srpnu roku 2002 byla o 73 cm níže, tedy v 221,85 (značky pro rok 2002 jsou umístěny na budově muzea, radnice a restaurace Alena).

• **Srbsko**, dům č.p. 37 u železniční zastávky (říč. km 29,6): **1872>2002 o 47 cm**. Tento údaj byl získán stejně jako v případě Berouna-náměstí, také krátce po opadnutí vody v roce 2002 (viz foto na obálce).

• **Srbsko**, bývalá lávka u Petzoldova lomu (říč. km 27,7): **1872>2002 o 41 cm**. Údaj hladiny pro rok 1872 je z práce Součka a kolektivu (1927) a výška hladiny 2002 je dopočtena z nejbližších zaměřených míst.

Extrémní výše hladiny v Berouně na náměstí při povodni roku 1872 byla dána těsnějším souběhem kulminací Berounky a Litavky v roce 1872 oproti roku 2002. V srpnu 2002 činil kulminační průtok Litavky dne 13.8.2002 v 7 hodin ráno $210 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a kulminace Berounky nastala týž dne o 16 hodin později, tedy v noci mezi 23. a 24. hodinou. Pod soutokem Berounky s Litavkou je udáván kulminační průtok Berounky $2170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V té době Litavka dodávala již jen $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (data ČHMÚ, viz též fotodokumentaci vývoje povodně v Berouně v práci Novotného a Hladečka 2004).

Pro rok 1872 byl odhadnut kulminační průtok Litavky na $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kašpárek 1984). Časový rozdíl mezi kulminací Litavky a Berounky v roce 1872 není přesně znám, protože popis v dochovaných zprávách o povodni není dostatečně přesný. Nepochybně byl ale časový odstup kulminace Litavky a Berounky v Berouně v roce 1872 menší než v roce 2002. Popis průběhu povodně roku 1872 ve Hředlích na Stroupínském potoce, levostranném přítoku Litavky asi 15 km nad Berounem (Jůna a kol. 1928) naznačuje kulminaci již kolem 15. hodiny, po protržení rybníků v okolí. Popis v práci Ningera a Zelinky (1872) naznačuje, že Litavka zřejmě kulminovala v Berouně 25.5.1872 po 19. hodině, zatímco Berounka někdy po 23. hodině, zřejmě kolem půlnoci nebo krátce nato. Ani

v tomto případě nebyl tedy souběh kulminací úplný. Litavka odvádí vody velmi rychle a část objemu průtokové vlny Litavky mohla být akumulována v zaplavené části berounské kotliny. Povodeň z května 1872 navíc nezasáhla celé povodí Litavky rovnoměrně, ale zejména část odvodňovanou jejími kratšími levostrannými přítoky Červeným a Stroupínským potokem. Srážkový úhrn ve stanici Příbram byl již jen 48 mm (Müller a Kakos 2004; Brázdil a kol. 2005).

Důležitý pro posouzení průběhu povodňové vlny Litavky v květnu 1872 může být fakt, že jak v povodí Červeného potoka, tak i v povodí Stroupínského potoka došlo nejprve k transformaci první části povodňové vlny zachycením v rybnících a následně, během poměrně krátkého časového úseku, k protržení řady rybníků na obou tocích. V monografii Jůna a kol. (1927) se k průběhu povodně na Stroupínském potoce ve Hředlích uvádí: „Ke 3. hodině odpolední strhaly se rybníky v okolí a voda jako zeď o výši 3 m valila se, ničíc vše, co jí přišlo v cestu.“ Objem rybníků v povodí Litavky a celkový objem povodňové vlny jsou ovšem nesrovnatelné, tedy protržení rybníků mohlo zvýšit kulminační průtok jen na krátkou dobu během vzestupné fáze povodně.

Kašpárek (1984) podrobně zdůvodňuje nutnou výšku vody v Králově Dvoře s ohledem na přetečení železničního tělesa. Doložený hydraulický výpočet poukazuje na průtok Litavky cca $1300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a následně koriguje průtok na cca $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. I tento odhad má určité nejistoty. Daný profil v Králově Dvoře prodělal mezi rokem 1872 a jeho zaměřením Kašpárkem (1984) velmi výrazné stavební změny a úpravy koryta. Ve spodní trati Litavky navíc mohlo v roce 1872 docházet k významnému zanesení výústní části koryta, jehož spád se zde zřetelně zmírňuje, akumulacemi splavenin a splávi. Z těchto příčin může být odhad příčného profilu koryta zatížen značnými chybami. Nelze však zapomenout na skutečnost, že odhad průtoku Litavkou je vázán také na průběh průtoku v Praze s ohledem na postupovou dobu.

Hrubě lze odhadnout, že v době kulminace Berounky 25.5.1872 někdy po 23. hodině v noci mohlo přitékat do Berouna Berounkou cca $2200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a Litavkou již „jen“ $400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, takže průtok Berounky pod Berounem mohl činit zhruba $2600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Všechny tyto odhady vycházejí jen z publikovaných kulminačních průtoků v roce 2002 a měření rozdílu mezi hladinami povodní 1872 a 2002 a jsou zatíženy značnou chybou. Jednoznačně lze však konstatovat, že vzhledem k obvyklému časovému posunu kulminací Litavky a Berounky není prakticky nikdy kulminační povodňový průtok pod jejich soutokem prostým součtem kulminačních povodňových průtoků obou řek.

V některých pracích (např. Ninger a Zelinka 1872; sine 1872; převzato do: Topinka 2002; Elleder 2004) se objevuje informace, že při povodni 25.5.1872 kolem 19. hodiny Litavka zatlačila Berounku proti proudu. Tato skutečnost je klíčová při odhadu průtoku Litavkou v době kulminace, a proto uvádíme některé argumenty pro a proti. Situace se opakuje při velkých povodních v soutokové oblasti Litavky a Berounky celkem pravidelně, ale týká se většinou jen bočního (tzv. mlýnského) ramene Berounky přímo v Berouně a opačného proudění přes hrany jezů Zajíčkovy a Křížova mlýna v tomto rameni. Tato část řeky Berounky byla v minulosti lépe přístupná přímému pozorování obyvatel města. V něm skutečně dokáží povodňové vody Litavky přetlačit tok Berounky, takže směr proudění v mlýnském rameni se obrátí a část vod Litavky obtéká ostrov v Berouně (navzdory dvěma jezům v mlýnském rameni) kolem jeho horní špičky. Naposledy byl tento neobvyklý jev pozorován prvním autorem této zprávy při povodni Litavky dne 26.6.1995 (Litavka $Q_{\max} = 252 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, data ČHMÚ). Dobová zpráva, kterou přebírá mnoho dalších publikací, uvádí situaci z 25. května 1872

takto: „O 7. hodině večerní dočkali jsme se divadla neobyčejného; Berounka, která přirozeně od SZ k JV proudí, přemožena byla rozvodněnou Litavou tak, že obrátila svůj tok, valíc pak své proudy od JV k SZ silou přenárannou. Klády, dobytek, náradí a mrtvoly unášely divoké vlny Berounčiny k Staré Huti, nedbajíce jezu, kterýž pod rozbořeným povrchem úplně zanikl. Okolo 8. hodiny ale přivalily se proudy od Rakovníka a Křivokláta, řečiště Berounce nestačilo, po břehách daleko se voda valem rozproudila a Litavku pak zpět zatlačila.“

Okamžik vzestupu hladin Litavky doplňuje navíc svědectví v příloze Světozoru č. 26/1872: „...s hrůzou spozoroval, jak za ohlušujícího hukotu valí sem k mostu spousta vody na 4 stopy vysoko, jako zeď nějaká...“. Očitý svědek události dokládá téměř okamžité (než stačil doběhnout k hláskému na věž) zatopení nízko položené někdejší Německé (dnešní Havlíčkovy) ulice. Sled událostí pak líčí podobně, ovšem obrácení toku Berounky Litavkou v jeho podání trvalo po kratší dobu. Že došlo k obrácení a ke krátkodobé změně proudění v oblasti soutoku ve prospěch Litavky je nepochybné, že by došlo proudění až k Nové Huti (dnešnímu Nižboru) jak bylo naznačeno Topinkou (2002), lze vzhledem k výšce povodňových hladin a podélnému profilu Berounky považovat za nepravděpodobné. Podle uvedeného dobového textu měl však pisatel na mysli spíš jen směr k Nové Huti, s čímž lze samozřejmě souhlasit.

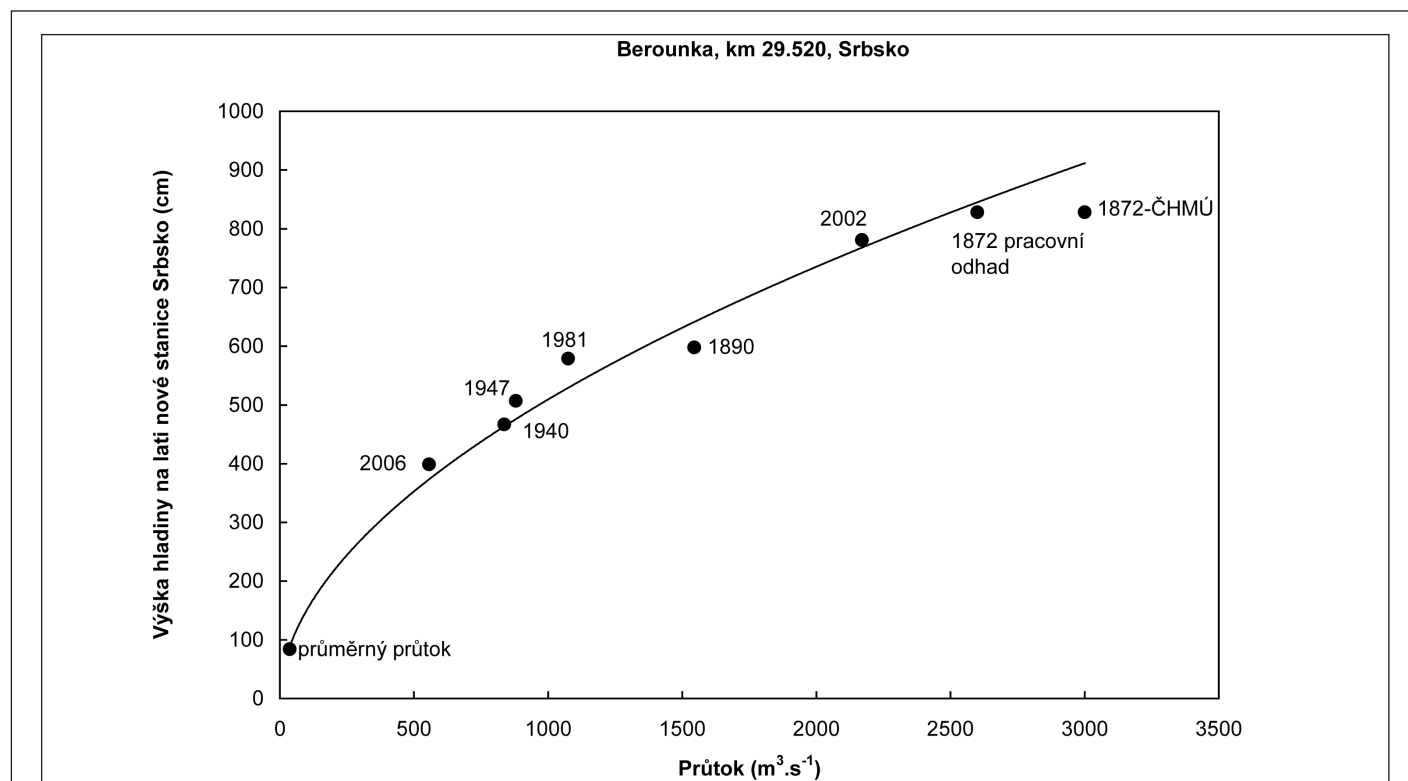
Co se týče dalších velkých letních povodní posledních dvou století, tak úroveň kulminace povodní v roce 1890 a 1981 je v kaňonu Berounky u Srbska poměrně blízká a lze tedy pro ně předpokládat, vzhledem k výše uvedené diskusi menšího vlivu staveb v údolí řeky, i podobné kulminační průtoky. Z těchto dvou povodní je mírně vyšší úroveň povodně z roku 1890, pro kterou uvádí databáze ČHMÚ kulminační průtok $1\,545\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Pro povodeň s kulminací 21.7.1981 je udáván průtok $992\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, tedy i zde je vidět určitá disproporce v odhadech průtoků, průtoky těchto dvou povodní by

si měly být bližší. Při vynesení průtoků v profilu Srbsko ve formě měrné křivky (obr. 2) povodeň roku 1890 zřetelně vybočuje. Celá problematika by si zasloužila detailnější rozbor a nové hydraulické výpočty, které by zohlednily výšky hladin uvedené v této práci, nové poznatky z povodně roku 2002, stavební změny v obci Srbsko a možné změny hydraulické drsnosti ve 20. století oproti stavu o sto let staršímu.

Povodeň roku 1890 představovala další mimořádnou událost na Vltavě i Berounce (Cílek 1999). Na Berounce však byla povodeň roku 1890 ale podstatně menší než povodňové události v letech 1872 a 2002. Práce Cílka (1999) je velmi cenná v tom, že poměrně přesně předpověděla povodeň, která potom přišla v roce 2002.

Zimní povodně spojené s odchodem ledů

Zimní povodně let 1784, 1845, 1940, 1941, 1942 a 1947 spojené s odchodem ledů a tvorbou mohutných bariér na spodním toku Berounky nejsou v tomto příspěvku podrobněji diskutovány. U povodní spojených s ledochodem je určení průtoků z povodňových značek vzhledem k tvorbě ledových bariér obecně obtížné. To dokládá i fakt, že například v březnu 1947 je nejvyšší hladina zaznamenaná v profilu Beroun-limnigraf až z druhé fáze tání z 15. března, protože až do 12. března byl limnigraf zamrzlý (Matoušek 2004). Značka maximální hladiny v Srbsku je z 9. března 1947, téhož dne v 2:25 prošla povodňová vlna s ledovou bariérou Berounem. Ledovou zácpu na spodním toku Berounky se podařilo uvolnit až díky nasazení dělostřelectva 10. března 1947. Podrobný popis této mimořádné povodně spojené s vůbec největšími dosud pozorovanými ledovými zácpami na Berounce obsahuje monografické zpracování Matouška (2004).



Obr. 2. Měrná křivka pro profil Srbsko - nová stanice ČHMÚ s vynesením hladin a publikovaných průtoků některých historických povodní. Pro rok 1872 je uveden jak tradiční publikovaný údaj $3\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, tak i pracovní odhad $2\,600\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$.

Fig. 2. Curve for Srbsko-new ČHMÚ station with water levels and published discharges of some of historical floods.

6. Závěr

Profil Berounky v Srbsku představuje významné místo, kde lze podle zachovaných povodňových značek hodnotit povodňovou historii Berounky zejména v posledních dvou stoletích. Srovnáním povodňových úrovní v několika blízkých profilech se podařilo poukázat na některé otázky, týkající se vyhodnocení historických povodní 1890 a 1872. Přitom se ukazuje, že bude potřebné další detailní porovnání historických případů a dohledání dalších dokumentárních zdrojů dokreslujících např. i průběh a okolnosti povodně v roce 1890 na dolní Berounce.

Profil Srbsko je důležitý i tím, že zahrnuje 96,7 % plochy povodí celé Berounky, zatímco v profilu limnigrafu Beroun jen 93,5 %. Nevýhodou nového profilu je mostní stavba budovaná po roce 2002, která se nachází zhruba 60 m od profilu stanice směrem po proudu a jejíž mostovka je v dosahu extrémních povodní. Předložené shrnutí naznačuje, že historických povodňových značek (zejména z posledních dvou století) je v povodí spodní Berounky mnohem více, než se obvykle soudí a že podrobnější analýza historických povodní je stále možná.

Literatura:

- Brázdil R., Dobrovolný P., Elleder L., Kakos V., Kotyza O., Květoň V., Macková J., Müller M., Štekl J., Tolasz R., Valášek H. (2005): *Historické a současné povodně v České republice*. – Masarykova Univerzita a Český hydrometeorologický ústav: 1-369. Brno – Praha.
- Cílek V. (1999): Velká povodeň na Berounce ve dnech 2.-5. září 1890 - modelová situace pro 21. století. – *Český kras*, XXV: 77–81. Beroun.
- Dlouhý J. (1899): Povodně na řekách českých. – *Zprávy spolku architektů a inženýrů v království českém za rok 1899*: 49. Spolek architektů českých. Praha.
- Elleder L. (2004): Povodně v Berouně. – *Český kras*, XXX: 59–62. Beroun.
- Jüna J. a redakční kruh učitelstva (1928): Povodeň ve Hředlích r. 1872. – *Monografie Hořovicka a Berounska*, Díl I.: 66–68. Nakladem vlastním, tiskem České grafické unie a.s. v Praze.
- Kantor M., Sklenář P. (2005): Modelování průchodu povodňových průtoků mostními objekty a inundačním územím v povodí Odry a Opavy. – *Vodní toky 2005, Odborná konference s mezinárodní účastí, 29.–30.11. 2005 Hradec Králové, Sborník z konference*: 81–85. Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s. Praha.
- Kašpárek L. (1984): O povodních z let 1872 a 1981 na Litavce a jejich významu pro odhad N-letých průtoků. – *Práce a Studie ČHMÚ*, sešit 7: 1–56. Český hydrometeorologický ústav. Praha.
- Kolektiv (2003a): *Souhrnná zpráva o povodni v srpnu 2002*. – Povodí Vltavy, státní podnik. Praha.
- Kolektiv (2003b): *Výsledná zpráva o projektu Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002 a návrhu úpravy systému prevence před povodněmi. Text výsledné zprávy a přílohy v úpravě projednané vládou ČR dne 21. ledna 2004*. – Ministerstvo Životního prostředí ČR. Praha.
- Krolmus V. (1845): *Kronyka čili dějepis všech povodní posloupných let, suchých i mokrých a neúrodných na obilí, ovoce a vína, hladů, morů a jiných pohrom v království Českém*. – Tiskem Karla Wetterla: 1–261. Praha.
- Krotíl K., Fryhauf M., Dezort M. a kolektiv (2001): *Lomy Mořina 1891–2001, 110. Výročí zahájení těžby*. – Lomy Mořina, spol. s r.o.: 1–60. Mořina.
- Křivková J. (2001): Povodeň 1872 v povodí Berounky a Blšanky Analýza a rekonstrukce. – *Výzkum pro Praxi*, sešit 42: 1–44. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. Praha.
- Matoušek V. (2004): Ledový režim vodních toků. – *Práce a Studie*, 199: 1–203. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. Praha.
- Müller M., Kakos V. (2004): Extrémní konvekční bouře v Čechách 25.–26. května 1872. *Meteorologické zprávy*, 57, č. 3, 69–77.
- Ninger J., Zelinka F. (1872): *Povodně v Berouně od roku 1784–1872. S použitím hodnověrných pramenů a ze zkušenosti vlastní*. – Vydal vlastním nákladem Vavřinec Wiesenberger, měšťanosta: 1–61. Beroun.
- Novotný J. (1963): Dvě stoleté hydrologické řady průtokové na českých řekách. – *Sborník prací Hydrometeorologického ústavu ČSSR*, 2: 1–116. Praha.
- Novotný V., Hladeček F. (2004): *Povodeň v Berouně v srpnu 2002 a město rok poté*. – Vydalo Město Beroun, tisk JPM Tisk: 1–96. Praha.
- Píček T., Havlík A. (2005): Vliv mostovky na průběh hladiny za povodní. – *Vodní toky 2005, Odborná konference s mezinárodní účastí, 29.–30.11. 2005 Hradec Králové, Sborník z konference*: 86–90. Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s. Praha.
- Podzimek J. (1980): *Povodí Berounky*. – Povodí Vltavy: 1–167. Praha.
- Souček B., Vorel Č., Rón J. (1927): Podélný profil Berounky od soutoku Mže a Radbuzy až k ústí. – *Katastr vodstva republiky československé, druhý díl: Podélné profily, sešit 2, Státní ústav hydrologický*, Praha.
- Topinka J. (2002): Regulace řek na Berounsku. – *Minulosti Berounska, Sborník Státního okresního archivu v Berouně*, 5: 173–192. Beroun.
- Žák K., Táborský Z., Kadlec J., Cílek V. (2004a): *Jeskynní sedimenty a vývoj krasových jevů v údolí řeky Berounky v Českém krasu*. – Závěrečná zpráva a dokumentace provedených prací projektu Grantové agentury ČR č. 205/02/0449. Archiv České geologické služby. Praha.
- Žák K., Vysoká H., Bruthans J., Hlaváč J. (2004b): Hydrogeologie krasového systému Pramen pod Domášovem - Tetínský vývěr: nová pozorování a data. – *Český kras*, XXX: 45–50. Beroun.
- sine (1872): *Zhoubná povodeň v Čechách dne 25. a 26. května roku 1872*. – Vydáno i tištěno nákladem dra. F. Skrejšovského: 1–142. Praha. (viz též Světozor ze 14.6. 1872).