



MASARYKOVA UNIVERZITA



Přírodovědecká fakulta

Jiří SKLENÁŘ

**ANALÝZA POVODNÍ V POVODÍ SVRATKY
NAD BRNĚNSKOU PŘEHRADOU**

**Autoreferát
disertační práce**

Brno, 2013

OBSAH

ABSTRACT.....	3
1 PŘEHLED O DOSAVADNÍM STAVU STUDOVANÉ PROBLEMATIKY	4
2 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE.....	9
3 POUŽITÁ DATA A METODY ZPRACOVÁNÍ.....	10
4 HLAVNÍ DOSAŽENÉ VÝSLEDKY.....	12
5 ZÁVĚR.....	22
6 SEZNAM CITOVANÉ LITERATURY.....	24
7 PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA.....	29

ABSTRACT

Analysis of Floods in the Catchment of the Svatka River upstream from the Brno Reservoir

Floods are extreme hydrological events which already affected mankind in the time of ancient civilizations. Also at the present time, people are forced to cope with the impacts of floods, and not only in the Czech Republic. Although there are numerous studies dealing with floods in the Czech Republic, for some sections of watercourses in Moravia (on the Svatka River, among others), detailed analyses of historical and recent floods have not been conducted or are completely missing.

In this thesis, a comprehensive temporal-spatial analysis of floods was performed for the catchment of the Svatka River upstream from the Brno Reservoir in the period of the systematic hydrological observation. The analysis of floods was conducted for the study area of 1,480.55 km², whose concluding cross-section is the water-gauge station Veverská Bítýška. The hydrometeorological data obtained from ten water-gauge stations (for the period before discharges started to be evaluated: maximal annual water stages; for the period after discharges started to be assessed: maximal annual discharges and all flood events with peak discharges $Q_k \geq Q_2$, where Q_2 is the two-year maximum peak discharge) and from ten meteorological stations (mean daily air temperature, daily precipitation totals and alternatively, depth of the snow cover were used.

In the introductory chapters of the thesis, floods are mentioned in a broad context as part of natural extremes, previous general findings on floods are presented and attention is paid to the physical-geographical conditions of the study area.

Based on archival documents, history of hydrological observations (which started with water-gauge measurements at Veverská Bítýška in 1895) was compiled at analysed stations. The longest continuous series of evaluated discharges were available for the water-gauge stations of Borovnice and Vír (1925–2011). The time variability of runoff regime was presented and the variation of the maximum annual discharges series was studied.

For all water-gauge stations, analyses of peak discharges with a return period equal to or higher than two years were provided. The flood regime was evaluated in terms of the frequency of floods, their seasonality and extremity expressed by their N-year return period. The seasonality of floods was assessed with respect to their occurrence during the winter (November–April) and summer (May–October) hydrological half-years and with respect to the occurrence of floods in particular months of the year. The highest flood frequencies and their highest extremity were recorded in 1931–1950. As for the frequency of floods and their extremity within the whole study period 1925–2011, a decreasing linear trend was shown. Winter floods dominated over summer floods at the majority of stations. Furtheron, this thesis presents a hydrometeorological analysis of

selected important floods. The analysis includes meteorological causes of flooding and the course of floods. The hydrogram with selected parameters of a flood wave is given.

Using the data from the water-gauge stations at Borovnice and Vír, maximum annual and flood discharges on the upper Svatka River from 1925 to 2010 as well as their anthropogenic influence after the construction of the reservoirs known as Vír I and Vír II are studied in the thesis. The homogeneity of maximum annual discharges was tested and in concordance with the results obtained, two periods were applied for subsequent analyses (1925–1953 as unaffected and 1954–2011 as affected by the construction of the Vír Reservoir); both periods were compared. The anthropogenic influence on discharges caused by the Vír Reservoir is evident, in particular, in the disruption of the homogeneity of observations, reductions in the frequency and extremity of floods, decreasing in the variability and values of maximum annual discharges, and delay in their culminations. The construction of the reservoir provides a unique example of modification of a natural hydrological regime that facilitates the quantification of an anthropogenic influence.

Key words: flood, maximum annual discharge, peak discharge, frequency, seasonality, extremity, hydrometeorological analysis, anthropogenic influence, Svatka River, Vír Reservoir

1 PŘEHLED O DOSAVADNÍM STAVU STUDOVANÉ PROBLEMATIKY

O problematice povodní existuje četná odborná literatura česká i zahraniční. O povodních jako o přírodních katastrofách pojednávají např. Kukul (1983), Plecháč (1989), Patera (2000), Smith (2004), Bryant, ed. (2005); Munich, Re (2005). Ze zahraničních autorů dále publikovali o povodních Engel, ed. (1996); O'Connor a Costa (2004); Wüllner a Vogelbacher, eds. (2004); Münchener Rück (2005). Ze slovenské literatury je možno uvést práce např. Horváthové (2003), Solína (2008) a Pekárové (2010).

Velký počet prací analyzuje příčinné srážky jako hlavní faktor vzniku povodní, např. Mrkvica et al. (1998); Kakos, Strachota (1974), některé studie uvádějí i synoptické příčiny povodní. Např. Štekl et al. (2001) se zabývali extrémními denními srážkami nad 150 mm na území České republiky v období 1879–2000 a jejich synoptickými příčinami. Brázdil et al. (2005) pojednávají o absolutních denních maximech srážek a o N-letosti maximálních jednodenních až sedmidenních úhrnů srážek na území České republiky. V rozsáhlém díle Tolasze et al. (2007) je věnována pozornost maximálním úhrnům srážek za období 1961–2000. Extrémní srážky jsou v této publikaci charakterizovány průměrnými ročními a měsíčními maximy jednodenních, dvoudenních a třídenních úhrnů, dále je pojednáno o absolutních maximech, extremitě a intenzitách srážek. Kakos (1983) předložil komplexní hydrometeorologickou analýzu povodní v Praze na Vltavě za období 1873–1982.

Studiem velkých vod se zabývali např. Dub (1957) a Čermák (1962). Dub (1957) se věnoval maximálním průtokům včetně jejich výpočtů podle vzorců. Výpočty maximálních průtoků podle různých vzorců se zabývali Hlubocký (1977), Čerkašin (1964), Čermák (1968), Sochorec (1971). Opakování velkých vod je v hydrologii velmi důležitým tématem. V českých zemích se jako první zabýval touto problematikou Bratránek (1934). Ačkoliv jsou po ČHMÚ nejvíce požadovány informace o maximálních průtocích v malých povodích, nebývá v těchto povodích dostatek přímých údajů (viz např. Krška, Vlasák, 2008). Podle Šercla (2009) vydává ČHMÚ na území ČR ročně v průměru až 3 500 hydrologických posudků, přičemž přes 95 % případů připadá na místa hydrologicky nepozorovaná. Údaje o N-letých průtocích se v odborných posudcích vztahují většinou pro povodí do 5 km². Proto uživatelé přistupovali k výpočtům podle empirických vzorců navržených domácími i zahraničními odborníky. Vhodnost takových vzorců pro československé poměry je posouzena v práci Čermáka (1962). Na základě charakteristických dat 35 stanic s měřením po dobu 15 let bylo konstatováno, že pro výpočet maximálního průtoku našim poměrům nejvíce vyhovují výsledky vypočtené podle vzorce A. Čerkašina, případně O. Duba, jak uvádějí Krška a Vlasák (2008).

Ve třetím díle Hydrologických poměrů Československé socialistické republiky je uvedena kapitola pojednávající o povodních (Čermák et al., 1970b). V kapitole jsou vyhodnoceny povodňové průtoky pro vodoměrné stanice s nejméně 25 lety pozorování do konce roku 1965. V této studii jsou uvedeny mj. údaje o N-letých povodňových průtocích pro N = 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 let a údaje o hodnotách dosud největších zjištěných průtoků včetně dat výskytu. Jednalo se vesměs o stanice s povodím větším než 100 km². Nejdlejší řadu průtoků vykazoval Děčín na Labi (od roku 1851).

Kříž (1971) podrobně analyzoval kulminační průtoky v povodí Odry. Analýza kulminačních průtoků se zřetelem na četnost výskytu, sezonalitu a extremitu povodní byla zpracována pro povodí horní Dyje (Sklenář, 2007b, 2008a). Opakováním velkých vod v povodí Odry se zabývali Kříž et al. (1964). Předmětem analýz Řehánka (2000b) se staly maximální průtoky v povodí horní Moravy.

Po povodni v červenci 1997 na Moravě a ve Slezsku bylo publikováno velké množství prací zabývajících se povodňovou tematikou (Soukalová et al., 1997; Matějčec, 1998; Matějčec, Hladný, 1999; Dostál et al., 2002a). Vaishar, Munzar, eds. (2000) vyhodnocují následky povodně na přírodu, ekonomiku a společnost. Povodeň v srpnu 2002 komplexně vyhodnocují Hladný a Kašpárek, eds. (2005). Srpnovou povodeň v roce 2002, mj. i v povodí Dyje, analyzovali Šercl et al. (2002).

ČHMÚ vydal publikaci popisující příčiny, průběh a dopady přívalových povodní na území České republiky v červnu a červenci 2009 (Daňhelka, Kubát, eds., 2009) a dále povodní, které se

vyskytly v České republice v květnu, červnu a v srpnu 2010 (Daňhelka et al., eds., 2012). Předpověďmi povodní a odtoku v rámci zabezpečení hlásné a předpovědní služby v České republice, včetně možnosti predikce přívalových povodní, se zabývali Čekal et al. (2011). Možnosti varování před přívalovými povodněmi uvádí publikace Obrusníka, ed. (2011). Povodněmi se zabývá publikace Langhammera, ed. (2007).

O tématu povodní a sucha mj. publikovali Němec a Hladný, eds. (2006). Této problematice se v souvislosti s globální klimatickou změnou obsáhle věnují Němec a Kopp, eds. (2009). Ve starší literatuře je o těchto tématech stručněji pojednáno v části věnované nebezpečným hydrometeorologickým jevům v knize Červeného et al. (1984). Na povodně jako katalyzátor pokroku pohlíží Kubát (2011).

V publikaci Brázdila et al. (2005) jsou analyzovány povodně mj. na vodoměrných profilech Bohumín na Odře a Kroměříž na Moravě. Pro Bohumín na Odře uvádějí 43 případů povodní za období 1896–2003, pro Moravu v Kroměříži 36 případů výskytu povodní, které byly pozorovány v období 1916–2003. Tyto údaje byly získány vyhodnocením řad kulminačních průtoků. Na základě vyhodnocení kulminačních vodních stavů za období 1881–1915 ve vodoměrném profilu Kroměříž na řece Moravě bylo stanoveno 21 výskytů povodní. Dále autoři uvádějí 75 případů historických povodní na řece Moravě do roku 1881 pro celou část toku na území Moravy. Práce Brázdila, Řezníčkové et al. (2011) přináší analýzu kolísání povodní na řece Moravě v období 1691–2009 pro stanice Olomouc, Kroměříž, Spytihněv a Strážnice. Podkladem pro tuto práci byla data z dokumentárních pramenů (1691–1880), zjištěné vodní stavy (1881–1920) a kulminační průtoky (1916–2009).

Munzar a Ondráček (2000) publikovali práci o historických povodních na Moravě v preinstrumentální éře. Kozák et al. (2007) přinášejí mj. informace o historických povodních v českých zemích. Historické povodně studoval též Elleder (2007), který provedl vyhodnocení extrémních povodní na dolní Vltavě. Daňhelka, Elleder et al. (2012) se zabývají příčinami a průběhem vybraných historických povodní v Čechách i na Moravě a historií hydrologické služby na území České republiky. Z dalších prací o historických povodních lze zmínit publikace Brázdila, ed. (2006) a Brázdila et al. (2006a, 2006b).

Broža et al. (2009) se obsáhle věnuje přehradám v České republice. Ačkoliv existují četné práce hodnotící vliv vodních děl zejména na povodně (viz např. vliv vltavské kaskády na povodně v Praze – Kašpárek, Bušek, 1990; vliv velkých údolních nádrží v povodí Labe na snížení povodňových průtoků – Kašpárek et al., eds., 2005), s výjimkou řeky Ostravice (Řehánek, 2000a; Kříž, 2003) víceméně chybí analýzy zabývající se ovlivněním hydrologického režimu pro konkrétní vodní toky v České republice. Kaňok (1997) popisuje antropogenní ovlivnění průtoků v povodí

Odry a mj. uvádí metodu dvojné součtové čáry, hojně používanou v hydrologii (viz též Kříž, Schneider, 1981).

1.1 Dosavadní stav poznání se zřetelem na povodí Svatky

Práce věnující se povodním pouze v povodí Svatky nejsou příliš časté. V mnoha případech jsou povodně na Svatce a související tematika spíše součástí soubornějších studií. Nejstarší dochovaný záznam povodní z Moravy z července 1257 popisuje povodeň z přívalových dešťů v Brně (Brázdil, Kirchner et al., 2007). Ze starších prací o řece Svatce lze uvést hydrografickou studii Naswettera (1923), která obsahuje popis geologických a hydrografických poměrů povodí Svatky včetně popisu povodní. Předmětem studia Lázničky (1942) bylo povodí horní Svatky. V práci lze nalézt i popis hydrografických poměrů horní Svatky. Autor zmiňuje odečty vodního stavu od roku 1896 v Předklášteří a Štěpánově, později i ve Víru a v Borovnici. Autor publikoval údaje o průměrných měsíčních a ročních vodních stavech v Předklášteří z období 1896–1917 pro jednotlivé roky a některé další odtokové charakteristiky. Z pozdější literatury, která obsahuje popis toku řeky Svatky, je možno uvést např. publikace Vlčka et al. (1984) a Štefáčka (2008). V práci Soukala (1947) je věnována pasáž režimu velkých vod v povodí Svatky. Jsou studovány N-leté průtoky, střetávání povodňových vln, kulminační průtoky, padesátileté specifické odtoky q_{50} , postupové doby, trvání jednotlivých průtoků za povodňových vln. V hydrologické studii se Čermák (1950) zabývá říční soustavou Svatky a jejími hydrografickými, srážkovými a odtokovými charakteristikami. Autor analyzuje povodně na Svatce v červnu 1926, srpnu a září 1938 a v březnu 1941. Údaje o N-letých průtocích (mj. i pro šest stanic v povodí Svatky) jsou obsaženy v práci Čermáka (1956), ve které autor analyzoval povodně na Moravě. Zpracoval pozorování z 53 moravských a slezských stanic z povodí o plochách od 4 do 12 tis. km² s délkou měření od 19 do 68 let. Analýza kulminačních průtoků se zřetelem na četnost výskytu, sezonalitu a extremitu povodní byla zpracována pro povodí horní Svatky (Sklenář, 2008b, 2009, 2010a). Maximální roční a kulminační průtoky na horní Svatce v období 1925–2010 analyzovali Sklenář a Brázdil (2012), včetně posouzení vlivu vodní nádrže Vír na povodňový režim Svatky. Práce Dostála (1998) jako jedna z mála obsahuje popis červencové povodně v roce 1997 v povodí Svatky a Svitavy. Zmíněná práce byla publikována ve zvláštním čísle časopisu Veronica (Krajina a povodeň, 1998), který byl z velké části věnován červencovým povodním na Moravě v roce 1997. ČHMÚ provedl vyhodnocení jarní povodně 2006 na území České republiky, ve kterém jsou mj. uvedeny i údaje o kulminačních průtocích pro vodoměrné stanice v povodí Svatky (Vyhodnocení jarní povodně 2006 na území České republiky, 2006). Publikace Matějčeka a Rotscheina, eds. (2006) obsahuje kapitolu věnovanou povodním v povodí Moravy včetně Svatky, stejně jako práce Voda

a katastrofy (2004), která se zabývá problematikou povodní a sucha na území České republiky. Třeštík (2006) zpracoval komplexní hydrometeorologickou analýzu největších povodní na Svatce a Svitavě v 19.–20. století. Povodněmi v povodí Svatky se též zabývala Kašíčková (2008).

Rozsáhlou kapitolu věnovanou povodním na Moravě a ve Slezsku obsahuje publikace Brázdila, Kirchnera et al. (2007). Autoři zpracovali povodně v období systematických hydrologických pozorování na pěti vodoměrných profilech (Strážnice na Moravě, Teplice nad Bečvou na Bečvě, Opava na Opavě, Židlochovice na Svatce a Trávní Dvůr na Dyji). V knize je uvedena analýza kulminačních průtoků z hlediska četnosti výskytu, sezonality a extremity. Pro 41 vybraných vodoměrných stanic jsou podle hodnoty kulminačního průtoku Q_k uvedeny počty povodní s dobou opakování $N = 2, 5, 10, 20, 50$ a 100 let. Jsou studovány vybrané extrémní povodně v 19.–21. století a bleskové povodně ve 20. století. V rámci kapitoly o dopadech přírodních extrémů je pojednáno i o dopadech povodní na Moravě a ve Slezsku. Pro řeku Svatku bylo podle dokumentárních pramenů pro 16.–19. století dokladováno celkem 98 povodní, přičemž jejich počet postupně rostl: pět v 16. století, sedm v 17. století, 18 v 18. století a dokonce 68 v 19. století. Podle dekádoých četností výskytu dominuje třetí dekáda 19. století s 12 registrovanými případy.

Brázdil, Valášek, Soukalová et al. (2010) uceleně zpracovali tematiku historických a novodobých brněnských povodní. Pro povodí Svatky a Svitavy autoři v uvedené publikaci uvádějí faktory ovlivňující odtokový proces a historické změny podmínek odtoku. Dále je provedena analýza povodní v období systematických hydrologických pozorování pro vodoměrné stanice na Svatce (Brno-Pisárky/Poříčí, Veverská Bítýška, Židlochovice) a Svitavě (Bílovice nad Svitavou) včetně hydrometeorologické analýzy významných povodní. Pro společné hodnocení podle průtoků bylo zvoleno období 1921–2007. Publikace se zabývá mj. i historickými povodněmi v Brně, které jsou doloženy v dokumentárních pramenech, a záplavovými územími včetně protipovodňových opatření na území města Brna.

O povodni z přívalových dešťů na Besénku (levostranný přítok Svatky) ze dne 12. července 1922 se dochovaly informace od Naswettera (1923). Povodeň s výskytem ve stejný den zaznamenali např. Kozák et al. (2007), podle kterého při povodni zahynulo pět lidí, byly zničeny silnice a odneseno osm mostů. O významné bleskové povodni, která se vyskytla v povodí Svatky na vodním toku Besének dne 19. června 1986, pojednávají Hrádek a Ondráček (1986). Podle Kozáka et al. (2007) v průběhu odpoledne spadlo v Tišnově celkem 73,3 mm srážek. Povodně si vyžádaly jeden lidský život (Brázdil, Kirchner et al., 2007). Dne 15. července 2002 postihla povodí Hodonínky v povodí Svatky ničivá blesková povodeň, kterou se zabývali Soukalová (2002), Soukalová et al. (2002), Brázdil, Kirchner et al. (2007); Kozák et al. (2007), Peša (2007). Ve

srážkoměrné stanici Olešnice byla zaznamenána přívalová srážka 171,7 mm, která vypadla mezi 17.30–19.00 hodin SELČ. Jedná se o nejvyšší denní srážkový úhrn naměřený na území pobočky ČHMÚ Brno od počátku měření. Kulminační průtoky přívalové povodně přesáhly na Hodonínce a jejích přítocích (Veselský, Crhovský a Dvorský potok) dobu opakování 200 let. Při povodňové epizodě zahynuly dvě osoby. V obci Crhov byla z celkového počtu 60 domů poškozena polovina, v Olešnici to bylo 135 domů (Soukalová, 2002). Peša (2007), starosta Olešnice, podrobně popisuje průběh povodně v této obci.

Práce Brázdila et al. (2005) uvádí typy pramenů s informacemi o historických povodních v České republice a popisuje mj. i povodně na Svatce. Autoři se věnují i historii systematických hydrologických pozorování v Čechách a na Moravě. Vývojem hydrologie na Moravě se podrobně zabývali i Krška a Vlasák (2008), podle kterých byly nejdříve budovány stanice v povodí Bečvy a Moravy, teprve v roce 1888 byly na Svatce zřízeny stanice v Brně-Pisárkách a Židlochovicích. V práci je věnována jedna kapitola povodňovým situacím.

2 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavním cílem disertační práce je komplexní časoprostorová analýza povodní jako jednoho z extrémů hydrologického režimu na řece Svatce a jejích významných přítocích v části povodí nad Brněnskou přehradou v období systematických hydrologických měření a studium ovlivnění maximálních ročních a povodňových průtoků výstavbou vodního díla Vír. K dosažení hlavního cíle bylo třeba v průběhu řešení tématu doktorské práce splnit následující dílčí cíle:

- shrnutí dosavadních poznatků o studované problematice povodní a uvedení současného stavu poznání daného tématu se zřetelem na povodí Svatky
- sestavení databáze vybraných hydrometeorologických údajů pro analýzu povodní a volba metod zpracování
- zpracování historie hydrologických měření na analyzovaných vodoměrných stanicích a uvedení informací o současných stanicích včetně poznatků o kolísání odtoku
- analýza povodní s ohledem na jejich četnost výskytu, sezonalitu a extremitu se zahrnutím hydrometeorologické analýzy vybraných významných povodňových situací
- zpracování časoprostorové kvantitativní analýzy maximálních ročních průtoků a povodní na horní Svatce (od pramene pod hráz vodního díla Vír) v období před a po výstavbě vodních děl Vír I a Vír II.

Práce si dále klade za cíl přispět na základě poznatků, analýz a informací získaných v doktorské práci k obohacení a rozvoji příslušného vědního oboru.

3 POUŽITÁ DATA A METODY ZPRACOVÁNÍ

Při zpracovávání disertační práce byly použity údaje o průtocích od počátku jejich vyhodnocování z celkem deseti vodoměrných stanic, z nichž čtyři se nacházejí na Svatce (hlavní tok) a šest na jejích přítocích. Jedná se o následující vodoměrné stanice: Svatka – Borovnice, Svatka – Dalečín, Svatka – Vír, Svatka – Veverská Bítýška, Fryšávka – Kadov, Fryšávka – Jimramov, Bystřice – Domanín, Nedvědička – Rožná, Loučka – Skryje, Loučka – Dolní Loučky.

Nejdelsí průtokové řady mají stanice na Svatce (Borovnice, Vír – obě od kalendářního roku 1925; Veverská Bítýška – 1927) a Dolní Loučky na Loučce (1936), zatímco nejkratší řady se objevují u stanic na Fryšávce (Kadov, Jimramov – obě stanice od roku 1980). Všechny zpracovávané vodoměrné stanice jsou vyznačeny v disertační práci na obr. 1. Vzhledem k nestejně délce řad průtoků se pro vzájemné porovnání stanic používalo společné období pozorování 1980–2011, což bylo následně doplněno o informace a porovnání z celých období měření od počátku vyhodnocování průtoků (kapitoly 5.2 a 5.3). Pro období do zahájení vyčíslování průtoků byly z archivních materiálů ČHMÚ pro vybrané stanice získány údaje o **maximálních ročních vodních stavech** (kapitola 5.3.1).

Na základě údajů ČHMÚ a studia archivních materiálů uvádí kapitola 5.1 informace o analyzovaných vodoměrných stanicích se zaměřením na historii měření vodních stavů. Pro zhodnocení kolísání odtoku (kapitola 5.2) na základě výpočtu základních statistických charakteristik byly z databanky ČHMÚ pro studované stanice vybrány **průměrné měsíční a průměrné roční průtoky**. Pozornost byla věnována mj. relativním podílům průměrných měsíčních průtoků na jejich ročním chodu a ročnímu chodu variačních koeficientů. Podle procent pravděpodobnosti překročení průměrných ročních průtoků byla hodnocena míra vodnosti jednotlivých roků (kapitola 5.2.3) se zřetelem na roky mimořádně vodné a vodné (kapitola 5.2.3.2). Všechny analýzy v disertační práci byly prováděny pro kalendářní roky, nikoliv pro roky hydrologické.

Pro další zpracování byly z databáze vybrány **maximální měsíční a maximální roční průtoky Q_{\max} a dále všechny případy povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$** , kde Q_2 je hodnota dvouletého maximálního průtoků. V rámci zpracování maximálních ročních průtoků (kapitola 5.3.2) bylo provedeno základní statistické zpracování včetně výpočtu lineárního trendu. Stěžejní částí práce je analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ (kapitola 5.3.3), která se týkala kolísání četnosti, sezonality a extremity. Sezonní výskyt povodní a jejich extremity byly hodnoceny i pomocí dekádových četností výskytu. Při hodnocení sezonality byl aplikován ukazatel povodňového režimu (index sezonality). Byla sestavena chronologie povodní pro jednotlivé vodoměrné stanice.

Vybrané povodně s $Q_k \geq Q_2$ byly analyzovány se zřetelem na jejich N-letost, výskyt v zimním (listopad–duben) a v letním (květen–říjen) hydrologickém půlroce a výskyt v jednotlivých měsících roku. U povodňových vln se dvěma vrcholy se sledoval pokles hladiny mezi nimi. Došlo-li k poklesu pod $Q_{0,5}$, byly zaznamenány dvě povodně. V opačném případě se povodeň brala podle data výskytu hlavní kulminace. Při přesahu povodňové vlny z jednoho měsíce do druhého bylo pro přiřazení povodně k jednomu z těchto měsíců rozhodující datum výskytu kulminačního průtoku. Studovalo se také rozložení relativních četností výskytu povodní.

Pro hodnocení meteorologických příčin povodní, které se vyskytly v zimním hydrologickém půlroce, bylo třeba zpracovat data o **průměrné denní teplotě vzduchu, denních úhrnech srážek a případně výšce sněhové pokrývky** z vybraných stanic meteorologické staniční sítě ČHMÚ. Pro dešťové povodně byl z denních úhrnů srážek pro zjištění nasycenosti povodí vypočten index předchozích srážek API_{30} . Průběh příslušných povodní je zobrazen na základě vyčíslení z vodních stavů, které byly převedeny na průtoky. Ve většině případů tomu předcházela digitalizace zvýšených a povodňových vodních stavů z limnigramů uložených v archivu ČHMÚ.

Další analýzy se věnovaly studiu vlivu vodního díla Vír na maximální roční a povodňové průtoky a na změny v ročním režimu průtoků na horní Svatce (kapitola 5.4) za použití početních a statistických metod. K analýze období 1925–2011 byla použita data z vodoměrných stanic Borovnice (nad vodním dílem Vír, neovlivněná) a Vír (pod vodním dílem Vír, ovlivněná) včetně času výskytu jednotlivých kulminací. Je uvedeno porovnání povodňového režimu v těchto dvou stanicích mezi neovlivněnými a ovlivněnými částmi průtokových řad pokud jde o četnost výskytu povodní, jejich sezonalitu, extremitu a rozložení relativních četností výskytu povodní v průběhu roku. Pro stanici Vír byly použity odlišné hodnoty N-letých kulminačních průtoků Q_N zvlášť pro období před výstavbou (1925–1953) a po výstavbě (1954–2011) vodního díla Vír. Homogenita maximálních ročních průtoků byla prověřována pomocí metody dvojné součtové čáry (Kohler 1949). Následně bylo období pozorování rozděleno na neovlivněné (1925–1953) a ovlivněné (1954–2011) a byla testována statistická významnost rozdílů mezi rozptyly (F-test) a průměry (t-test) obou období. Závislost maximálních ročních průtoků mezi stanicemi Borovnice a Vír se hodnotila pomocí korelačních koeficientů v uvedených obdobích. Pro jednotlivé roky byly také počítány rozdíly ve velikosti kulminačních průtoků ΔQ na obou stanicích a časové difference Δt mezi dobou jejich výskytu.

4 Hlavní dosažené výsledky

Kolísání odtoku

Při studiu kolísání odtoku bylo provedeno základní statistické zpracování řad průměrných měsíčních a ročních průtoků. V relativním rozložení průměrného ročního průtoku připadají v letech 1980–2011 s výjimkou Víru maximální měsíční podíly na březen na hlavním toku (od 16,9 % do 18,2 %) i přítocích (od 15,2 % do 21,7 %). Zatímco na hlavním toku se nejmenší průtoky dostávají v části toku pod VD Vír v září (podíly od 4,2 % do 5,1 %), na horní Svratce v říjnu (4,2 %), na Fryšávce nastávají již v srpnu (od 4,7 % do 5,0 %) a na zbývajících stanicích na přítocích v září (od 3,3 % do 3,7 %). V celých obdobích pozorování se minimální měsíční podíly vyskytly oproti období 1980–2011 téměř na všech stanicích v září. Průměrné měsíční průtoky v letech 1980–2011 mají na stanicích na hlavním toku i přítocích na základě rozboru ročního chodu variačních koeficientů největší variabilitu v červenci, zatímco nejméně proměnlivé jsou průtoky v říjnu či březnu. Období 1980–2011 se vyznačuje významnějším zvýšením hodnot variačních koeficientů vůči celým obdobím pozorování zejména v červenci. Při porovnání vybraných statistických charakteristik průměrných ročních průtoků pro léta 1980–2011 a pro celá období pozorování lze zjistit v posledních třech dekádách nárůst dlouhodobého průměrného průtoku Q_a mimo Borovnice na všech stanicích na Svratce, zatímco na přítocích průtoky Q_a v letech 1980–2011 poklesly. Na převážné většině stanic se dostavil pokles hodnot směrodatné odchylky a variačního koeficientu.

Na základě klasifikace míry vodnosti kalendářních roků do pěti kategorií vodnosti (Netopil et al., 1984) vyplynulo, že v rámci období 1980–2011 se na všech stanicích stal mimořádně vodným (MV) rokem rok 1987 (u devíti stanic absolutně nejvodnější rok), u 70 % stanic rok 2010, dále 1997 (60 %) a 2006 (40 %). Vzájemný vztah mezi MV roky a výskytem povodní v těchto rocích uvádí následující zjištěná skutečnost: Ze 30 případů MV roků v období 1980–2011 v deseti stanicích se v těchto rocích v 86,7 % případů vyskytly kulminační průtoky $Q_k \geq Q_2$. Bylo zjištěno časoprostorové rozložení mimořádně vodných (MV) a vodných (V) roků určených od počátku vyhodnocování průtoků ve stanicích, podle kterého lze i přes nepravidelnost změn ročních vodností s jistým zjednodušením konstatovat, že roky s významně většími vodnostmi se vyskytují zhruba po deseti letech s tím, že v padesátých letech 20. století takové období chybělo a naopak ve třicátých a čtyřicátých letech došlo k větší kumulaci těchto roků. Např. rok 1987 byl sice u všech stanic vyhodnocen jako MV, ale absolutně nejvodnější byl pouze u pěti stanic převážně s kratší dobou pozorování. K vůbec nejvodnějším rokům patřil rok 1941 (absolutně nejvodnější rok v kategorii MV na všech čtyřech tehdy pozorujících stanicích), dále podle vodnosti následovaly roky 1939, 1965, 1938.

Absolutní maxima vodních stavů a průtoků na vodoměrných stanicích

Na analyzovaných vodoměrných stanicích byla na základě vodočetných zpráv uložených v archivu ČHMÚ Brno sestavena historie systematických hydrologických pozorování, která začínají odečty vodních stavů ve Veverské Bítýšce (1895), dále v Borovnici (1911), Víru (1913) a Dolních Loučkách (1914). Na základě rozboru dostupných dat z období před počátkem vyhodnocování průtoků z let 1896–1924 byl zjištěn maximální vodní stav ve Veverské Bítýšce v dubnu 1900, ve Víru v únoru 1914, v Dolních Loučkách v lednu 1920 a v Borovnici v únoru 1922. Nejdelší souvislou řadu vyhodnocených průtoků mají vodoměrné stanice Borovnice a Vír (od listopadu 1924). Na základě vyhodnocení průtokových řad se vyskytla na stanicích absolutní maxima průtoků ve střední a jižní části zájmového území na Svatce a Loučce (Vír – Q_{100} , Veverská Bítýška – Q_{50} , Dolní Loučky – Q_{50}) při povodni v srpnu 1938, zatímco na horním toku Svatky v červenci 1965 (Borovnice – Q_{20} , Dalečín – Q_{50}). Pouze na přítocích Svatky byla v některých stanicích s kratšími průtokovými řadami absolutní maxima pozorována i při povodních v letech 2002 (Jimramov – téměř dosažen Q_{10}), 2006 (Skryje – Q_{50}), 2009 (Kadov, Rožná – obě stanice Q_{20}). Dále je třeba zmínit významné kulminace zimních povodní na Svatce (Vír – Q_{50}) v letech 1941 a 1946.

Maximální roční průtoky Q_{max}

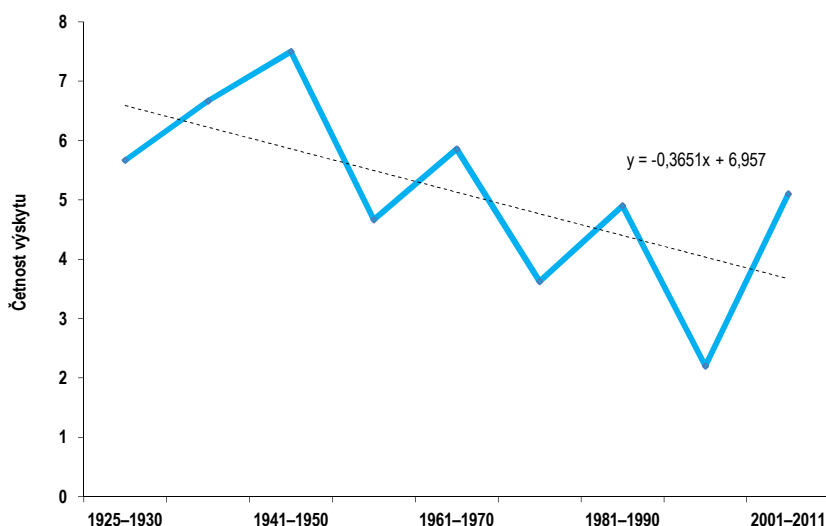
Na základě výpočtu základních statistických charakteristik ze sestavených řad maximálních ročních průtoků Q_{max} byl v porovnání s celými obdobími ve společném období pozorování 1980–2011 téměř na všech stanicích zjištěn pokles průměrů z řad Q_{max} . Při porovnání proměnlivosti průtoků Q_{max} v obou obdobích byl na hlavním toku v letech 1980–2011 vesměs pozorován pokles variačního koeficientu c_v , zatímco na přítocích nastalo jeho zvýšení. V relativním rozložení četností výskytu Q_{max} jsou povodně nejčastěji zastoupeny v obou obdobích v březnu. Vůči celým obdobím byly zjištěny v letech 1980–2011 větší relativní četnosti v březnu a červenci, menší četnosti zejména v únoru. Zatímco v časovém úseku 1980–2011 byl u 80 % stanic určen vzestupný lineární trend řad Q_{max} , v celých obdobích převažoval u 75 % stanic klesající lineární trend (tj. šest stanic z osmi).

Četnost výskytu povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$

Na hlavním toku ve společném období pozorování všech stanic (1980–2011) narůstal počet povodní směrem po toku od minima v Borovnici (9) do maxima ve Veverské Bítýšce (14). Na přítocích počty kulminací kolísaly v širším intervalu hodnot od maxima v Rožné (18) po minimum v Domaníně (8). Maximální četnosti výskytu povodňových případů na stanicích připadly za každou

z dekád vždy na přítoky. Výraznější kumulace povodní v kratším časovém úseku se objevovala ve druhé polovině osmdesátých let 20. století, naopak delší období bez povodní bylo pozorováno na všech stanicích koncem osmdesátých a v devadesátých letech 20. století. Dvě povodně v průběhu roku byly zjištěny nejvíce ve třech letech (Rožná, Dolní Loučky). V Rožné se dokonce vyskytlo pět povodní během roku 1987. V celých obdobích byly oproti období 1980–2011 na všech stanicích zjištěny větší relativní podíly počtu povodní vůči počtu let pozorování; největší počet povodní za dekádu činil devět (oproti osmi v období po roce 1980) a absolutně nejdelší perioda bez povodní byla v délce 14 let (Vír) oproti období délky 11 let po roce 1980 (Dolní Loučky).

Z výpočtu průměrného počtu povodní připadajícího na stanici v jednotlivých dekádách (obr. 1) vyplývá, že v celých obdobích pozorování bylo zastoupení povodní v dekádách větší než po roce 1980, což se projevovalo obzvláště v dekádách 1941–1950, 1931–1940 a 1961–1970. Nejméně četné v rámci všech dekád byly povodně v období 1991–2000. Přes zřetelné zvýšení počtu povodní v letech 2001–2011 vůči předchozí dekádě je pro období 1925–2011 patrný klesající lineární trend.



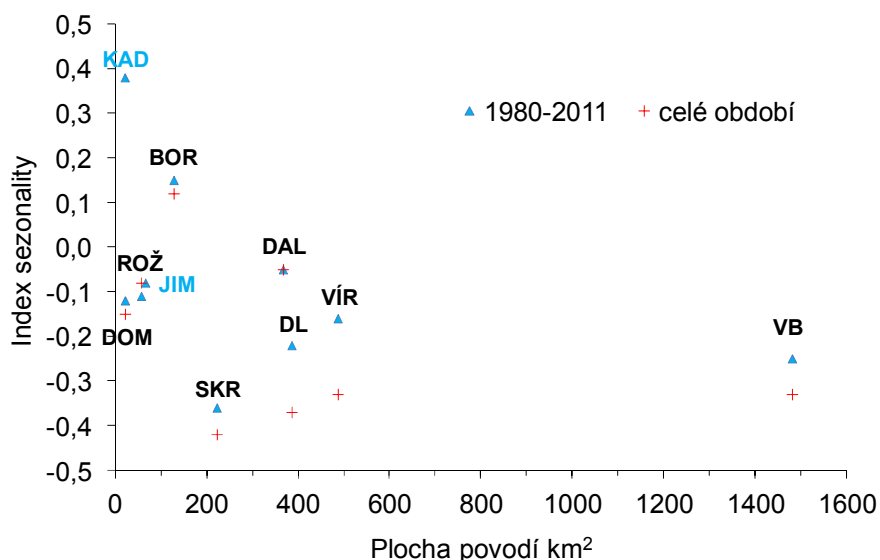
Obr. 1 Průměrné dekádové četnosti povodní připadající na jednu stanici v období 1925–2011 (čárkovaná čára znázorňuje lineární trend)

V disertační práci bylo při studiu rozložení relativních četností výskytu povodní v průběhu roku zjištěno, že na hlavním toku jsou v období 1980–2011 povodně nejvíce koncentrovány na březen (36,4 % všech případů povodní), duben a srpen (po 13,6 %), zatímco na přítocích se jedná o březen (40,5 %), červen (13,9 %) a červenec (12,7 %). Povodně se nevyskytovaly na stanicích na Svatce v únoru a většinou také v období září do prosince. Délka souvislého období bez povodňových případů je v porovnání se Svatkou na některých stanicích na přítocích prodloužena

na období srpen–prosinec. V celém období byl po březnu druhým měsícem s nejčastějším výskytem povodní na hlavním toku únor (11,8 %), na přítocích duben (14,8 %).

Sezonalita povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$

Sezonní kolísání povodní se s výjimkou dvou stanic (převaha zastoupení letních povodní v Kadově 68,8 % a v Borovnici 66,7 %,) projevovalo v letech 1980–2011 dominancí zimních (listopad–duben) povodní nad letními (květen–říjen). Na přítocích dosahovaly největších relativních podílů zimní povodně (60–71,4 % všech případů povodní na stanicích), zatímco na Svatce 60–64,3 %. V celých obdobích převažovaly s výjimkou Borovnice (53,5 % letních povodní) na všech stanicích opět zimní povodně, přičemž největšího podílu dosáhly ve Skryjích (82,1 %).

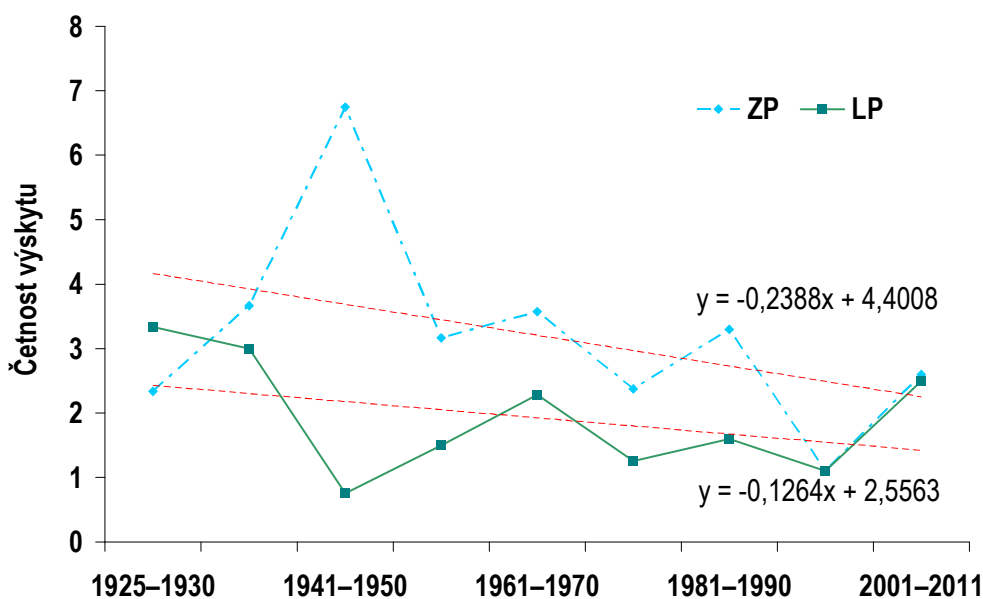


Obr. 2 Index sezonality v závislosti na ploše povodí pro období 1980–2011 a celá období pozorování (Vysvětlivky: BOR – Borovnice, KAD – Kadov, JIM – Jimramov, DAL – Dalečín, DOM – Domanín, VÍR – Vír, ROŽ – Rožná, SKR – Skryje, DL – Dolní Loučky, VB – Veverská Bítýška)

Z výsledků disertační práce je patrné, že v povodích menšího plošného rozsahu se následkem tání sněhu s malou pravděpodobností vytvoří významná zimní povodeň. Na vznik povodní s vysokou extremitou kulminačního průtoku mají v těchto povodích rozhodující vliv dešťové srážky v letním období. U malých povodí je dále jedním z nejpodstatnějších faktorů s vlivem na utváření povodní tvar povodí v kombinaci s nadmořskou výškou. Povodí nad Borovnicí a Kadovem mají v povodí horní Svatky největší nadmořské výšky a úhrny srážek na povodí. Navíc vějířovité povodí nad Kadovem podporuje utváření letních povodní. Podíl letních povodní klesá od výše položených oblastí na severu studovaného území směrem k jihu do nižších nadmořských

výšek, což se nejzřetelněji projevuje na celém hlavním toku v úseku od Borovnice (podíl letních povodní 66,7 %) po Veverskou Bítýšku (35,7 %). Uvedený fakt podporuje obecnější poznatek hydrologické posudkové služby ČHMÚ Brno, že se zvětšující se plochou povodí roste význam kulminací ze zimních povodní. V souvislosti s poklesem počtu letních povodní na Svatce ve směru po toku je třeba zmínit i vliv vodního díla Vír.

Sezonalita povodní byla hodnocena i pomocí ukazatele povodňového režimu (indexu sezonality) podle Šercla (2009). Tento index vedle počtu povodní zohledňuje i velikost kulminací. Pro kulminační průtoky nad hodnotou Q_2 byl index sezonality používán pro maximální roční průtoky modifikován. V následné analýze pro léta 1980–2011 vykazuje absolutně největší intenzitu letního povodňového režimu Kadov následovaný Borovnicí (obr. 2). Na ostatních stanicích se uplatňoval zimní povodňový režim, přičemž na hlavním toku rostla jeho intenzita směrem dolů po toku. U stanic Rožná, Jimramov a Domanín se sice v porovnání s povodími větší rozlohy (mimo Dalečína) více uplatňuje vliv letního povodňového režimu, nicméně převažuje zimní povodňový režim. V celých obdobích od počátku vyhodnocování průtoků je možné pozorovat letní povodňový režim pouze v Borovnici. V těchto obdobích je vůči letům 1980–2011 na většině stanic patrné posílení zimního povodňového režimu.



Obr. 3 Dekádové průměry četností zimních (ZP) a letních (LP) povodní připadajících na jednu stanicí v období 1925–2011 (čárkované čáry znázorňují lineární trendy)

Z porovnání dekádních četností obou typů povodní v obou obdobích vyplývá, že nejvyšší počet zimních povodní za dekádu se projevoval v desetiletí 1941–1950, dále pak v desetiletích 1931–1940 a 1961–1970 (obr. 3). Letní povodně se vyskytovaly nejčastěji v neúplné dekádě 1925–

1930 následováno obdobími 1931–1940 a 2001–2011. S výjimkou let 1925–1930 byl ve všech dekádách v období 1931–1990 průměrný počet zimních povodní za dekádu vyšší než počet letních povodní, v letech 1991–2011 se četnosti výskytu obou typů povodní vyrovnaly. Podle průměrů ze všech dekád se v letech 1980–2011 snížil počet zimních povodní vůči celému období více než počet povodní letních. V porovnání s celými obdobími pozorování byl pro léta 1980–2011 v disertační práci rozbohem rozložení relativní četnosti výskytu kulminačních průtoků nad Q_2 v průběhu roku prokázán pokles zastoupení zimních povodní zejména v únoru (všechny stanice) a méně častěji v dubnu. Naopak v březnu relativní podíly povodní na všech stanicích narůstaly.

Extremita povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$

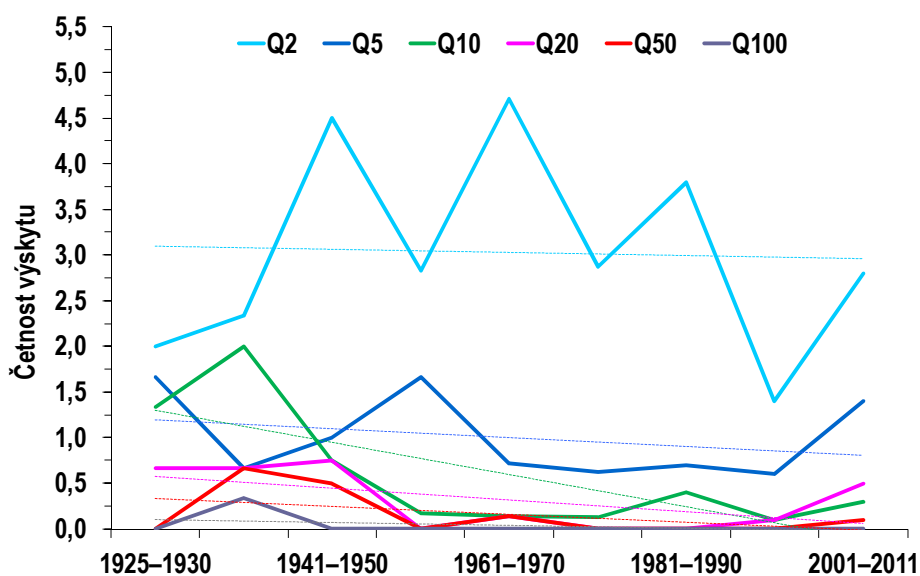
Pokud jde o extremitu povodní vyjádřenou dobou opakování kulminačního průtoky, v období 1980–2011 se na stanicích nejčastěji vyskytovaly dvouleté povodně s relativními podíly na všech povodních 56,3–76,9 % a pětileté povodně (7,7–31,3 %), přičemž podíly kolísaly v širším rozmezí hodnot na přítocích než na hlavním toku. Relativní četnosti výskytu desetiletých povodní se pohybovaly v rozmezí 0–22,2 %, přičemž na třech stanicích tyto povodně nebyly zaznamenány. Největší průtok ve studovaném období dosáhl pouze hodnoty Q_{50} při povodni na přelomu března a dubna 2006 ve Skryjích. Mimoto bylo registrováno celkem šest povodní s kulminačním průtokem $Q_{20} \leq Q_k < Q_{50}$ a osm povodní s průtokem $Q_{10} \leq Q_k < Q_{20}$, přičemž Q_{100} se vůbec nevyskytl. Většina povodní s vysokou extremitou Q_k nastala v zimním půlroce (z 15 povodní překračujících Q_{10} bylo deset zimních). Stanice na přítocích se vyznačovaly větším počtem kulminací nad Q_{20} než na hlavním toku. V letech 1980–2011 byla výrazná většina povodní s vysokou extremitou (tři desetileté, pět dvacetiletých a jedna padesátiletá) koncentrována do období 2001–2011.

V obdobích od počátku vyhodnocování průtoků bylo zaznamenáno 25 průtoků Q_{10} , 14 průtoků Q_{20} , sedm průtoků Q_{50} (z toho tři ve Víru) a pouze jeden průtok stoletý (Vír v létě 1938). V případě celých období se opět většina povodní s vysokou extremitou Q_k vyskytla v zimním půlroce (z 47 povodní překračujících Q_{10} bylo 26 zimních). Povodně s extremitou nad Q_{10} byly v celých obdobích čtenější na hlavním toku než na přítocích. Zatímco zastoupení všech zimních povodní pokleslo z 62,2 % (všechny dekády pozorování) na 56,9 % (období 1980–2011), podíl zimních povodní s extremitou Q_k nad Q_{10} se zvýšil z 55,3 % na 66,7 %.

Průměrné počty povodní na stanici za dekádu podle extremity vyjádřené N-letou dobou opakování kulminačního průtoky se v období 1980–2011 vůči celým obdobím snížily pro všechny kategorie N-letých průtoků (obr. 4). Po porovnání zastoupení povodní v dekádách obou období lze konstatovat, že povodně s extremitou $Q_k \geq Q_{10}$ byly koncentrovány především do let 1931–1940 a 1941–1950 a mírné zvýšení jejich četností výskytu bylo pozorováno v období 2001–2011.

V rámci celého studovaného období byl zjištěn poklesový trend pro všechny kategorie N-letých průtoků, nejvíce pro Q_{10} .

Z analýzy ročního chodu četností výskytu povodní se zřetelem na jejich N-letou dobu opakování vyplývá, že z 15 případů povodní s kulminačním průtokem s dobou opakování deset let a více registrovaných v období 1980–2011 měly největší zastoupení povodně v březnu (jedna povodeň s Q_{50} , dvě s Q_{20} a šest povodní s Q_{10}) následovaném červencem (dvě Q_{20} , Q_{10}). Dále se vyskytla jedna kulminace v dubnu (Q_{20}), červnu (Q_{20}) a srpnu (Q_{10}). V celých obdobích pozorování z celkového počtu 47 povodní s kulminačním průtokem doby opakování deset let a více připadl největší podíl povodní opět na březen (tři Q_{50} , čtyři Q_{20} a šest Q_{10}), avšak následovaný srpnem (Q_{100} , dvě Q_{50} , Q_{20} , tři Q_{10}) a červencem: (Q_{50} , tři Q_{20} , dvě Q_{10}).



Obr. 4 Průměrné dekádové četnosti jednotlivých kategorií N-letých průtoků připadajících na jednu stanici v dekádách období 1925–2011 (čárkované čáry znázorňují lineární trendy)

Hydrometeorologická analýza vybraných významných povodní

Pro analýzu byly vybrány povodně s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_{50}$, které byly vázány převážně na hlavní tok. Detailně byly analyzovány meteorologické příčiny a hydrogramy zimních povodní (1941, 1946 a 2006) a letních povodní (1938, 1965). Podle velikosti absolutního maxima povodně a extremity vyjádřené N-letou dobou opakování kulminačního průtoku se největší povodeň vyskytla na přelomu srpna a září 1938 (Vír – Q_{100} , Veverská Bítýška – Q_{50}). Tato povodeň dosáhla na zmíněných stanicích i vysokých hodnot objemu a délky trvání. Podle maximální výšky odtoku byla zmíněná povodeň ve Víru porovnatelná pouze s povodní se výskytem na přelomu března a dubna

2006 (Skryje – Q_{50}). Zimní povodně se oproti povodním letním vyznačovaly relativně velkým objemem povodňové vlny, dlouhou délkou trvání a pomalejším vzestupem i poklesem průtoků.

Protože povodeň se stejnou nebo menší extremitou kulminačního průtoku může mít delší dobu trvání, a tím i větší objem povodňové vlny, při celkovém zhodnocení povodní je třeba zohlednit i tyto další parametry včetně tvaru hydrogramu a vzájemně je porovnat na více vodoměrných stanicích pro vybrané extrémní povodně. Proto byla letní povodeň z roku 1938 s největší zjištěnou extremitou kulminačního průtoku porovnána na vybraných stanicích s největší letní povodní v novodobé historii (červenec 1997); pro porovnání extrémní březnové povodně 1941 byla zvolena povodeň z přelomu března a dubna 2006. Z porovnání zimních povodní vyplynulo, že povodeň v roce 2006 se vyznačovala větší velikostí objemu než povodeň v roce 1941 v Borovnici a Víru, pouze v Dolních Loučkách tomu bylo naopak. Trvání povodně v roce 2006 bylo na všech třech stanicích delší než v březnu 1941. Největší odtokovou výšku zaznamenala Borovnice v roce 2006. Přestože při letní povodni 1938 byl zjištěn na všech třech stanicích největší kulminační průtok, objem vykazaly při porovnání s rokem 1997 při povodni 1938 větší pouze Dolní Loučky. Červencová povodeň 1997 trvala déle na všech stanicích než povodeň 1938 a měla maximální odtokovou výšku v Borovnici.

Na základě srovnání všech největších povodní na zmíněných třech stanicích dosáhla největších hodnot kulminačních průtoků letní povodeň 1938 (při stoletém průtoku absolutně největší specifický odtok $0,412 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ ve Víru). Největší objem byl pozorován v Borovnici v červenci 1997, v Dolních Loučkách v březnu 1941, přičemž ve Víru se objemy povodní v letech 1997 a 2006 příliš nelišily. Absolutně největší hodnota odtokové výšky (211 mm) byla zjištěna v Borovnici při povodni v červenci 1997.

Vliv vodního díla Vír na maximální roční a povodňové průtoky

Antropogenní zásahy, zejména výstavba vodních děl, představují významné přímé ovlivnění přirozeného hydrologického režimu vodních toků. Hlavní závěry, které vyplynuly z analýzy tohoto vlivu na řady maximálních ročních průtoků a povodní na příkladu horní Svatky v souvislosti s výstavbou nádrží Vír I a Vír II (Sklenář, Brázdil, 2012) lze na základě porovnání dat z vodoměrných stanic Borovnice (neovlivněná) a Vír (ovlivněná) shrnout následovně:

a) antropogenní ovlivnění se odehrává na pozadí přirozené variability hydrologického a povodňového režimu horní Svatky, podmíněného trendy rozhodujících meteorologických faktorů (např. množství srážek, výška sněhové pokrývky, teplota vzduchu) ve studovaném období a přinášejícího poznatky, které jsou v souladu s výsledky prací analogické tematiky v České republice (např. Brázdil et al., 2005; Brázdil, Kirchner et al., 2007; Brázdil, Valášek, Soukalová et al., 2010)

- b) výstavba VD Vír se projevila díky jeho retenční kapacitě a manipulacím na něm významným snížením extremity kulminačních povodňových průtoků a četnosti výskytu povodní oproti neovlivněné části toku i oproti období před výstavbou VD (snížení extremity a četnosti povodní je také v souladu s obecným přirozeně podmíněným trendem)
- c) výstavba VD Vír znamená narušení homogenity hydrologických pozorování, které je v případě maximálních ročních průtoků patrné již v době výstavby díla, nikoli až po jeho uvedení do provozu
- d) VD Vír statisticky významně snižuje rozkolísanost maximálních ročních průtoků s poklesem korelační závislosti průtoků v období po výstavbě VD vůči období 1925–1953 mezi neovlivněnou a ovlivněnou částí toku
- e) VD Vír způsobuje pokles frekvence a kulminací letních povodní, které se přes možnou vysokou extremitu jejich kulminačních průtoků vyznačují zpravidla menším objemem než povodně zimní
- f) VD Vír snižuje zachycením vody úroveň maximálních ročních průtoků a opoždí dobu kulminace, která však může být ovlivněna i vypouštěním vody z nádrže před příchodem očekávané povodňové vlny
- g) manipulace na VD Vír se promítají v relativním ročním chodu průtoků do jejich snížení od února do dubna a v jejich zvýšení (nadlepšení průtoků) od května do října

Povodně v období 1995–2010

Např. Němec a Kopp, eds. 2009 uvádějí mj. i pro Českou republiku na počátku 21. století výrazné nakupení povodňových případů, které přerušilo jejich poklesový trend v průměru převládajícím ve 20. století. V letech 1995–2010 byly na území České republiky pozorovány četné významné povodně (např. Daňhelka et al., 2012). Při porovnání charakteristik těchto povodní podle uvedené publikace s informacemi získanými o těchto povodních za stejné období z výsledků disertační práce a rovněž s ohledem na vyhodnocení četností výskytu a extremity povodní během celého období od počátku vyhodnocování průtoků na sledovaných stanicích je možné konstatovat, že ve studovaném území v povodí Svatky sice nastal dílčí nárůst četnosti a extremity povodní v dekádě 2001–2010 vůči období 1991–2000, avšak vzhledem ke kolísání povodní v průběhu všech vyhodnocených dekád 20. století (obr. 1, obr. 4) nedošlo od roku 1995 k výraznému nárůstu četností výskytu povodní ani jejich extremity, což prokazují i výpočty lineárních trendů pro řady ročních maxim Q_{\max} pro celá období pozorování. Zjištěné výsledky jsou v souladu s poznatky jiných autorů (Brázdil et al., 2011; Novák, Novák, eds., 2011). Jak uvádějí např. Daňhelka a Kubát, eds. (2009), žádný dlouhodobý trend ve výskytu nebo intenzitě povodní nebyl v České republice objektivně prokázán. Jak vyplývá ze výsledků disertační práce, z významných povodní s výskytem v České republice v období 1995–2010 se v celém zájmovém území povodí Svatky nejzřetelněji projevila

především povodeň z přelomu března a dubna 2006. Výsledky disertační práce ukazují ve studované oblasti méně výrazné dopady letní povodně 1997 (nikoli však z hlediska objemu povodně), která postihla zejména povodí horní Svatky, a povodní z přívalových dešťů v červnu a červenci 2009. Výrazně větší extremity kulminačních průtoků než v období 1995–2010 byly zjištěny vyhodnocením povodní v letech 1938, 1941, 1946, 1965, jak již bylo uvedeno v úvodní části autoreferátu.

Výpočet stoletých průtoků Q_{100} na základě statistického zpracování řad kulminačních průtoků $Q_k \geq Q_2$ a maximálních ročních průtoků Q_{max} a jejich porovnání s údaji ČHMÚ

Disertační práce byla zaměřena na analýzu povodní nad zvolenou mezní hodnotou kulminačního průtoku Q_2 , zatímco stanovení hodnot N-letých průtoků vychází podle metodiky ČHMÚ z hodnot ročních maxim Q_{max} (v souladu s ČSN, 1997). Jevilo se proto účelné porovnání vybraných statistických charakteristik a následného výpočtu Q_{100} na základě obou zmíněných způsobů výběru povodní, s čímž dosud v literatuře o povodí Svatky nebylo pracováno. Z porovnání vybraných statistických charakteristik určených z kulminačních průtoků nad hodnotou Q_2 a z Q_{max} vyplývá, že řady $Q_k \geq Q_2$ vykazují větší průměry a menší variabilitu než řady Q_{max} . S využitím statistických charakteristik byl pomocí software zapůjčeného oddělením hydrologie pobočky ČHMÚ Brno pro obě řady průtoků proveden momentovou metodou výpočet Q_{100} pomocí LN2 (teoretické dvouparametrické logaritnicko-normální rozdělení) a LN3 (teoretické tříparametrické logaritnicko-normální rozdělení) (Juránek, 2008).

Při použití výběru povodní nad Q_2 jsou pro rozdělení LN3 výsledkem hodnoty Q_{100} v celém období měření pro všechny stanice větší než pro hodnoty Q_{max} , pro rozdělení LN2 platí zjištěný fakt pro 80 % stanic. Oficiálními hodnotám Q_{100} , které poskytuje ČHMÚ, se nejvíce přibližovaly hodnoty Q_{100} vypočtené pomocí LN3 pro $Q_k \geq Q_2$. Rozdíl mezi hodnotami Q_{100} vypočtenými v disertační práci a platnými hodnotami ČHMÚ lze zdůvodnit tím, že výpočet z pozorované řady Q_{max} metodou momentů byl proveden bez oprav na možná vychýlení parametrů c_v a c_s . Dalším důvodem tohoto rozdílu je skutečnost, že ČHMÚ při stanovení hodnot Q_{100} (a ostatních N-letých průtoků) provádí korekce hodnot metodami regionálního vyrovnání a průběžně aktualizuje data po výskytu významných povodní.

Na základě rozboru vybraných statistických charakteristik z řad $Q_k \geq Q_2$ a Q_{max} pro celé období pozorování jsou pro povodně s $Q_k \geq Q_2$ průměry Q_k letních povodní (květen–říjen) v porovnání s průměry u zimních povodní (listopad–duben) větší u téměř stejného počtu stanic (60 %) jako pro Q_{max} (50 %). Větší variabilitu letních povodní vůči zimním povodním vyjádřenou variačním koeficientem vykazuje v případě $Q_k \geq Q_2$ 80 % stanic, v případě Q_{max} všechny stanice.

5 ZÁVĚR

Povodně se vyskytovaly v historii lidské společnosti odedávna. Není tomu jinak ani v současnosti a s velkou pravděpodobností lze jejich výskyt očekávat i v budoucnosti. Hrozbu povodní pro město Brno, které leží na soutoku řek Svratky a Svitavy opět připomněly povodně z nedávné doby (v červenci 1997 a na přelomu března a dubna 2006). Stále trvající povodňové nebezpečí pro moravskou metropoli představovalo klíčový důvod výběru tématu disertační práce a zájmové oblasti. Ve studovaném území v povodí řeky Svratky nad Brnem navíc dosud nebylo provedeno detailní vyhodnocení kolísání povodňového režimu se zřetelem na četnost výskytu povodní, jejich sezonalitu a extremitu.

Předkládaná disertační práce je zaměřena na analýzu povodní s kulminačními průtoky $Q_k \geq Q_2$ a jejich ovlivnění vodním dílem Vír. Z disertační práce vyplývají následující hlavní závěry a nové poznatky:

- Mezi roky označenými kategorií vodnosti mimořádně vodný a výskytem povodní v těchto rocích existuje vzájemný vztah: v období 1980–2011 se v 86,7 % mimořádně vodných roků vyskytly kulminační průtoky $Q_k \geq Q_2$.
- I když jsou změny ročních vodností na stanicích většinou nepravidelné, s jistým zjednodušením lze konstatovat, že roky s významnými vodnostmi se vyskytují přibližně po deseti letech s tím, že v padesátých letech 20. století takovéto období chybělo, zatímco ve třicátých a čtyřicátých letech došlo k větší koncentraci roků s významně zvýšenou vodností.
- Období zvýšené povodňové aktivity kulminovalo v letech 1931–1950, přičemž nejnižší četnosti výskytu povodní byly zaznamenány v dekádě 1991–2000. I přes mírný nárůst počtu povodňových případů v letech 2001–2011 se ve výskytu povodní v období 1925–2011 zřetelně projevuje klesající lineární trend.
- V letech 1980–2011 i v celých obdobích pozorování se povodně vyskytly nejčastěji v březnu. V letech 1980–2011 se stal na hlavním toku druhým měsícem s nejčastějším výskytem povodní duben a srpen (v celých obdobích měření únor následovaný srpnem), na přítocích červen následovaný červencem (v celých obdobích duben následovaný lednem a červencem).
- Na většině stanic dominuje s různou intenzitou zimní (listopad–duben) povodňový režim, zatímco letní (květen–říjen) převažuje v Kadově a v Borovnici v letech 1980–2011 a pouze jeho mírná převaha se projevuje v Borovnici v celém období pozorování. V letech 1980–2011 došlo na většině stanic vůči celým obdobím pozorování k posílení letního povodňového režimu.
- Se zvětšující se plochou povodí roste význam kulminací ze zimních povodní.

- Největší počet zimních povodní byl koncentrován do období 1931–1950 a 1961–1970 a letních povodní na léta 1925–1940 a 2001–2011.
- Četnosti zimních povodní vykazují výraznější klesající lineární trend oproti letním povodním během období 1925–2011.
- Povodně s extremitou $Q_k \geq Q_{10}$ byly koncentrovány především do let 1931–1950 a dílčí zvýšení četností jejich výskytu bylo pozorováno v období 2001–2011. Většina povodní této extremity byla zaznamenána v zimním hydrologickém půlroce v letech 1980–2011 i v celých obdobích pozorování.
- V rámci celého studovaného období byl zjištěn poklesový trend pro všechny kategorie N-letých průtoků, nejvíce pro Q_{10} .
- Podle velikosti absolutního maxima povodně a její extremity vyjádřené N-letou dobou opakování kulminačního průtoku se největší povodeň vyskytla na přelomu srpna a září 1938 (Vír – Q_{100} , Veverská Bítýška – Q_{50}). Největší zimní povodeň byla registrována v březnu 1941 (Vír – Q_{50}).
- Z hlediska velikosti objemu byla zjištěna největší povodeň v horní části povodí Svatky v červenci 1997 (Borovnice) a v dolní části povodí v březnu 1941 (Dolní Loučky), přičemž ve střední části povodí se objemy povodní z července 1997 a přelomu března a dubna 2006 (Vír) příliš nelišily.
- Na základě dosažených výsledků byl prokázán vliv vodního díla Vír na maximální roční a povodňové průtoky na Svatce, což se pod vodním dílem Vír projevuje zejména narušením homogenity pozorování, snížením četnosti výskytu a extremity povodní, snížením rozkolísanosti a hodnot maximálních ročních průtoků a zpožděním jejich kulminace. Po výstavbě vodního díla Vír došlo i ke změnám v ročním režimu průtoků.
- Z porovnání vybraných statistických charakteristik určených z kulminačních průtoků Q_k a z hodnot Q_{\max} vyplývá, že řady $Q_k \geq Q_2$ vykazují větší průměry a menší variabilitu než řady Q_{\max} .
- Hodnotám Q_{100} , které poskytuje ČHMÚ v rámci hydrologických údajů povrchových vod podle ČSN (1997), se nejvíce přibližovaly hodnoty Q_{100} vypočtené pomocí teoretického tříparametrického logaritmicke-normálního rozdělení LN3 pro $Q_k \geq Q_2$.

Další směřování výzkumu v dané oblasti by mohlo být orientováno na:

- detailní analýzu historických a současných povodní, zejména s ohledem na četnost jejich výskytu, sezonalitu a extremitu pro dosud nezpracovaná povodí moravských řek – např. pro povodí Svitavy, Jihlavy, Oslavy

- v závislosti na dostupných a vyhodnocených hydrologických datech možnost snížit hranici pro výběr povodní – např. na Q_1 nebo $Q_{0,5}$
- vyhodnocení extremity povodní vyjádřené nejen N-letou dobou opakování jejich kulminačních průtoků, ale i se zřetelem na extremitu povodní vyjádřenou N-letou dobou opakování objemů povodní
- analýzu kolísání srážek a teplot vzduchu za období 1925–2011 v povodí Svratky nad Brněnskou přehradou a následné porovnání výsledků se získanými poznatky o kolísání povodní.

Analýza povodní v povodí Svratky nad Brněnskou přehradou, která je obsažena v disertační práci, představuje příspěvek ke studiu časové a prostorové variability povodní na území České republiky. Poznatky týkající se antropogenního ovlivnění průtoků bylo možné podrobně analyzovat a kvantifikovat na příkladu horní Svratky s vodním dílem Vír I a Vír II. Získané výsledky mohou být využity i v řešení problematiky protipovodňové ochrany na dotčeném vodním toku. Z poznatků o historických i novodobých povodních je třeba se poučit. Problematika povodní zůstává stále aktuální. Povodně na našich vodních tocích je třeba stále podrobně monitorovat a analyzovat, aby současně s obohacením daného vědního oboru bylo následně možné v maximální možné míře přispívat k zmírňování jejich následků.

6 SEZNAM CITOVANÉ LITERATURY

- Bratránek, A. (1934): Hydrologické podklady pro dimenzování říčních úprav. Technický obzor č. 10.
- 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, Český hydrometeorologický ústav, Brno, Praha, 369 s.
- Brázdil, R., ed. (2006): Historical Hydrology. Hydrological Sciences Journal, Vol. 51, No. 5, IAHS, Wallingford, p. 733–986.
- Brázdil, R., Kundzewicz, Z.W. (2006a): Historical hydrology - editorial. Hydrological Sciences Journal, Vol. 51, No. 5, p. 733–738.
- Brázdil, R., Kotyza, O., Dobrovolný, P. (2006b): July 1432 and August 2002 – two millennial floods in Bohemia? Hydrological Sciences Journal, Vol. 51, No. 5, p. 848–863.
- Brázdil, R., Březina, L., Dobrovolný, P., Dubrovský, M., Halásová, O., Hostýnek, J., Chromá, K., Janderková, J., Kaláb, Z., Keprtová, K., Kirchner, K., Kotyza, O., Krejčí, O., Kunc, J., Lacina, J., Lepka, Z., Létal, A., Macková, J., Máčka, Z., Mulíček, O., Roštínský, P., Řehánek, T., Seidenglanz, D., Semerádová, D., Sokol, Z., Soukalová, E., Štekl, J., Trnka, M., Valášek, H., Věžník, A., Voženílek, V., Žalud, Z. (2007): Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku. Masarykova univerzita, Český hydrometeorologický ústav, Ústav geoniky Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno, Praha, Ostrava, 431 s.
- Brázdil, R., Valášek, H., Soukalová, E., Bělínová, M., Buriánová, J., Čermáková, J., Dobrovolný, P., Dráb, A., Fárová, K., Havlíček, M., Chrudina, Z., Kašíčková, L., Kovář, K., Kozel, J.,

- Máčka, Z., Mulíček, O., Řezníčková, L., Skokanová, H., Štěpánek, P. (2010): Povodně v Brně. Historie povodní, jejich příčiny a dopady. Vydalo statutární město Brno, Archív města Brna jako suplementum č. 12, sborníku Brno v minulosti a dnes, Brno, 468 s.
- Brázdil, R., Řezníčková, L., Valášek, H., Havlíček, M., Dobrovolný, P., Soukalová E., Řehánek, T., Skokanová, H. (2011): Fluctuations of Floods of the River Morava (Czech Republic) in the 1691–2009 period: Interactions of Natural and Anthropogenic Factors. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 56, No. 3, p. 468–485.
- Broža, V., Satrapa, L., Sakař, K., Bláha, J., Báča, V., Vít, P., Maníček, J., Bíza, P., Jílek, M., Kopřivová, J., Vinklát, P. D. (2009): Přeřady Čech, Moravy a Slezska. Vydalo nakladatelství Knihy 555. Vydání druhé. Liberec, 251 s.
- Bryant, E., ed. (2005): *Natural Hazards*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 312 pp.
- Čekal, R., Daňhelka, J., Šercl, P., Štěřbová, K., Vlasák, T. (2011): Průvodce informacemi pro povodňové orgány. Vydalo Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha, 31 s.
- Čerkašin, A. (1964): *Hydrologická příručka*. Hydrometeorologický ústav, Praha, 224 s.
- Čermák, M. (1950): Svratka. *Hydrologická studie*. Krajský národní výbor v Brně, Brno, 88 s.
- Čermák, M. (1956): O velkých vodách. *Vodní hospodářství*, č. 4, s. 104–107.
- Čermák, M. (1962): Opakování velkých vod na malých povodích. *Vodohospodářský časopis*, roč. 10, s. 233–256.
- Čermák, M. (1968): Základní činitele ovlivňující odtok velkých vod. *Sborník prací Hydrometeorologického ústavu Československé socialistické republiky*, sv. 12, Praha, s. 57–76.
- Čermák, M., Sochorec, R., Solnař, O., Zatkalík, G. (1970b): Velké vody N–leté. In: *Hydrometeorologický ústav: Hydrologické poměry Československé socialistické republiky*. Díl III. Hydrometeorologický ústav, Praha, s. 87–104.
- Červený, J., Böhm, B., Bubeničková, L., Buchtele, J., Čulík, J., Daňková, H., Friga, J., Hladný, J., Kříž, V., Kurpelová, M., Nedelka, M., Šebek, O., Škulec, Š., Vaníček, K., Vitoslavský, J., Závodský, D. (1984): *Podnebí a vodní režim ČSSR*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 416 s.
- ČSN (1997): 75 1400: *Hydrologické údaje povrchových vod*. Český normalizační institut, Praha, 16 s.
- Daňhelka, J., Kubát, eds. (2009): *Přivalové povodně na území České republiky v červnu a červenci 2009*. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Český hydrometeorologický ústav. Vydalo Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, 1. vydání, Praha, 72 s.
- Daňhelka, J., Elleder, L., Dragoun, Z., Hladný, J., Kosík, O., Krška, K., Kulasová, B., Růžičková, H., Řehánek, T., Soukalová, E., Šírová, J., Zelenka, F. (2012): *Vybrané kapitoly z historie povodní a hydrologické služby na území ČR*. Vydalo nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha, 181 s.
- Daňhelka, J., Kubát, J., Šercl, P., eds. (2012): *Povodně v České republice v roce 2010*. Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, 1. vydání, Praha, 98 s.
- Dostál, I. (1998): *Hydrologické zpracování povodně 1997 (Morava – část, Svratka, Svitava)*. Veronica – příloha, roč. 12, č. 12, 6 s.
- Dostál, I., Řehánek, T., Papšíková L. (2002a): *Povodeň na řece Moravě v červenci 1997*. Práce a studie, sešit 30. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 43 s.
- Dub, O. (1957): *Hydrológia, hydrografia, hydrometria*. Slovenské vydavateľstvo technickej literatury, Bratislava, 484 s.

- Elleder, L. (2007): Historické extrémní případy povodní v povodí Labe a Vltavy. In: Langhammer, J., ed.: Povodně a změny v krajině. Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, s. 51–74.
- Engel, H., ed. (1996): Das Januarhochwasser 1995 im Rheingebiet. Mitteilung Nr. 10. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 47 s.
- Hladný, J., Kašpárek, L., eds. (2005): Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 68 s.
- Hlubocký, B. (1977): Výpočet storočného maximálneho prietoku pomocou empirického vzorca. Zborník prác Hydrometeorologického ústavu v Bratislave, zväzok 10, Alfa, Bratislava, s. 3–67.
- Horváthová, B. (2003): Povodeň to nie je len veľká voda. Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava, 224 s.
- Hrádek, M., Ondráček, S. (1986): Besének byl opět zlou vodou. O příčinách, průběhu a důsledcích povodní na Tišnovsku 19.6.1986. Tišnovsko, roč. 17, č. 12, s. 209–215.
- Juránek, L. (2008): Hydrologická studie pro VD Vír I. Odvození teoretických povodňových vln různými statistickými metodami. Interní publikace. ČHMÚ, Brno, nestr.
- Kakos, V., Strachota, J. (1974): Bouřky v Čechách dne 18. a 19.8.1974. Meteorologické zprávy, roč. 27, č. 6, s. 161–170.
- Kakos, V. (1983): Hydrometeorologický rozbor povodní na Vltavě v Praze za období 1873 až 1982. Meteorologické zprávy, roč. 36, č. 6, s. 171–181.
- Kaňok, J. (1997): Antropogenní ovlivnění velikosti průtoků řek povodí Odry po profil Kozle. In: Spisy Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity, sv. 103. Ostravská univerzita, Ostrava, 188 s.
- Kašičková, L. (2008): Povodně v Brně a okolí v období systematických hydrologických pozorování. Diplomová práce. PřF, MU, Brno, 106 s.
- Kašpárek, L., Bušek, M. (1990): Vliv vltavské kaskády na povodňový režim Vltavy v Praze. Vodní hospodářství, 40, č. 7, s. 280–286.
- Kašpárek, L., Novický, O., Jeníček, M., Buchtela, Š. (eds.) (2005): Vliv velkých údolních nádrží v povodí Labe na snížení povodňových průtoků. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 43 s.
- Kohler, M. A. (1949): Double-mas analysis for testing the consistency of records and for making adjustments. Bulletin of the American Meteorological Society, 30, s. 188–189.
- Kozák, J. T., Státníková, P., Munzar, J., Janata, J., Hančil, V. (2007): Povodně v českých zemích. Professional Publishing, Praha, 144 s.
- Krajina a povodeň. Veronica, roč. 12, 1998, č. 12, (zvláštní číslo), 48 s.
- Krška, K., Vlasák, V. (2008): Historie a současnost hydrometeorologické služby na jižní Moravě. Příspěvek k dějinám Českého hydrometeorologického ústavu. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 254 s.
- Kříž, V. (1971): Potamologie povodí československé Odry. Hydrometeorologický ústav, Praha, 148 s.
- Kříž, V. (2003): Změny a zvláštnosti vodního režimu řeky Ostravice. Geografie – Sborník České geografické společnosti, 108, č. 1, s. 36–48.
- Kříž, V., Schneider, B. (1981): K problematice homogenizace průtokových řad a odvození neovlivněných průměrných měsíčních průtoků. In: Sborník prací ČHMÚ, sv. 26. ČHMÚ, Praha, 40 s.

- Kříž, V., Sochorec, R., Kříž, H. (1964): Opakování velkých vod v povodí Odry. Sborník prací Hydrometeorologického ústavu Československé socialistické republiky, sv. 5, Praha, Hydrometeorologický ústav, 131 s.
- Kubát, J. (2011): Povodně byly, jsou a budou (Výskyt povodní v podmínkách České republiky). Vodní hospodářství, č. 4, s. 175–177, (příloha Vodař–zprávy České vědeckotechnické vodohospodářské společnosti).
- Kukal, Z. (1983): Přírodní katastrofy. Horizont, Praha, 259 s.
- Langhammer, J., ed. (2007): Povodně a změny v krajině. Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 396 s.
- Láznička, Z. (1942): Horní Svatka. Seminární práce ze zeměpisu. [Strojopis]. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno, 89 s.
- Matějíček, J. (1998): Povodeň v povodí Moravy v roce 1997. Povodí Moravy, Brno, 112 s.
- Matějíček, J., Hladný, J. (1999): Povodňová katastrofa 20. století na území České republiky. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 60 s.
- Matějíček, J., Rotschein, P., eds. (2006): Povodí Moravy 1966–2006. Povodí Moravy, s.p., Brno, 130 s.
- Mrkvica, Z., Metelka, L., Váchal, P., Pavlík, J., Šiftař, Z., Pozler, R., Hančarová, E., Veselý, R. (1998): Katastrofální povodeň v podhůří Orlických hor, červenec 1998. Český hydrometeorologický ústav, pobočka Hradec Králové, 33 s.
- Munich Re (2005): Weather catastrophes and climate change. Munich Re Group, Munich, 264 pp.
- Munzar, J., Ondráček, S. (2000): Pět příkladů historických povodní na Moravě v preinstrumentální éře v kontextu střední Evropy. In: Vaishar, A., Munzar, J., eds.: Povodně, krajina a lidé v povodí řeky Moravy. II. díl. Bulletin Grantového projektu Grantové agentury AV ČR číslo IAA3086903. Regiograph, Brno, s. 57–60.
- Naswetter, E. (1923): Svatka. 1. Práce seminární. Hydrografická studie. (Rukopis). Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno, nestr.
- Němec, J., Hladný, J., Blažek, V., Cílek, V., Ehrlich, P., Frank, D., Gergel, J., Hofmeister, T., Janský, B., Kakos, V., Kender, J., Kopp, J., Král, M., Krátká, M., Krátký, M., Kvítek, T., Lídlová, D., Langhammer, J., Maníček, J., Matoušek, V., Matoušková, M., Nesměrák, I., Nietzscheová, J., Plesník, J., Pokorný, D., Punčochář, P., Řádek, T., Satrapa, L., Šámalová, Z., Št'astný, B., Vrabec, M., Vylita, T., Zeman, O. (2006): Voda v České republice. Vydal Consult pro Ministerstvo zemědělství, Praha, 253 s.
- Němec, J., Kopp, J., Bartoš, M., Buček, A., Cílek, V., Černý, M., Hladný, J., Janský, B., Kliment, Z., Kukal, Z., Lošťák, P., Ložek, V., Máčka, Z., Metelka, L., Mrkvičková, M., Petříček, V., Pretel, J., Punčochář, P., Šobr, M., Tolasz, R., Vácha, D., Zagórski, P. (2009): Vodstvo a podnebí v České republice v souvislosti se změnou klimatu. Vydal Consult pro Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 255 s.
- Netopil, R., Brázdil, R., Demek, J., Prošek, P. (1984): Fyzická geografie I. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 273 s.
- Novák, L. st., Novák, L. ml., eds. (2011): Protipovodňová opatření v České republice. Ministerstvo zemědělství a ČSVTS, Praha, 64 s.
- Obrusník, I., ed. (2011): Early Warning for Flash Floods. International Workshop. Workshop Proceedings, November 1 to 2, 2010. Organized by the Czech Hydrometeorological Institute and the Czech National Committee for Disaster Reduction. Vydalo Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha, 94 s.
- O'Connor, J. E., Costa, J. E. (2004): The world's largest floods, past and present: Their causes and magnitudes. U.S. Geological Survey Circular 1254, Reston, Virginia, 13 pp.

- Patera, A. (2000): Extrémní hydrologické jevy v povodích a jejich postavení mezi přírodními katastrofami. In: Vaishar, A., Munzar, J., eds.: Povodně, krajina a lidé v povodí řeky Moravy. II. díl. Bulletin Grantového projektu Grantové agentury AV ČR číslo IAA3086903. Regiograph, Brno, s. 96–100.
- Pekárová, P. (2010): Režim povodní v povodí rieky Dunaj. In: Hydrologické dny 2010. Voda v měnícím se prostředí. Sborník příspěvků a posterových abstraktů z 7. národní konference českých a slovenských hydrologů a vodohospodářů 25.–27. října 2010 v Hradci Králové. Vydalo Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha, s. 95–101.
- Peša, Z. (2007): Povodeň na Veselském potoce 15. července 2002, pět let poté. Příloha Olešnického zpravodaje. Zastupitelstvo města Olešnice, Olešnice, 21 s.
- Plecháč, V. (1989): Voda – problém současnosti a budoucnosti. Svoboda, Praha, 327 s.
- Polišenský, A., Sacherová, D. (1970): Studie odtokového režimu na jižní Moravě při soutoku Moravy a Dyje. Sborník prací Hydrometeorologického ústavu, sv. 15, Praha, s. 9–23.
- Řehánek, T. (2000a): Hydrologické důsledky antropogenních aktivit na povodí horní Ostravice. Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu, sv. 49. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 62 s.
- Sklenář, J. (2007b): Povodně v povodí horní Dyje – analýza kulminačních průtoků. In: Jakubíková, A., Broža, V., Szolgay, J., eds.: Sborník příspěvků z workshopu Adolfa Patery 2007 na téma „Extrémní hydrologické jevy v povodích.“ ČVUT – Praha – Fakulta stavební, Slovenská vodohospodářská společnost, Praha, Bratislava, s. 293–302.
- Sklenář, J. (2008a): Povodňový režim v povodí Želetavky – analýza kulminačních průtoků. In: Herber, V., ed.: Fyzickogeografický sborník 6 – Fyzická geografie a trvalá udržitelnost. Sborník příspěvků z 25. výroční konference Fyzickogeografické sekce České geografické společnosti. Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity a Česká geografická společnost, Brno, s. 159–164.
- Sklenář, J. (2008b): Floods in the Czech Republic – Peak Discharges Analysis in the Upper Dyje Catchment and the Upper Svatka Catchment. In: Proceedings from the International Postgraduate Course on „Climate Change and Desertification Processes – Assessment and Monitoring.“ Mashav, Jerusalem; WMO, Geneva; and IMS, Tel-Aviv, Izrael. [DVD].
- Sklenář, J. (2009): Povodně jako součást přírodních extrémů – povodňový režim v povodí horní Svatky. Země a cesty č. 115, příloha Spisy Zeměpisného sdružení, 8, č. 2(22), 4 s.
- Sklenář, J. (2010a): Floods and Droughts in the Czech Republic – Analysis of Extreme Discharges in the Upper Svatka-River Catchment. In: Proceedings from the International Training Workshop on Desertification Combating. Gansu Desert Control Research Institute Wuwei, Lanzhou and Beijing Forestry University, Wuwei, Gansu, China, 6 pp. [CD].
- Sklenář, J., Brázdil, R. (2012): Vliv vodní nádrže Vír na maximální roční a povodňové průtoky na horní Svatce. Geografie, 117, č. 2, s. 192–208.
- Smith, K. (2004): Environmental Hazards. Assessing Risk and Reducing Disaster. 4th ed. Routledge, London, New York, 306 pp.
- Sochorec, R. (1971): Vliv fyzickogeografických charakteristik povodí na utváření kulminačních průtoků. Studia Geographica, sv. 22. Geografický ústav ČSAV v nakladatelství Academia, Brno, s. 87–102.
- Solín, L. (2008): Analýza výskytu povodňových situací na Slovensku v období rokov 1996–2006. Journal of Hydrology and Hydromechanics, roč. 56, č. 2, s. 95–115.
- Soukal, J. (1947): Svatka a Svitava, vodní toky na západní Moravě. (Strojopis). Brno, 27s.
- Soukalová, E., Řehánek, T., Šiftař, Z. (1997): Odtoková situace za povodně v červenci 1997 v povodích Odry, Moravy a Labe. Meteorologické zprávy, roč. 50, č. 6, s. 183–190.

- Soukalová, E. (2002): Příčinný déšť a povodně na Blanensku a Žďársku v červenci 2002. Meteorologické zprávy, roč. 55, č. 5, s. 141–144.
- Soukalová, E., Rožnovský, J. a kolektiv (2002): Zpráva o povodni na Blanensku a ve Štěpánově nad Svratkou 15. července 2002. Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, 11 s. + přílohy 15 s.
- Šercl, P., Lett, P., Soukalová, E. (2002): Odtoková situace v srpnu 2002 v České republice. Meteorologické zprávy, roč. 55, č. 6, s. 188–192.
- Šercl, P. (2009): Vliv fyzicko–geografických faktorů na charakteristiky teoretických návrhových vln. Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu, sv. 54. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 88 s.
- Štefáček, S. (2008): Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset, Příbram, 743 s.
- Štekl, J., Brázdil, R., Kakos, V., Jež, J., Tolasz, R. (2001): Extrémní denní srážky na území České republiky v období 1879–2000 a jejich synoptické příčiny. Národní klimatický program České republiky, sv. 31, Praha, 140 s.
- Tolasz, R., Brázdil, R., Bulíř, O., Dobrovolný, P., Dubrovský, M., Hájková, L., Halášová, O., Hostýnek, J., Janouch, M., Kohut, M., Krška, K., Křivancová, S., Květoň, V., Lepka, Z., Lipina, P., Macková, J., Metelka, L., Míková, T., Mrkvica, Z., Možný, M., Nekovář, J., Němec, L., Pokorný, J., Reitschläger, J. D., Richterová, D., Rožnovský, J., Řepka, M., Semerádová, D., Sosna, V., Stříž, M., Šercl, P., Škáchová, H., Štěpánek, P., Štěpánková, P., Trnka, M., Valeriánová, A., Valter, J., Vaniček, K., Vavruška, F., Voženílek, V., Vráblík, T., Vysoudil, M., Zahradníček, J., Zusková, I., Žák, M., Žalud, Z. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, Praha, Olomouc, 251 s.
- Třeštík, Z. (2006): Komplexní hydrometeorologická analýza největších povodní na Svratce a Svitavě v 19.–20. století. Bakalářská práce. PřF, MU, Brno, 75 s.
- Vaishar, A., Munzar, J., eds. (2000): Povodně, krajina a lidé v povodí řeky Moravy. II. díl. Bulletin Grantového projektu Grantové agentury AV ČR číslo IAA3086903. Regiograph, Brno, 108 s.
- Vlček, V., Kestřánek, J., Kříž, H., Novotný, S., Píše, J. (1984): Vodní toky a nádrže. Academia, Praha, 316 s.
- Voda a katastrofy: Publikace vydaná ke Světovému dni vody 22. března 2004. Ministerstvo zemědělství v nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, s.r.o., Praha, 2004, 63 s.
- Vyhodnocení jarní povodně 2006 na území České republiky. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 2006, nestr.
- Wüllner, K., Vogelbacher, A., eds. (2004): Hochwasser. Naturereignis und Gefahr. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, 84 s.

Internetové zdroje :

- Münchener Rück (2005): Schadenspiegel. Themenheft – Risikofaktor Wasser. 48. Jahrgang, No. 3, München, 48 s. (http://www.munichre.com/publications/302-04692_de.pdf, cit. 2009–07–03).

7 PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA

Publikace:

- Sklenář, J., Brázdil, R. (2012): Vliv vodní nádrže Vír na maximální roční a povodňové průtoky na horní Svratce. Geografie, 117, č. 2, s. 192–208.
- Sklenář, J. (2012): Vyhodnocení srážek a teplot vzduchu v roce 2011. Střelický zpravodaj, roč. 31, č. 4, Úřad obce Střelice, Střelice, s. 9–10.

- Sklenář, J. (2011): Srážková a teplotní charakteristika roku 2010. *Střelický zpravodaj*, roč. 30, č. 5, Úřad obce Střelice, Střelice, s. 9.
- Sklenář, J. (2010b): Hydrometeorologické extrémy v červnu a červenci 2010. *Střelický zpravodaj*, roč. 29, č. 8, Úřad obce Střelice, Střelice, s. 3.
- Sklenář, J. (2009): Povodně jako součást přírodních extrémů – povodňový režim v povodí horní Svatky. *Země a cesty* č. 115, příloha Spisy Zeměpisného sdružení, 8, č. 2(22), 4 s.
- Sklenář, J. (2008a): Povodňový režim v povodí Želetavky – analýza kulminačních průtoků. In: Herber, V., ed.: *Fyzickogeografický sborník 6 – Fyzická geografie a trvalá udržitelnost. Sborník příspěvků z 25. výroční konference Fyzickogeografické sekce České geografické společnosti. Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity a Česká geografická společnost, Brno*, s. 159–164.
- Sklenář, J. (2007a): Povodně v ČR a povodňová měření. *Země a cesty*, č. 107 (1/2007). Příloha Spisy Zeměpisného sdružení, roč. 6, č. 17, Brno, 4 s.
- Sklenář, J. (2007b): Povodně v povodí horní Dyje – analýza kulminačních průtoků. In: Jakubíková, A., Broža, V., Szolgay, J., eds.: *Sborník příspěvků z workshopu Adolfa Patery 2007 na téma „Extrémní hydrologické jevy v povodích.“ ČVUT – Praha – Fakulta stavební, Slovenská vodohospodářská společnost, Praha, Bratislava*, s. 293–302.
- Sklenář, J. (2006b): Měření průtoků v období zvýšených a povodňových stavů na vodních tocích – jaro 2006. *Střelický zpravodaj*, roč. 25, č. 6, s. 4–5.
- Sklenář, J. (2006c): Letní povodeň na Dyji v roce 2006. *Střelický zpravodaj*, roč. 25, č. 12, s. 6–7.

Konference a vzdělávací kursy:

- Sklenář, J. (2010a): Floods and Droughts in the Czech Republic – Analysis of Extreme Discharges in the Upper Svatka-River Catchment. In: *Proceedings from the International Training Workshop on Desertification Combating held between 5–25 September 2010. Gansu Desert Control Research Institute Wuwei, Lanzhou and Beijing Forestry University, Wuwei, Gansu, China*, 6 pp. [CD]. Presentation.
- Žalio, R., Sklenář, J. (2010): Přístrojová technika hydrologické služby ČHMÚ na počátku 21. století. In: *Hydrologické dny 2010. Voda v měnícím se prostředí. Sborník příspěvků a posterových abstraktů ze 7. národní konference českých a slovenských hydrologů a vodohospodářů 25.–27. října 2010 v Hradci Králové. Vydalo Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha*, s. 265–266. Posterová prezentace.
- Sklenář, J. (2008b): Floods in the Czech Republic – Peak Discharges Analysis in the Upper Dyje Catchment and the Upper Svatka Catchment. In: *Proceedings from the International Postgraduate Course on „Climate Change and Desertification Processes – Assessment and Monitoring“ held between 7–26 December 2008. Mashav, Jerusalem; WMO, Geneva; and IMS, Tel–Aviv, Israel*. [DVD]. Presentation.
- Sklenář, J. (2008c): Hydrological Drought Assessment in the Southeast Part of the Czech Republic. In: *Proceedings from the International Workshop on „Drought Assessing, Monitoring and Damages Mitigation“ held between 16–27 June 2008. Menemen Soil and Water Resources Research Institute, Agrohydrology Research and Training Center (Turkey), and Regional Meteorological Training Center of Israel, Menemen – Izmir, Turkey*, 15 pp. [DVD]. Presentation and paper.
- Sklenář, J. (2006a): New Approache to Discharges Measurement used in the Flood Service of the Czech Hydrometeorological Institute during Floods in Spring 2006. *Intensive EU Workshop on „Natural Disaster Prevention and Reduction with Emphasis on Floods and Drought“ held from June 20 to June 29, 2006. Czech University of Agriculture, Prague*. Presentation.

Účast bez prezentace:

- 2011: International Training Course on „Flash Flood Forecasting“ held between 12–16 September 2011. WMO Regional Training Centre, TSMS, Istanbul, Turkey.
- 2010: Intensive ELLS Summer School on „Water Disaster Prevention“ held from June 20 to June 26, 2010. Czech University of Life Sciences, Prague.
- 2009: Mezinárodní konference „Sociální, ekonomické a environmentální aspekty bleskových povodní“, 26. listopadu 2009. Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno.