EXTREMITA ODTOKU V PRAMENNÉ OBLASTI OTAVY (ŘEŠENÍ NEGATIVNÍCH DOPADŮ KLIMATICKÉ ZMĚNY)

Jan Kocum[1], Bohumír Janský[1], Jakub Čurda[1], Julius Česák[1]

Abstrakt

Příspěvek shrnuje poznatky o odtokovém režimu v povodí horní Otavy (jz. Česko) vč. její zdrojnice Vydry, přičemž zvláštní zřetel je věnován formování a průběhu pozorovaných povodňových situací. Hlavní pozornost je soustředěna na objasnění závislosti dynamiky odtoku na fyzicko-geografických poměrech povodí jednotlivých toků. Zvláštní důraz je v tomto ohledu kladen na posouzení hydrologické funkce rašelinišť. Výzkum je založen na analýze dlouhodobých časových řad Českého hydrometeorologického ústavu a dat získaných více než tříletým monitoringem, který je v zájmové oblasti prováděn Katedrou fyzické geografie a geoekologie PřF UK v Praze.

Klíčová slova: odtokový režim, Otava, extremita odtoku, povodeň, hydrologická funkce rašelinišť

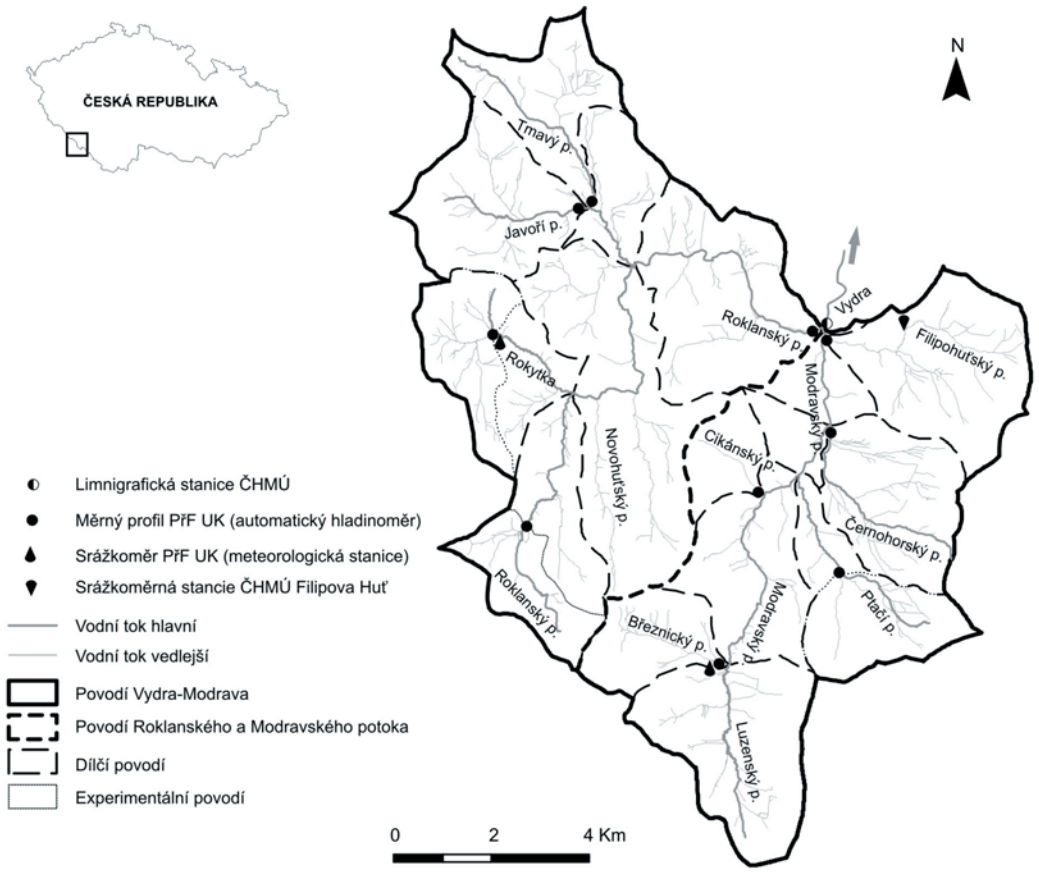
1. Úvod

Zvyšující se frekvence bleskových povodní a extrémně suchých období v posledních letech má za následek naléhavou potřebu řešení širokého komplexu otázek protipovodňové ochrany a opatření ke zvýšení vodnosti v periodách sucha. Vyrovnávání odtoku souvisí s využitím netradičních postupů jakožto vhodných doplňků klasických inženýrských metod. Postupné zvyšování retenční kapacity pramenných oblastí vodních toků by mělo být součástí těchto opatření vzhledem k faktu, že tato území reprezentují zdrojové oblasti formování extrémních odtokových epizod.

Pro pochopení a objasnění procesu tvorby odtoku a míry účinku jednotlivých fyzicko-geografických faktorů na jeho dynamiku v pramenné oblasti Otavy (jz. Česko) bylo v roce 2005 ve vybraných dílčích povodích započato s detailní analýzou jejího odtokového režimu na základě sítě automatických hydrologických a klimatických stanic s telemetrickým přenosem dat. Pro zvýšení retenčního potenciálu zdrojových částí povodí Otavy bylo třeba podrobně analyzovat vliv fyzicko-geografických charakteristik jednotlivých povodí na formování odtoku vč. posouzení hydrologické funkce zdejších horských vrchovišť [2]. Vhodné podmínky pro realizaci tohoto výzkumu poskytuje zejména povodí Vydry, které reprezentuje oblast s častým výskytem povodňových událostí a vysokou mírou heterogenity ve smyslu fyzicko-geografických aspektů [3]. Jednotlivé režimové analýzy a studium tvorby odtoku ve vybraných experimentálních povodích byly prováděny s využitím moderních metodických přístupů vč. geostatistických metod a bilančních analýz iontů, uhlíku a izotopů kyslíku. Dílčí řešené úkoly jsou klíčové pro korektní posouzení retenčního potenciálu jednotlivých modelových povodí, a to především v periodách vysokých či nízkých vodností. Geochemický přístup a izotopová hydrologie poskytla zajímavé výsledky z hlediska málo prostudované hydrologické funkce rašelinišť. Vzhledem k nedostatečné přesnosti odhadu množství vody akumulované ve sněhové pokrývce na základě nereprezentativnosti dat ze staničních měření byla vytvořena metodika jejího monitoringu s přihlédnutím k zásadním faktorům ovlivňujícím její charakter. Optimalizace této metodiky by měla významně napomoci zpřesnění odhadu zásob vody ve sněhu a zdokonalení předpovědi jarního odtoku [4]. Pedologický průzkum jednotlivých půdních typů a druhů vyskytujících se v zájmové oblasti byl uskutečněn pro potřeby precizace určení jejich vodní kapacity [5]. Pro zvýšení retenčního potenciálu pramenných oblastí českých toků je třeba uvážit rovněž možnou obnovu někdejších akumulačních nádrží využívaných v minulosti pro plavení dřeva a využití potenciálních

retenčních prostor vázaných na vhodnou konfiguraci zdejšího reliéfu. Systém těchto malých retenčních nádrží (podobných suchým poldrům s dočasným zadržením vody) by mohl fungovat jako alternativa a doplněk větších vodních nádrží. Moderní přístroje a metody jsou schopny zhodnotit efektivnost takového systému.

Získané poznatky mohou významnou měrou přispět k pochopení povodňového mechanismu v pramenné oblasti Otavy. Svou roli mohou sehrát při návrhu a případné budoucí realizaci konkrétních opatření protipovodňové ochrany, souvisejících se zvyšováním retenční schopnosti zdejší krajiny. Výsledky práce mohou rovněž napomoci při budoucí implementaci vybraných profilů PřF UK v rámci varovného protipovodňového systému v povodí Otavy.



Obr. 1: Lokalizace zájmového území povodí Vydry se státními profily ČHMÚ a experimentálních povodí s instalovanými automatickými zařízeními pro monitoring hydroklimatických jevů a fyzikálně-chemických parametrů (závěrový profil Vydra-Modrava).

2. Materiál a metody

Povodí Vydry se svými dvěma zdrojnicemi, Roklanským a Modravským potokem, reprezentuje území s častým výskytem povodňových událostí a vysokou mírou heterogenity ve smyslu fyzicko-geografických aspektů. Sledované území je situováno v centrální části Šumavy v oblasti tzv. Modravských plání. Z hydrologického hlediska je v širším pohledu součástí pramenné oblasti Otavy. Zájmová oblast o celkové výměře 89,675 km^2 je vymezena rozvodnicemi výše zmíněných povodí a jejím závěrovým profilem je limnigrafická stanice ČHMÚ Vydra-Modrava (1-08-01-013; data ČHMÚ) situovaná přibližně 100 m pod soutokem těchto dvou zdrojnicových toků (viz Obr. 1).

2.1 Datové zdroje

K základní analýze charakteru odtokového režimu a vlastností povodňového mechanismu v povodí horní Otavy vč. Vydry bylo využito datové řady průměrných denních průtoků ze státního profilu ČHMÚ Vydra-Modrava v období 1. 11. 1930 - 31. 10. 2009. Pro určení vzájemné komparace dat z profilu ČHMÚ a vlastních stanic při vybraných extrémních odtokových situacích byla využita data o průměrných hodinových průtocích během vytipovaných epizod v hydrologickém roce 2007, 2008 a 2009. U stejných epizod byla analyzována data o hodinových úhrnech srážek a pro určení sněhových poměrů a indexu UPS data o výšce sněhové pokrývky, vodní hodnotě sněhu a denním úhrnu srážek ve stanici Filipova Huť.

Dílčí statistické analýzy odtoku vč. detailního hodnocení extrémních epizod ve vybraných sub-povodích v rámci zájmového území byly provedeny s využitím vlastních dat z automatických ultrazvukových a tlakových hladinoměrných zařízení (viz kap. 2.2.1), která byla v povodí horní Otavy v posledních čtyřech letech postupně nainstalována. Jedná se o řady okamžitých desetiminutových průtoků, které byly statisticky zpracovány dle ČSN pro další analýzy.

2.2 Použité metody

2.2.1 Monitoring hydro-meteorologických jevů

Za účelem pochopení a objasnění procesu formování odtoku v povodí horní Otavy byla v zájmové oblasti od roku 2006 postupně vybudována vlastní monitorovací síť šestnácti automatických stanic, které umožňují kontinuální sledování odtoku vč. průběhu povodňových vln a minimálních průtoků při konkrétních příčinných hydrometeorologických situacích. Vzhledem k faktické absenci stanic ČHMÚ v nejexponovanějších částech zájmovém území, které jsou klíčové pro formování odtoku, nebyla dosud k dispozici relevantní data o míře vodnosti jednotlivých zdrojnic. Monitoring vodního stavu, resp. průtoku, je založen na systému automatických měřících zařízení od firmy Fiedler-Mágr. Sestava je složena z řídící a registrační jednotky typu M4016 a čidla pracujícího na principu ultrazvuku či hydrostatického tlaku. Kromě toho lze k jednotce připojit další měřící kanály pro monitoring fyzikálně-chemických parametrů povrchových vod. Většina přístrojů je doplněna o GSM modul pro telemetrický přenos dat sítí GPRS na internetový server. Automatický transfer dat na server umožňuje operativní prohlížení, editaci a konfiguraci měřených hodnot i parametrů včetně operativního řešení nastalé extrémní hydrologické situace a kontroly funkčnosti celých měřících sestav. Odesílání dat probíhá v pravidelném intervalu nebo při dosažení limitních či strmostních (gradientních) hodnot. Síť stanic je možno použít i jako varovný systém zasíláním až 30 nastavitelných SMS pro každý záznamový kanál nezávisle na ostatních. Přístroje provádí kontinuální měření v intervalu 10 minut s přesností na 1 mm [1]. Vybrané stanice byly dále doplněny přístrojovým vybavením pro sledování meteorologických prvků. Tyto stanice tak vhodně doplňují nedostatečné pokrytí zájmového území klimatickými stanicemi v rámci sítě ČHMÚ. V lokalitě Březník (viz Obr. 1) byla nainstalována kompletní meteorologická stanice, v oblasti Rokyteckých slatí člunkový srážkoměr SR03. Data z těchto stanic výrazně přispěla k detailní analýze srážko-odtokových vztahů v rozdílných typech povodí.

Pro korektní převedení dat o vodním stavu na odpovídající průtok v jednotlivých profilech v rámci vlastní monitorovací sítě byla v zájmovém území od konce roku 2005 pravidelně prováděna hydrometrická měření. Hlavním záměrem tohoto monitoringu bylo sestavení konzumpčních křivek, které by v kombinaci s prováděným kontinuálním sledováním vodního stavu utvořily základní představu o chodu, charakteru a plošném rozložení odtoku v povodí. Celkem bylo v povodí horní Otavy doposud provedeno téměř 300 hydrometrických měření.

2.2.2 Kritéria pro hodnocení povodňových epizod

Jako hlavní kritérium pro výběr hydrologických epizod označených za povodňovou událost byl zvolen průtok, který na Vydře v profilu Modrava dosáhl v kulminaci úrovně 1letého průtoku (Q_1= 29 $m^3.s^{-1}$; údaj ČHMÚ). Výběr probíhal za použití řady průtoků v profilu Vydra-Modrava (suma průtoků Roklanského a Modravského potoka; vlastní data) v období 1. 11. 2006 - 16. 7. 2009. V případě vícevrcholových vln byly za samostatné povodně považovány ty, jejichž kulminace byly od sebe vzdáleny alespoň 3 dny, během nichž okamžitý průtok poklesl na polovinu kulminačního průtoku první vlny. Vzhledem k tomu, že uvedené parametry splnily ve sledovaném období pouze 3 epizody (7. 12. 2007, 1. 3. 2008, 18. 4. 2009), byla do hodnocení zařazena i další epizoda z roku 2009, která sice úrovně 1letého průtoku na Vydře nedosáhla, významně se však projevila na ostatních tocích horní Otavy a její popis by vzhledem k získaným datům mohl pomoci objasnit některé specifické prvky povodňového mechanismu zájmového území.

K identifikaci jednotlivých dnů povodně byl využit způsob, kdy se den výskytu kulminace nazývá jako DD, dny, které mu předcházely, jsou D-1, D-2..., D-8, a dny, které následovaly, D+1, D+2..., D+5. Hodnocení bylo vždy v hodinovém kroku podrobeno období D-8 až D+5. Ke kategorizaci odtokových epizod byla použita metodika Vlasáka [6].

2.2.3 Postup hodnocení extremity odtoku

U každé z uvedených povodňových situací byla věnována pozornost popisu konkrétní hydrometeorologické příčinné situace, předchozímu nasycení povodí, popř. aktuálnímu stavu sněhové pokrývky. Klíčový byl pak popis hydrologické situace a její kategorizace dle metodiky ČHMÚ. Ve vybraném případě byl popis doplněn korelační analýzou variability a extremity odtoku ve vztahu k fyzicko-geografickému prostředí. Pro posouzení variability odtoku se zvláštním zřetelem na zhodnocení míry extremity při vzestupu povodňové vlny byla pro tento případ využita metoda spočívající ve vzájemném srovnání variability průtoků (vyjádřených variačním koeficientem) v období před vzestupem povodňové vlny (Cv1) a v průběhu povodně (Cv2). Hodnoty variačního koeficientu (Cv2) tedy vyjadřují míru variability povodňových průtoků od jejich normálního průběhu, který by byl teoreticky dosažen bez povodňového případu. Vzájemné porovnání takto získaných variačních koeficientů poskytuje korektní představu o míře extremity povodňové vlny jednotlivých toků ve vztahu k jejich průměrnému průtoku před nástupem povodně. Pro kontrolu a eliminaci možného zkreslení hodnot variačního koeficientu v závislosti na době trvání kulminačního průtoku a délce vlny na jednotlivých tocích byla následně použita metoda spočívající ve vyjádření hodnoty vzájemného podílu maximální dosažené hodnoty desetiminutového průtoku v období D-1 až DD (označena KP) a průměrného průtoku v období před vzestupem povodňové vlny (označován jako PP). Takto získaná hodnota je označována jako index extremity kulminačního průtoku I_{EKP} (I_{EKP} = KP / PP). K odhalení vazeb mezi vypočtenými ukazateli variability a vybranými fyzicko-geografickými parametry jednotlivých povodí byla využita korelační analýza. Stanovené hypotézy byly posléze testovány jednovýběrovým t-testem.

3. Výsledky

3.1 Analýza odtokového režimu

Režim odtoku v povodí Vydry má mírně nevyrovnaný chod způsobený zejména významným zvýšením vodnosti v období jarního tání sněhové pokrývky (Obr. 2). Během tohoto období vykazují výraznou rozkolísanost průtoky nejen v měsíčním a denním chodu, velmi variabilní je jejich velikost zejména v hodinovém chodu. Např. během procesu tání sněhu na jaře 2009 kolísaly průměrné hodinové průtoky Vydry v profilu na Modravě v průběhu jediného dne i v rozmezí 6 $m^3.s^{-1}$, tedy v hodnotách téměř dvojnásobně přesahujících hodnotu dlouhodobého průměrného průtoku. Denní maxima průtoku, která nastávají v tomto období nejčastěji kolem 21:00-22:00, se přitom významně zpožďují za denními maximy teploty, jež vrcholí kolem 13:00-14:00. V režimu ročních průtoků je možné sledovat jistou periodicitu v opakování mimořádně vodných roků, zejména pak v období od počátku 80. let 20. století. Na základě

analýzy dlouhodobé řady ročních průtoků lze konstatovat, že se zde výskyt mimořádně vodného roku (dle klasifikace pravděpodobnosti překročení p%) opakuje v průměru jednou za 7 let. Míra vodnosti daného roku je v případě Vydry nejčastěji ovlivněna množstvím akumulované sněhové pokrývky během zimního období, která při jarním tání dosaženými průtoky určuje charakter vodnosti daného roku [2].

V rámci popisu odtokových poměrů v dílčích povodích bylo zjištěno, že nejvyšší rozkolísanost z hlediska odtoku vykazovaly ve sledovaném období Březnický potok a Rokytka (Obr. 2). Březnický potok odvodňuje oblast, kterou nejvíce zasáhla kůrovcová kalamita. Povodí Rokytky je pak význačné zejména vysokým podílem ploch horských vrchovišť. Naopak velmi nízkou rozkolísanost vykazovaly potoky Černohorský a Cikánský. Oba tyto toky se vyznačují značným podílem plochy rašelinišť a především vysokou mírou lesnatosti. V obou povodích byla v nedávné době provedena revitalizace horských vrchovišť, kterou realizoval NP Šumava. Tyto revitalizace spočívají v hrazení původních meliorační kanálů systémem dřevěných hrází. Významné rozdíly ve variabilitě odtoku těchto dvou toků vede k hypotéze, že uvedené revitalizační úpravy mohou stabilizovat chod průtoků z hlediska jejich ročního průběhu a pozitivně ovlivňují odtok během průměrně vodných období.

3.2 Hodnocení extremity povodní

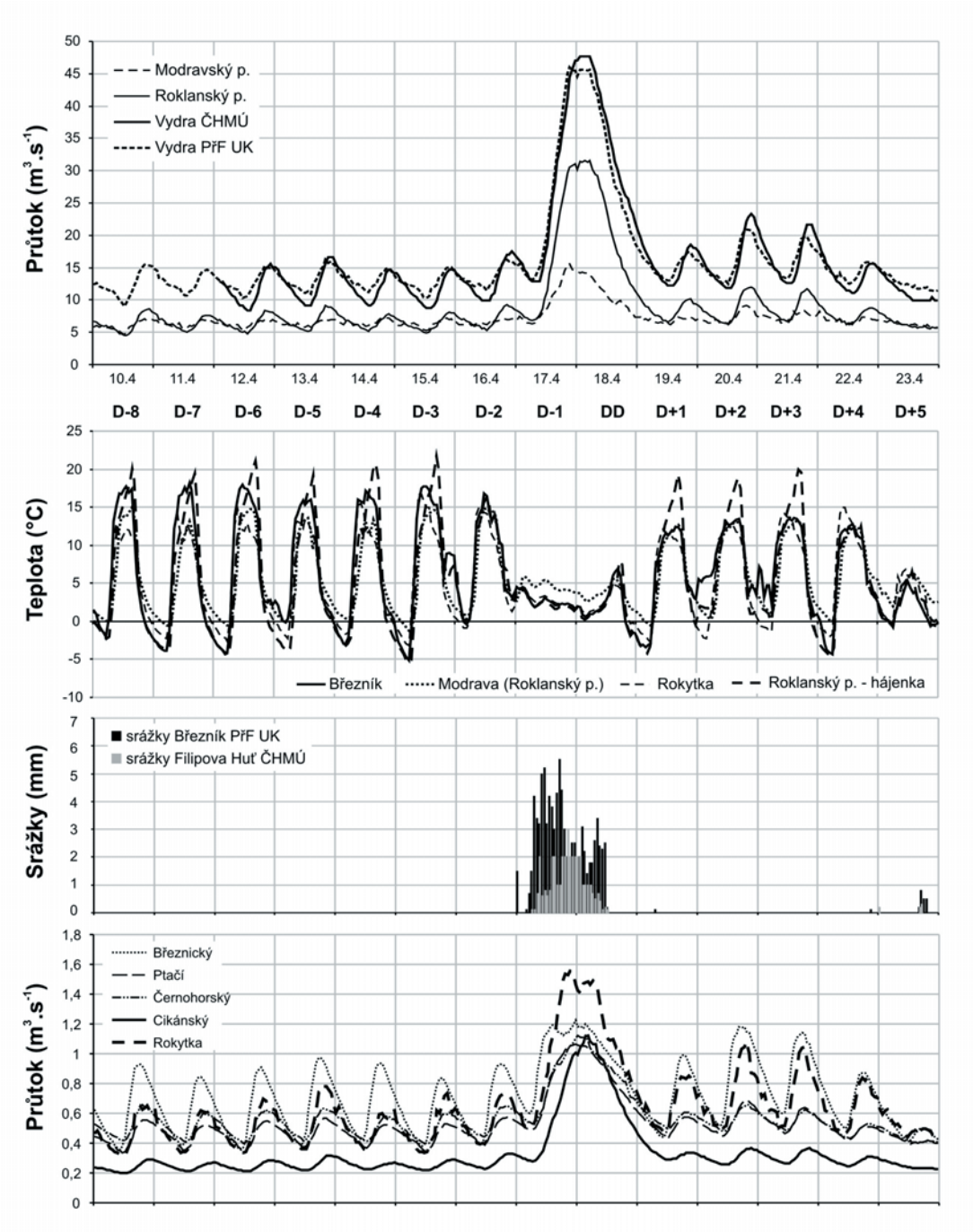
Závislost extremity povodně na specifických fyzicko-geografických podmínkách jednotlivých povodí byla testována na případové studii povodně ze dne 18. 4. 2009. Tato povodeň vytvořila velmi vhodné podmínky pro posouzení chování odtoku jednotlivých toků v zájmové oblasti v reakci na příčinnou situaci. Pomocí popsané metodiky (viz kap. 2.2.3) byla určena míra extremity povodně ve vybraných profilech jednotlivých toků (Tab. 1 a 2). Ta byla, společně s vyjádřenými fyzicko-geografickými parametry území, základem pro korelační analýzu. Potvrzena byla velmi silná závislost extremity povodně na podílu plochy rašelinišť v povodí. Výraznou extremitu vykazovaly při této povodni zejména Cikánský potok a Rokytka. Povodí obou těchto toků jsou význačná vysokým podílem ploch horských vrchovišť. Cikánský potok však, na rozdíl od Rokytky, vykazoval ze všech sledovaných toků vůbec nejnižší rozkolísanost průtoků v době před vznikem povodně. Nabízí se tedy hypotéza, že významný vliv na průběh povodně na tomto toku má již zmíněná revitalizace. Tyto revitalizační úpravy tedy pravděpodobně stabilizují rozkolísanost průtoku v období průměrné vodnosti. Statistické výstupy ale poukazují rovněž na fakt, že při povodňových událostech ovlivňují tato opatření odtokové poměry negativně, tzn. že dokážou vyrovnávat průtoky pouze do určité úrovně extremity, resp. N-letosti. Tyto závěry jsou však formulovány pouze na základě rozboru několika konkrétních událostí a vyžadují podporu analýzy dalších epizod. Výše zmíněné hypotéze však nahrává i průběh průtoku před a během hydrologické události z června a července 2009 na dalším revitalizovaném toku, Černohorském potoce.

Tab. 1: Vypočtené hodnoty ukazatelů variability v období 10. 4. - 18. 4. 2009 ve vybraných experimentálních profilech.

Tok	Cv1	Cv2	PP	KP	I_{EKP}
	Variabilita D-8 až D-2 (10.4.-16.4.)	Variabilita D-1 až DD (17-18.4.)	Průměrný průtok D-8 až D-2 ($m^3.s^{-1}$)	Maximální dosažený průtok D-1 až DD ($m^3.s^{-1}$)	KP/PP
Březnický p.	0,29	0,31	0,637	1,243	2,0
Ptačí p.	0,14	0,43	0,459	1,072	2,3
Černohorský p.	0,14	0,36	0,516	1,278	2,5
Cikánský p.	0,12	1,12	0,251	1,168	4,7
Rokytka	0,25	0,69	0,505	1,607	3,2

Tab. 2: Hodnoty výsledných korelačních koeficientů pro vybrané fyzicko-geografické parametry.

Ukazatel extremity	Podíl rašelinišť (%)	Lesnatost podíl %	Charakteristika povodí (α)	Plocha povodí (km^2)	Délka toku (km)	Střední sklon toku (‰)	Průměrný sklon svahů povodí (stupně)	Hustota (km/km^2)
Cv1	-0,150	-0,756	-0,461	-0,100	-0,250	0,178	0,189	0,265
Cv2	0,962	0,655	0,904	-0,690	-0,591	-0,842	-0,602	-0,692
I_{EKP}	0,943	0,748	0,862	-0,596	-0,482	-0,828	-0,658	-0,630



Obr. 2: Chod průměrných hodinových průtoků, teploty vzduchu a srážkových úhrnů v období 10. - 23. 4.2008 ve vybraných profilech (zdroj: vlastní data 1. 11. 2008 - 16. 7. 2009).

4. Závěry

Tento příspěvek přináší a shrnuje původní analýzy a poznatky o odtokovém režimu jednotlivých toků v povodí Vydry, se zvláštním zřetelem na formování a průběh povodňových situací. Pozornost je soustředěna především na nalezení souvislostí v ovlivnění extremity povodňového průtoku v závislosti na fyzicko-geografickém prostředí v povodí jednotlivých toků. Zvláštní důraz je v tomto ohledu kladen na posouzení hydrologické funkci horských vrchovišť. Práce vychází z dat získaných více než tříletým monitoringem, který je v této oblasti realizován v rámci projektů zabývajících se využitím retenčního potenciálu pramenných oblastí v protipovodňové ochraně.

Provedené analýzy potvrdily značnou vzájemnou korelaci extremity povodňových průtoků a podílu plochy rašelinišť v povodí. Zvlášť významná je pak zvýšená extremita povodní u toků, které prošly revitalizačními opatřeními. Ty spočívají v hrazení původních melioračních kanálů, které vrchovištní komplexy odvodňují. Tyto úpravy tak dle stanovených hypotéz do jisté míry stabilizují rozkolísanost odtoku z hlediska jeho ročního průběhu a vykazují vyrovnávací účinek v období průměrných vodností. Zjištěné poznatky ale rovněž poukazují na fakt, že při povodňových událostech představují revitalizační opatření ve většině povodí z hlediska ovlivnění odtoku negativní jev. Jejich existence v povodí a korytě toku dokáže vyrovnávat průtoky pouze do určité úrovně extremity, resp. N-letosti. Jakmile je určitá úroveň vodního stavu, resp. průtoku, překročena, dochází ve většině případů naopak ke zvýšení odtokové extremity.

Původní výsledky příspěvku představují cenná vstupní data pro následné matematické modelování odtoku v konkrétním území povodí horní Otavy. Mohou též výrazně přispět k pochopení srážko-odtokových vztahů v povodí, jež je možno využít pro precizaci hydrologických předpovědí. Využití těchto poznatků by mohlo napomoci i při budoucí implementaci vybraných profilů PřF v rámci varovného protipovodňového systému ČHMÚ v povodí Otavy. Zájmová oblast poskytuje optimální podmínky pro realizaci rozličných opatření ke zvýšení retenčního potenciálu, ať už se bude jednat o plošná opatření v povodí, tak o využití potenciálních přirozených i antropogenně vytvořených prostorů k zadržení vody. Implementace těchto nenásilných opatření realizovaných v pramenných oblastech by mohla v budoucnu přispívat nejen k redukci kulminačních průtoků během povodňových událostí, ale rovněž k zadržení dostatečného množství vody pro eventuální suché epizody.

Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu 2010- 261 201, projektu GA UK 2371/2007 „Retence vody v pramenných oblastech řek jako nástroj integrované protipovodňové ochrany a řešení problému sucha“, Výzkumného záměru MSM 0021620831 “Geografické systémy a rizikové procesy v kontextu globálních změn a evropské integrace“ a projektu VaV SM/2/57/05 „Dlouhodobé změny poříčních ekosystémů v nivách toků postižených extrémními záplavami“.

Literatura

[1] ČESÁK, J. – KOCUM, J. – KLIMENT, Z. – JENÍČEK, M., 2008. Monitoring odtokového režimu v pramenných oblastech toků. In: Langhammer, J. (Ed.). *Změny v krajině a povodňové riziko. Sborník příspěvků semináře Povodně a změny v krajině*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, s. 80-85.

[2] JANSKÝ, B. – KOCUM, J., 2008. Peat bogs influence on runoff process: case study of the Vydra and Křemelná River basins in the Šumava Mountains, southwestern Czechia. Geografie - Sborník ČGS, roč. 113, č. 4. Praha, s. 383-399. ISSN 1212-0014.

[3] KOCUM, J. – JANSKÝ, B., 2009. Retence vody v pramenných oblastech Vydry a Křemelné – případová studie povodí Rokytky. In: Černý, D. – Dvořák, L. (Eds.). *Weitfällerské slatě. Sborník referátů ze semináře 21. 1. 2009*. Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava, s. 26-48. ISBN 978-80-87257-00-5, ISSN 1803-4470.

[4] KOCUM, J. – JELÍNEK, J. – JENÍČEK, M., 2009. Monitoring sněhové pokrývky a vyhodnocení sněhových zásob na Šumavě a v Krušných horách. In: Hanková, R. – Klose, Z. – Pavlásek, J. (Eds.). *XIV. Medzinárodné stretnutie snehárov. Sborník příspěvků ze semináře 18. - 20. 3. 2009*. Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 105-113. ISBN 978-80-213-2027-7.

[5] ŠEFRNA, L., 2004. Pedologická charakteristika povodí Otavy ve vztahu k povodním. In: *Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Sborník příspěvků semináře grantu GAČR 205/Z052/03* [online]. [cit. 2009-07-08], s. 196-212. <http://hydro.natur.cuni.cz/zmeny_povodni/html/cd_obsah.html>

[6] VLASÁK, T., 2008. Návrh databanky povodní Otavy a její využití v protipovodňové ochraně. [Disertační práce]. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 144 s.

Kontakty na autora

1 Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, e-mail: kocum1@natur.cuni.cz, jansky.b@seznam.cz, kubik.curda@seznam.cz, julekc@natur.cuni.cz