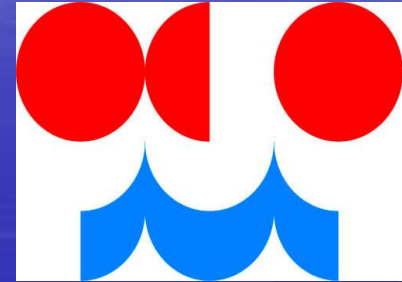


Analýza povodní v povodí Svratky nad Brněnskou přehradou



Jiří Sklenář
Masarykova univerzita
Přírodovědecká fakulta
Geografický ústav



a
Český hydrometeorologický ústav
Brno, 2013



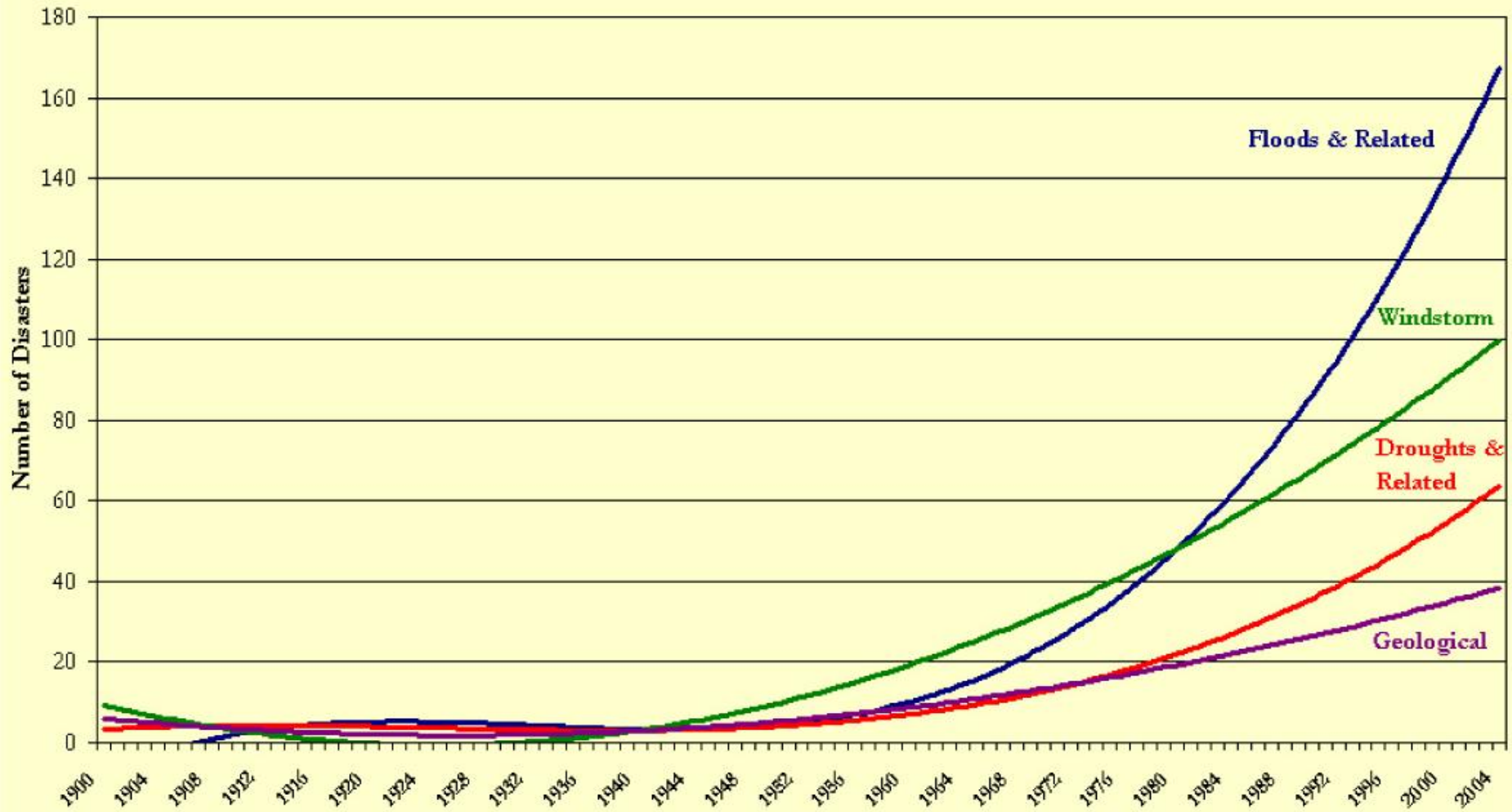
Veverská Bítýška (Svratka), únor 2012



Crhov (Hodonínka), červenec 2002

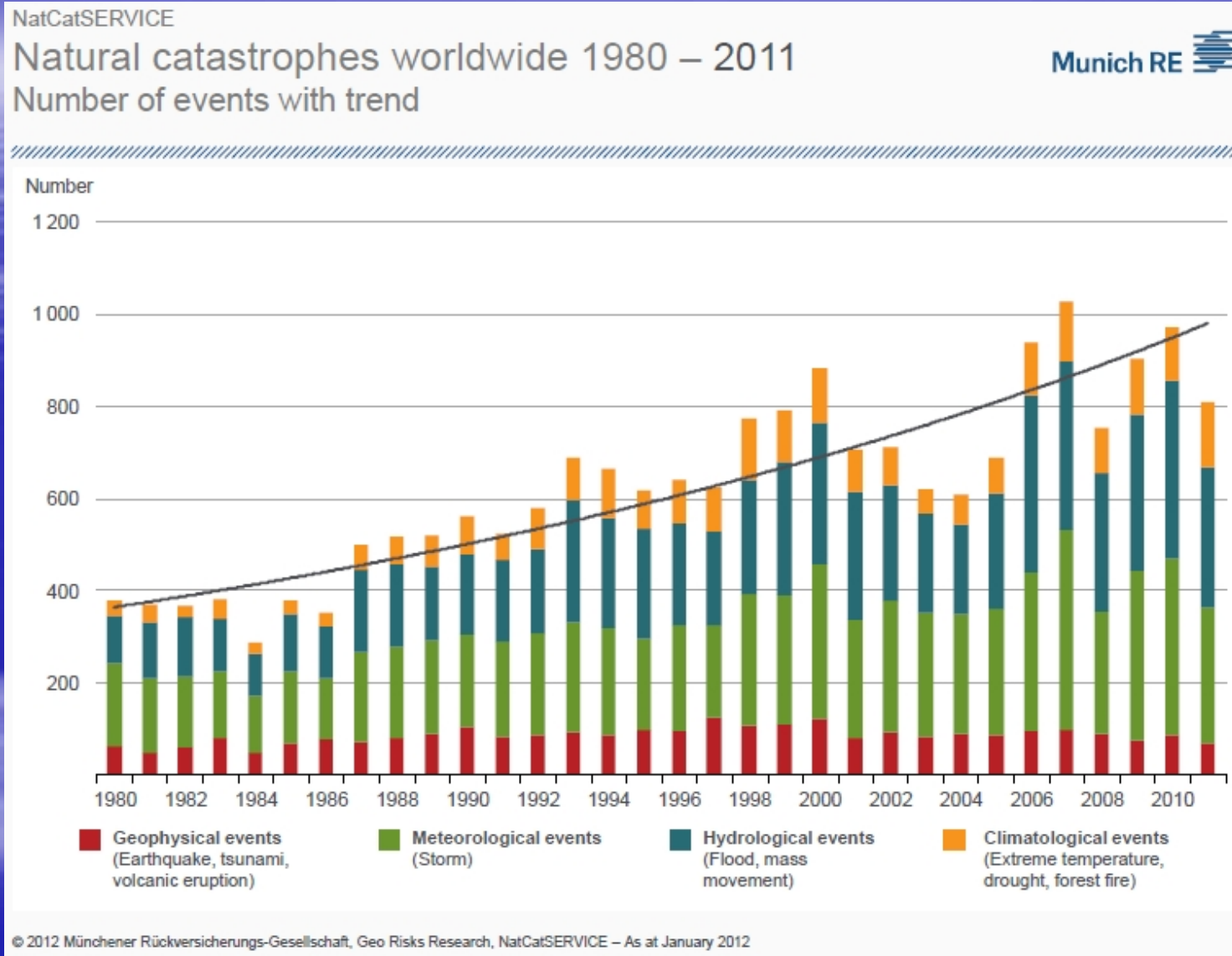
TREND IN DISASTER OCCURENCE 1900-2004

Worldwide polynomial time trends for the four major types of natural disasters: 1900 - 2004



Source: EM-DAT : The OFDA/CRED International Disaster Database.
<http://www.em-dat.net>, UCL - Brussels, Belgium

Přírodní katastrofy ve světě v letech 1980–2011 – počet případů včetně trendu



Munich Re, 2012:

(http://www.munichre.com/app_pages/www/@res/pdf/media_relations/press_releases/2012/2012_01_04_munich_re_natural-catastrophes-2011_en.pdf, cit. 2012–10–30)

Významné povodně v České republice v období 1995–2010 (–2013)

Povodeň	Typ povodně	Postižená oblast	Nejvyšší dosažená extremita vyjádřená N-letostí kulminačního průtoku (dobou opakování N let)	Dopady povodní	
				Počet obětí	Škody [mln. Kč]
červenec 1997	letní povodeň z regionálních dešťů, dvě povodňové vlny	povodí Moravy, Odry a horního Labe	100 až 500, výjimečně > 500	60	62,6
červenec 1998	přivalová povodeň	podhůří Orlických hor - Dědina, Bělá (pravostranné přítoky Orlice)	> 100	10 *)	1,8
březen 2000	jarní povodeň z tání sněhu a dešťů	povodí horního Labe a Jizery	50 až 100, výjimečně > 100	2	3,8
srpen 2002	letní povodeň z regionálních dešťů, dvě povodňové vlny	povodí Vltavy, Berounky a dolního Labe, povodí Dyje	200 až 1000, někde > 1000	16-19	75
březen/ duben 2006	jarní povodeň z tání sněhu a dešťů	povodí Dyje, Moravy, Sázavy, Lužnice a další (velká část ČR)	50 až 100, výjimečně > 100	9	6,2
červen/ červenec 2009	přivalová povodeň	Novojíčínsko, Jesenicko, Děčínsko, jižní Čechy (Blanice, Volyňka)	100, > 100, někde >> 100	15	8,5
květen/ červen 2010	letní typ z regionálních dešťů, dvě povodňové vlny	povodí Odry a Moravy	50 až 100, výjimečně > 100	3	5,1
srpen 2010	letní povodeň s prvky přivalové povodně	povodí Smědé, Lužické Nisy, Ploučnice a Kamenice	50 až 100, > 100, výjimečně > 1000	5	10,1
červen 2013 **)	letní povodeň z regionálních dešťů, dvě povodňové vlny + jedna přivalová	povodí Vltavy a Berounky, Dolní Vltava, Labe	20 až 50, ojediněle > 100	16	15,4

*) Daňhelka et al., eds, 2014 uvádějí 6 obětí

***) Daňhelka et al., eds, 2014

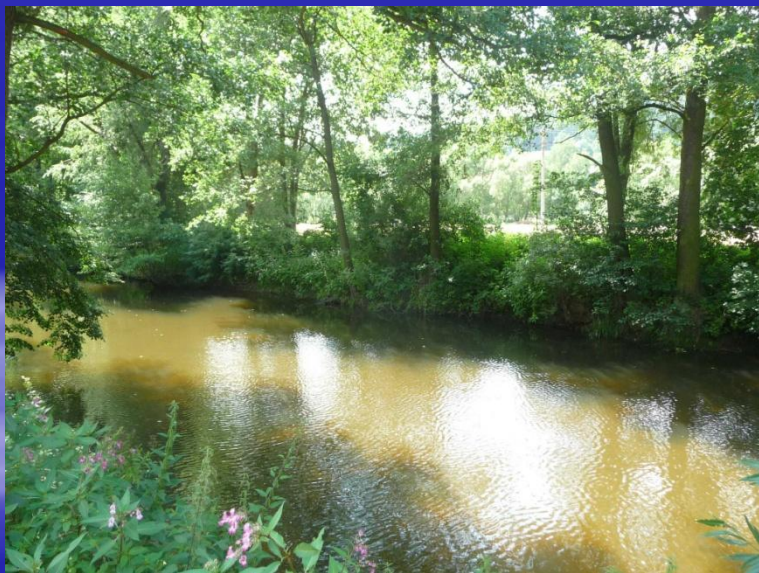
Daňhelka et al., eds., 2012 – upraveno

Výběr tématu disertační práce

- Stále trvající povodňové nebezpečí pro město Brno, které leží na soutoku řek Svatky a Svitavy – klíčový důvod výběru tématu
- Ve studovaném území dosud nebylo provedeno detailnější vyhodnocení kolísání povodní se zřetelem na četnost výskytu povodní, jejich sezonalitu a extremitu

Hlavní cíl disertační práce

- Hlavním cílem disertační práce je 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



Svatka asi 200 m nad Nedvědicí,
situace 2. srpna 2011, foto J. Sklenář

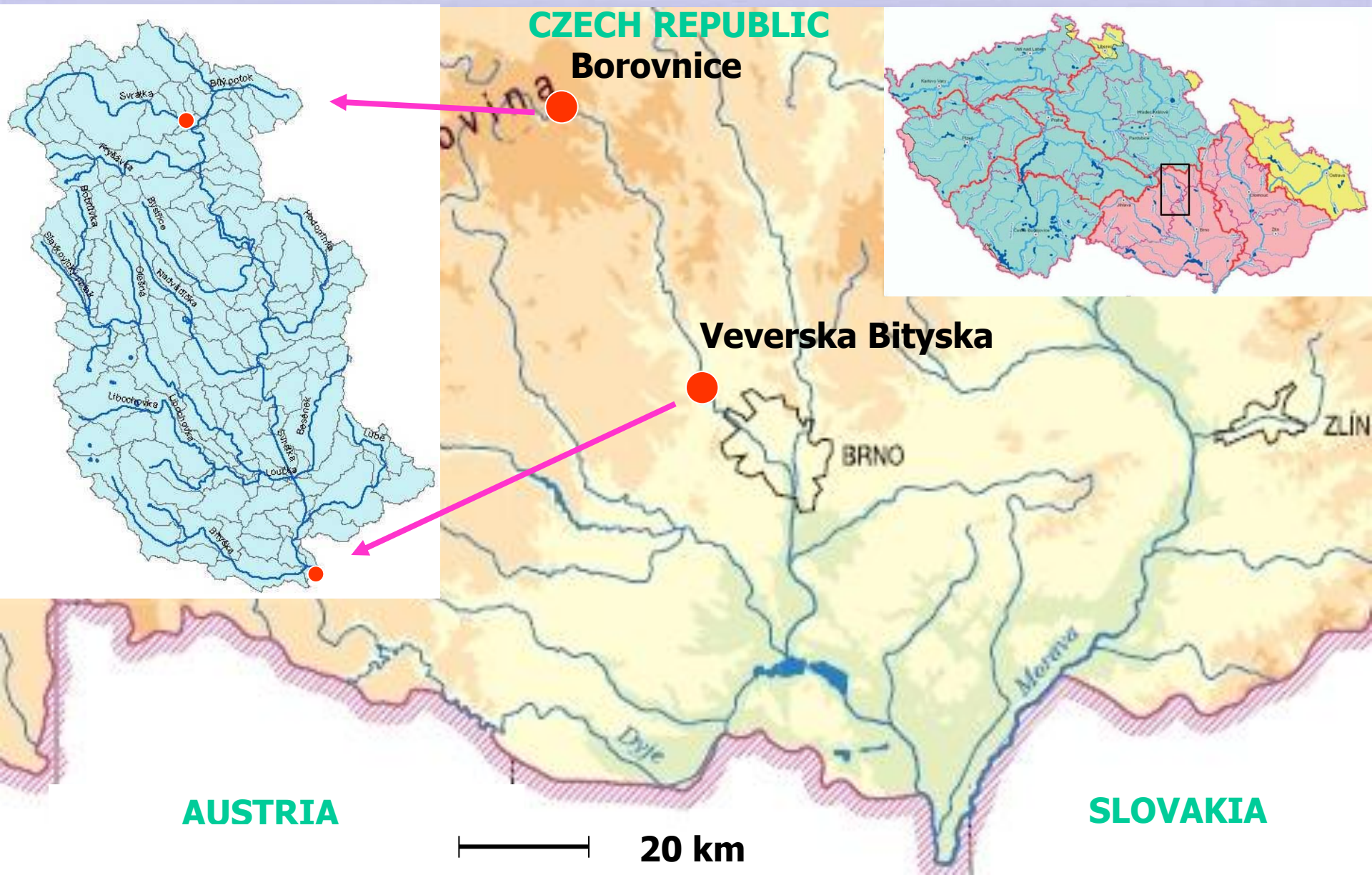


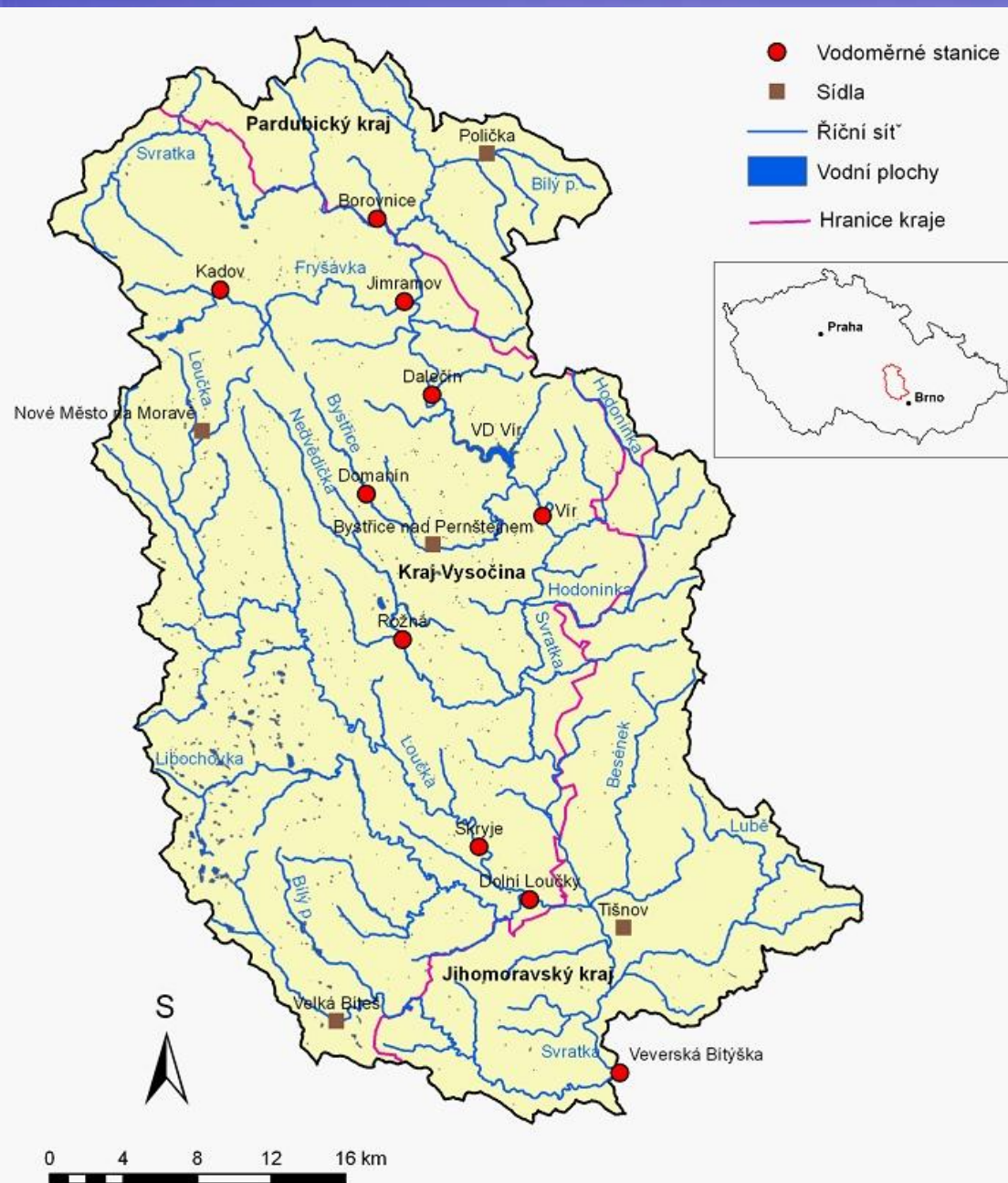
Hráz vodní nádrže Vír I, situace
9. září 2009, foto J. Sklenář

Dílčí cíle disertační práce

- Shrnutí dosavadních poznatků o studované problematice povodní a uvedení současného stavu poznání daného tématu se zřetelem na povodí Svratky
- 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
- Hydrometeorologická analýza vybraných významných povodňových situací
- Zpracování časoprostorové kvantitativní analýzy maximálních ročních průtoků a povodní na horní Svratce (od pramene pod hráz VD Vír) v období před a po výstavbě vodních děl Vír I a Vír II

Výběr zájmového území





plocha území: 1480,55 km²

85,8 % z plochy povodí Svatky nad Svitavou

36 % z plochy povodí Svatky nad Jihlavou

20,8 % z plochy povodí Svatky nad Dyjí

Vybrané charakteristiky k závěrovému profilu: (zdroj: ČHMÚ, období 1931–1980)

Dlouhodobý průměrný průtok: 7,962 m³.s⁻¹

Průměrná roční srážka na povodí: 653 mm

Specifický odtok: 5,4 l.s⁻¹.km⁻²

Součinitel odtoku: 26 %

Lesnatost: 38 %

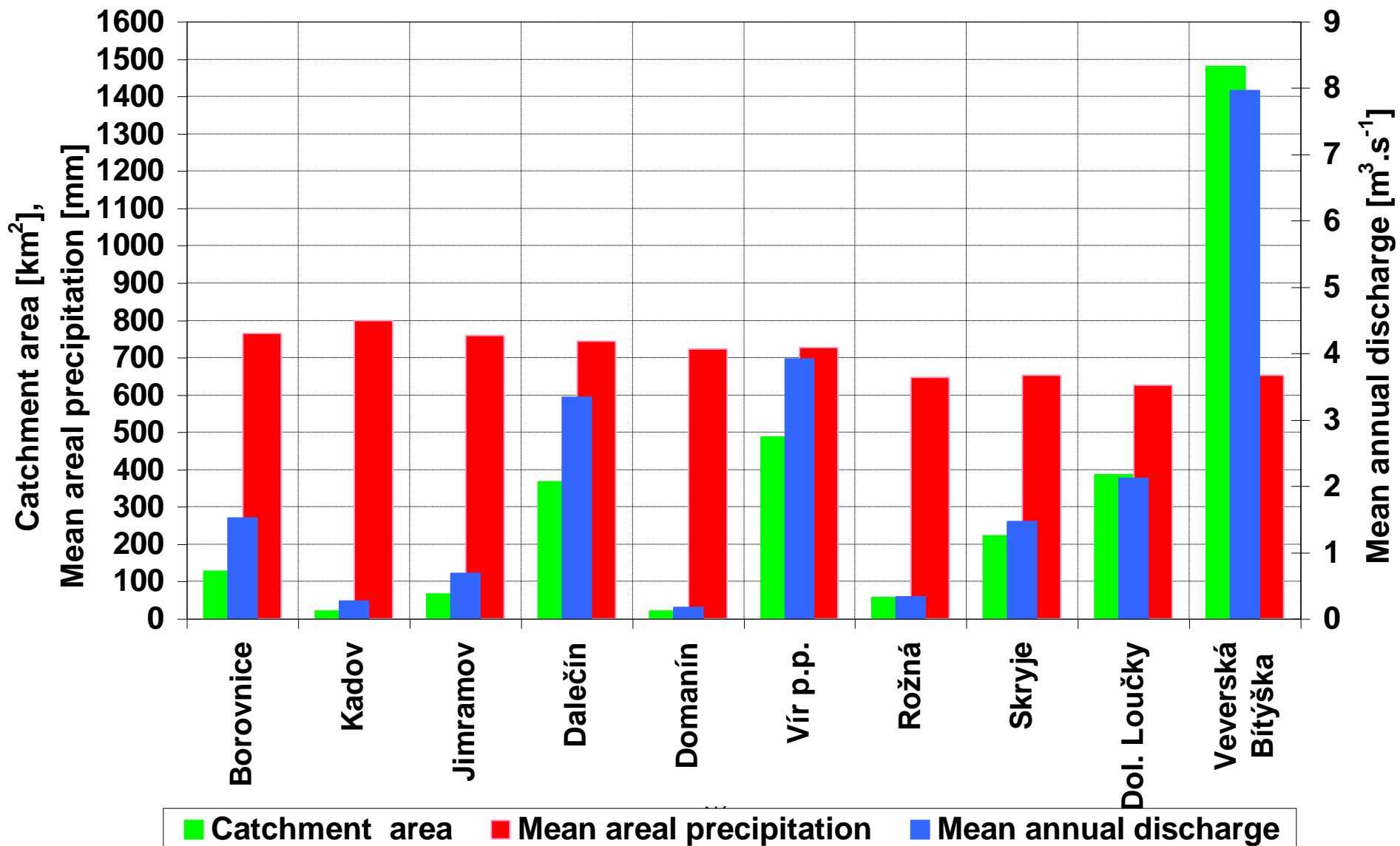
Základní informace o analyzovaných vodoměrných stanicích. Stav: duben 2012

Charakteristika/Stanice	Borovnice	Kadov	Jimramov	Dalečín	Domanín	Vir	Rožná	Skryje	Dolní Loučky	Veverská Bítýška
Vodní tok	Svratka	Fryšávka	Fryšávka	Svratka	Bystřice	Svratka	Nedvědička	Loučka	Loučka	Svratka
Hydrologické číslo povodí	4-15-01-007	4-15-01-024	4-15-01-026	4-15-01-033	4-15-01-038	4-15-01-043	4-15-01-066	4-15-01-096	4-15-01-110	4-15-01-141
Staničení [km]	141,0	20,0	0,5	125,6	15,6	110,0	10,8	9,3	3,7	66,7
Plocha povodí [km ²]	127,95	20,86	65,83	367,06	21,44	486,86	56,77	222,22	385,88	1480,55
Vodní stavy	1911	1979	1953–1962, 1979–	1949	1957	1913	1968	1940	1914	1895–1913, 1927–
Limnigraf	**) 1939	1984	1979	1949	1959	1914	1988	1940	1924	1936
Průtoky	1924	1979	1979	1949	1957	1924	1968	1950	1935	1926
Q _a [m ³ .s ⁻¹] 1931–1980	1,515	0,272	0,683	3,339	0,174	3,920	0,330	1,462	2,118	7,962
Q _a [m ³ .s ⁻¹] –2011	1,479	0,274	0,707	3,305	0,165	3,847	0,361	1,442	2,131	7,970
	1925–2011	1980–2011	1980–2011	1950–2011	1958–2011	1925–2011	1969–2011	1951–2011	1936–2011	1927–2011
Q _{max} [m ³ .s ⁻¹]	60,0	13,1	24,9	141,0	6,3	195,0	21,7	71,5	94,0	326,0
Datum výskytu Q _{max}	17.7.1965	25.6.2009	13.8.2002	17.7.1965	11.3.1981	25.8.1938	15.7.2009	31.3.2006	25.8.1938	26.8.1938
Q _{min} [m ³ .s ⁻¹]	0,080	0,028	0,092	0,130	0,001	0,100	0,010	0,060	0,070	0,210
Datum 1. výskytu Q _{min} v roce, počet případů v roce	6.1.1964	7.8.2008	29.7.2007	23.1.1964	18.10.1976	*) 24.6.1934	1.10.1992	22.7.1952	18.8.1947	25.7.1956
	24	1	1	1	3	6	1	1	1	1
Teplota vody	---	---	---	1953–1997	---	1954–1962, 1970–	---	---	2010–	1940–1997
Stanice firmy NOEL	1994	1994	1994	1994	1992	1994	1994	1994	1994	1994
Stanice firmy Fiedler	ne	ne	2010	2007	ne	2007	ne	2009	2007	2007
Limnigraf dosud v provozu	ano	ne	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano
Stanice SAE	ano	ne	ano	ano	ne	ano	ne	ne	ne	ano

*) 6.7.1930, 3 případy

***) Dostál et al. (2001) uvádějí rok 1936

Water-gauge stations



Použitá data a metody zpracování

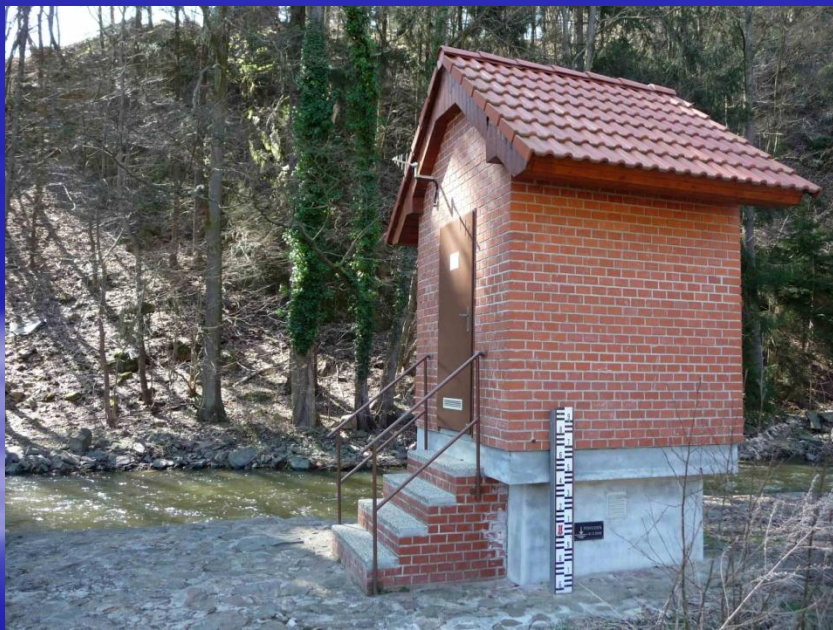
- 10 vodoměrných stanic (4 na Svratce, 6 na přítocích)
- Na stanicích rozdílná délka řad průtoků od počátku jejich vyhodnocování (Borovnice a Vír – od roku 1925, Veverská Bítýška – 1927, Dolní Loučky – 1936, nejkratší řady průtoků – Kadov a Jimramov na Fryšávce – 1980)
- Pro vzájemné porovnání stanic – společné období 1980–2011, doplněné o informace z celých období pozorování
- **Maximální roční vodní stavy** – archiv ČHMÚ
- Zpracování archivních materiálů – historie hydrologických měření
- **Průměrné měsíční a průměrné roční průtoky** – statistické zpracování a zhodnocení kolísání odtoku
- **Maximální měsíční a maximální roční průtoky Q_{\max} a dále všechny případy povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$**
- Základní statistické zpracování řad Q_{\max}
- Analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$, která zahrnuje kolísání četnosti, sezonality a extremity
 - dekádové četností výskytu
 - ukazatel povodňového režimu (index sezonality)
 - chronologie povodní pro jednotlivé vodoměrné stanice

Použitá data a metody zpracování

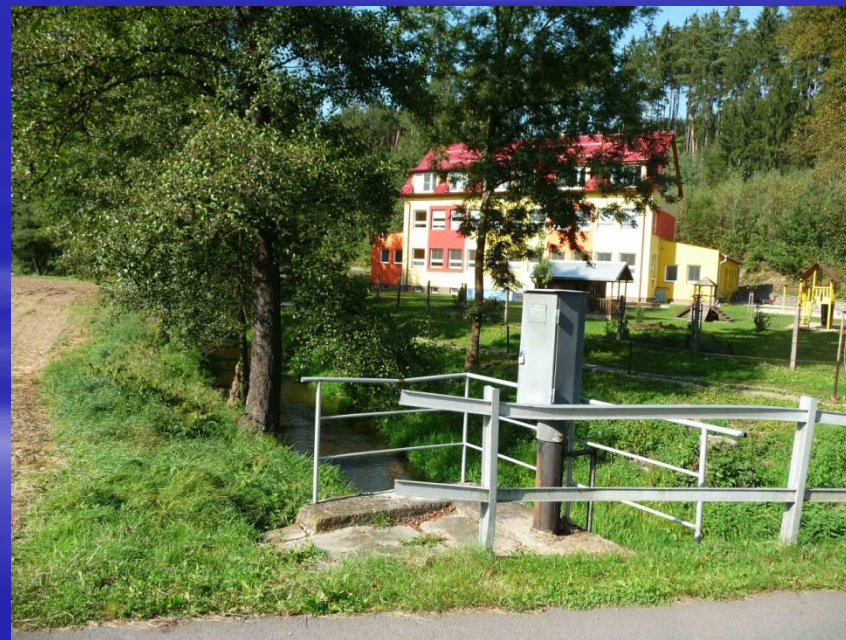
- Analýza povodní – se zřetelem na jejich N-letost, výskyt v zimním (listopad–duben) a v letním (květen–říjen) hydrologickém půlroce (kalendářní roky) a výskyt v jednotlivých měsících roku
- Povodňové vlny se dvěma vrcholy – sledován pokles hladiny mezi nimi. Při poklesu pod $Q_{0,5}$ – zaznamenány dvě povodně
- **Průměrná denní teplota vzduchu, denní úhrny srážek, příp. výška sněhové pokrývky** z vybraných stanic meteorologické staniční sítě ČHMÚ – pro hodnocení meteorologických příčin povodní v zimním hydrologickém půlroce
- Index předchozích srážek API_{30} pro dešťové povodně
- Hydrogramy vybraných významných povodní
- Digitalizace vodních stavů z limnigramů (archiv ČHMÚ)
- Analýza vlivu vodního díla Vír na maximální roční a povodňové průtoky a na změny v ročním režimu průtoků na horní Svatce za využití statistických metod
 - porovnání režimu průtoků před a po výstavbě VD Vír
 - metoda dvojnásobné součtové čáry → neovlivněné (1925–1953) a ovlivněné období (1954–2011)
 - testování statistické významnosti rozdílů mezi rozptyly (F-test) a průměry (t-test) obou období

Použitá data a metody zpracování

- porovnání režimu průtoků před a po výstavbě VD Vír
- Výpočet korelačních koeficientů řad Q_{\max} – obě období
- Pro jednotlivé roky počítány rozdíly ve velikosti kulminačních průtoků ΔQ na obou stanicích a časové diference Δt mezi dobou jejich výskytu



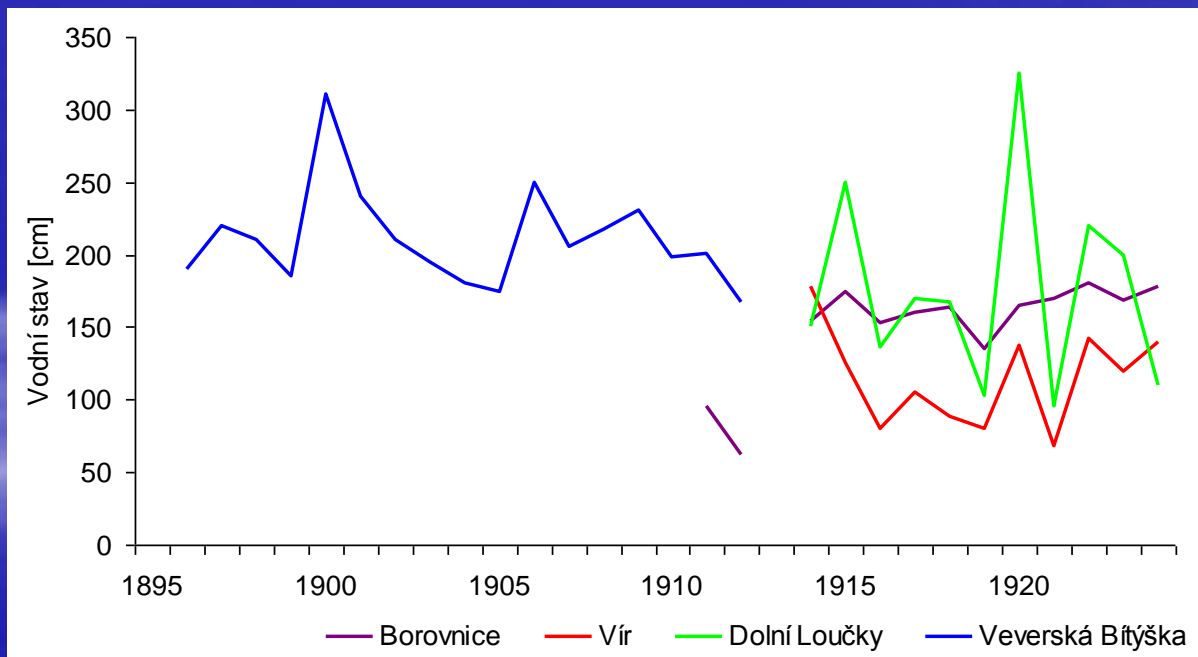
Vodoměrná stanice ve Skryjích (Loučka).
Situace 7. dubna 2010, foto J. Sklenář



Vodoměrná stanice v Rožné (Nedvědička).
Situace 9. září 2009, foto J. Sklenář

Hlavní dosažené výsledky – historie hydrologických měření

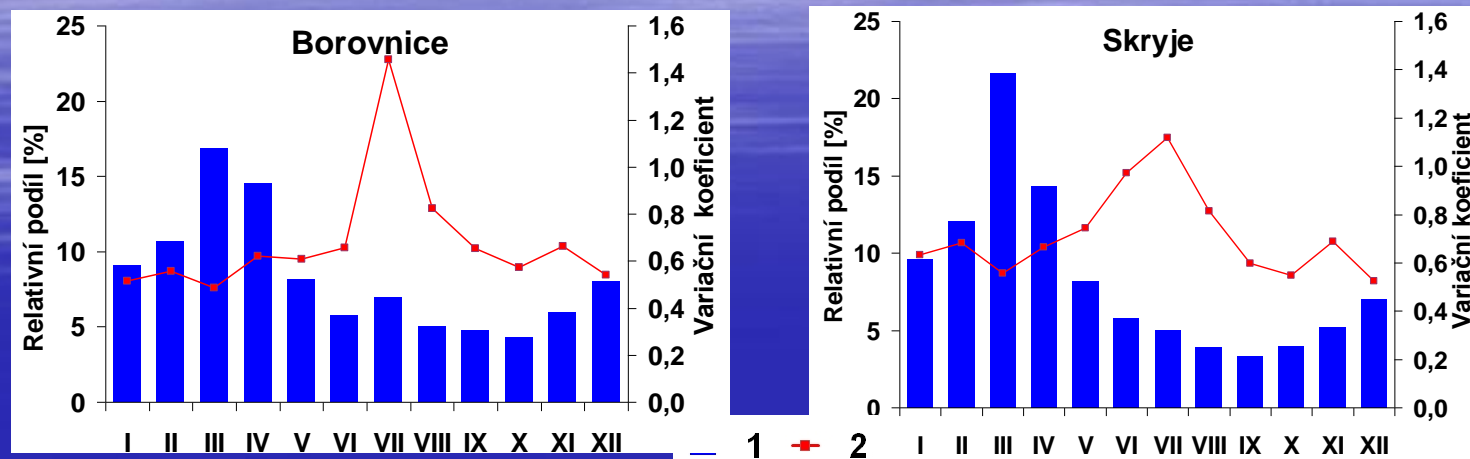
- Zpracována historie systematických hydrologických měření na deseti zmíněných stanicích – vodní stavy: Veverská Bítýška (od roku 1895), Borovnice (1911), Vír 1913, Dolní Loučky (1914) a dále průtokové řady od počátku jejich vyhodnocování



Maximální roční vodní stavy ve vybraných vodoměrných stanicích v letech 1896–1924

Hlavní dosažené výsledky – kolísání odtoku

- Základní statistické zpracování řad průměrných měsíčních a ročních průtoků včetně kontroly podkladových hydrologických dat



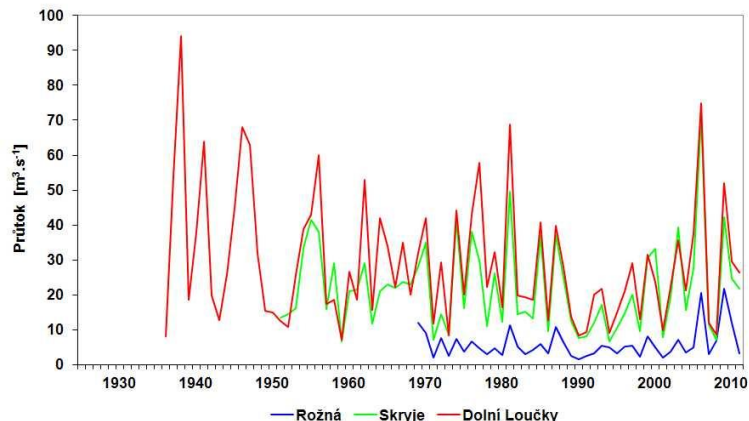
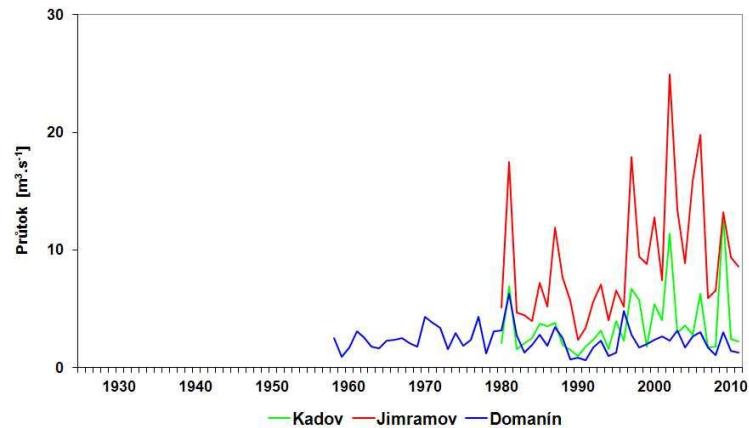
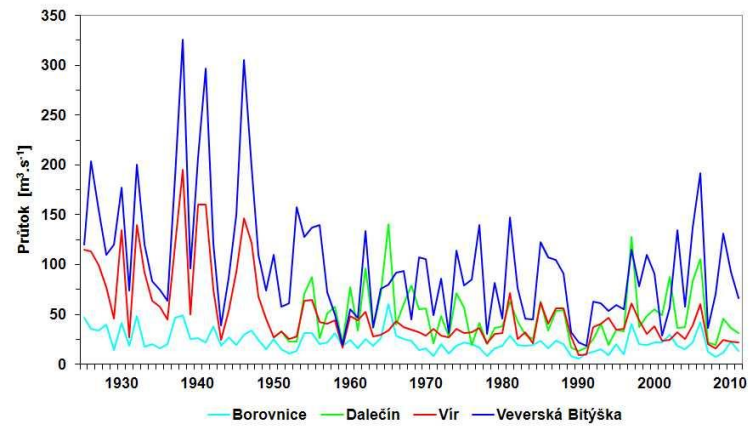
Relativní podíly [%] průměrných měsíčních průtoků na jejich ročním chodu (1) a roční chod variačních koeficientů (2) (období 1980–2011)

- Určení míry vodnosti kalendářních roků

MV roky v pořadí od nejvodnějšího roku k méně vodným rokům v období 1980–2011 (p – pravděpodobnost překročení podle vzorce Čegodajeva – viz Netopil et al., 1984)

Pořadí	p [%]	Borovnice	Kadov	Jimramov	Dalečín	Domanín	Vír	Rožná	Skryje	D. Loučky	V. Bítýška
Mimořádně vodné roky - MV											
1	2,2	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	2010	1987
2	5,2	1997	2006	2006	1997	1981	1997	1985	2010	1987	2010
3	8,3	2006	2002	1997	2010	2010	2010	2010	2006	1997	1997

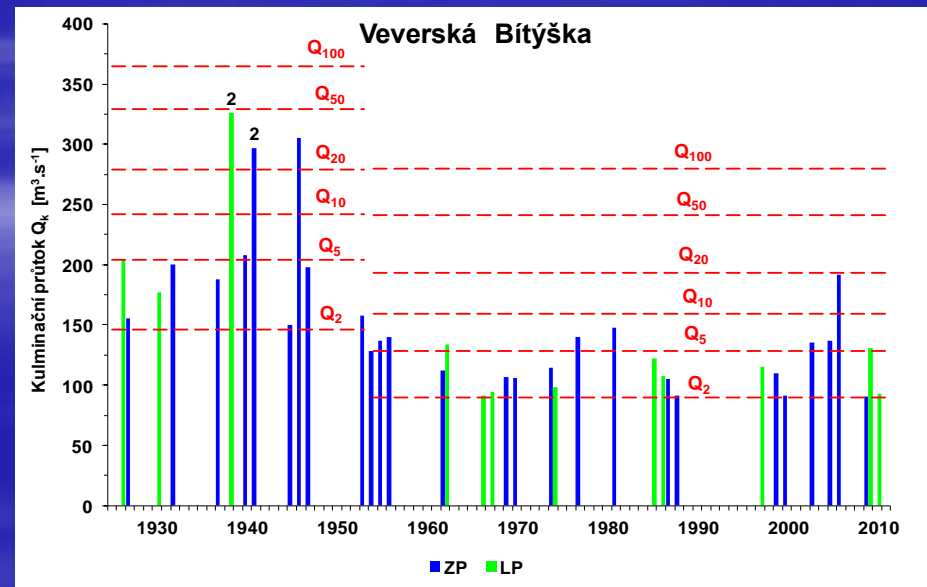
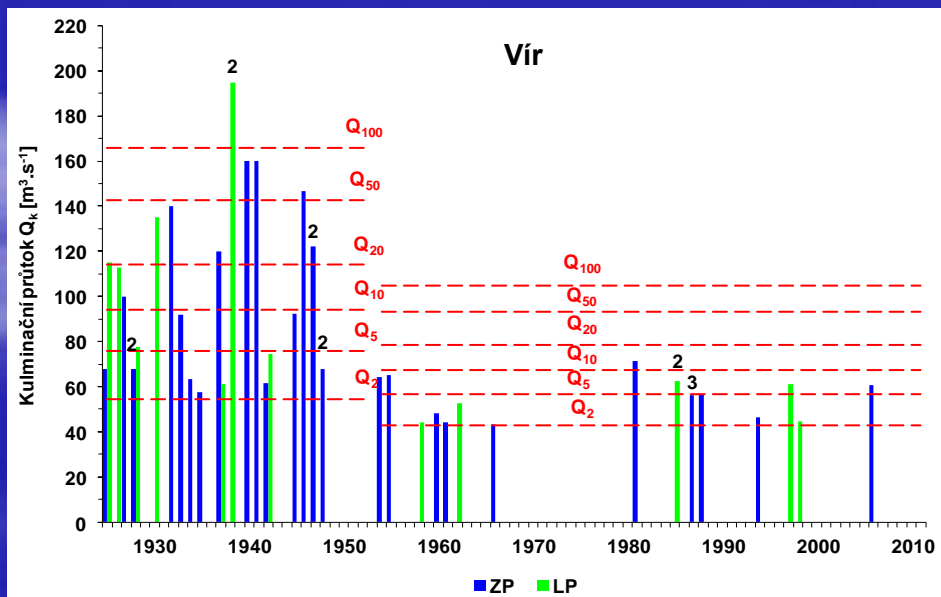
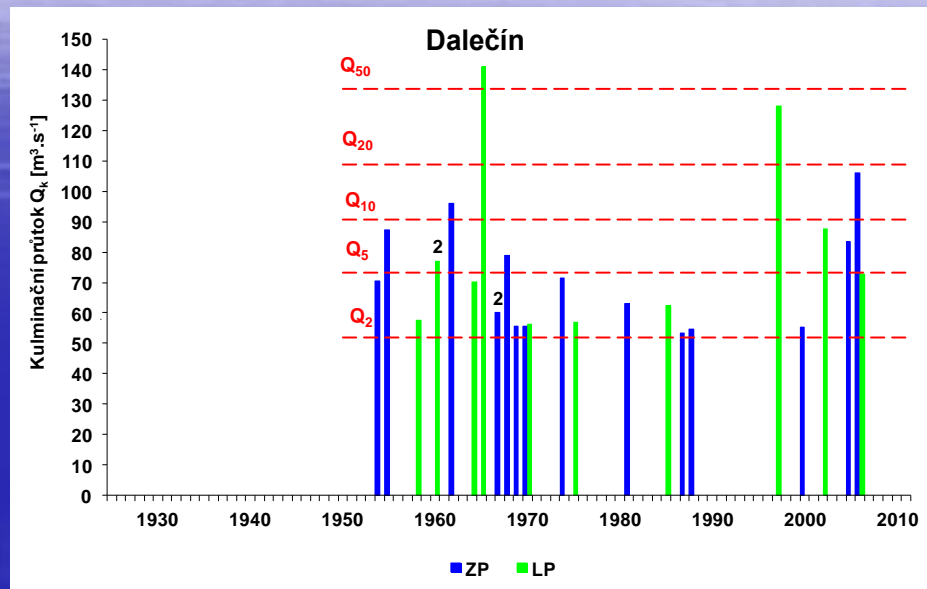
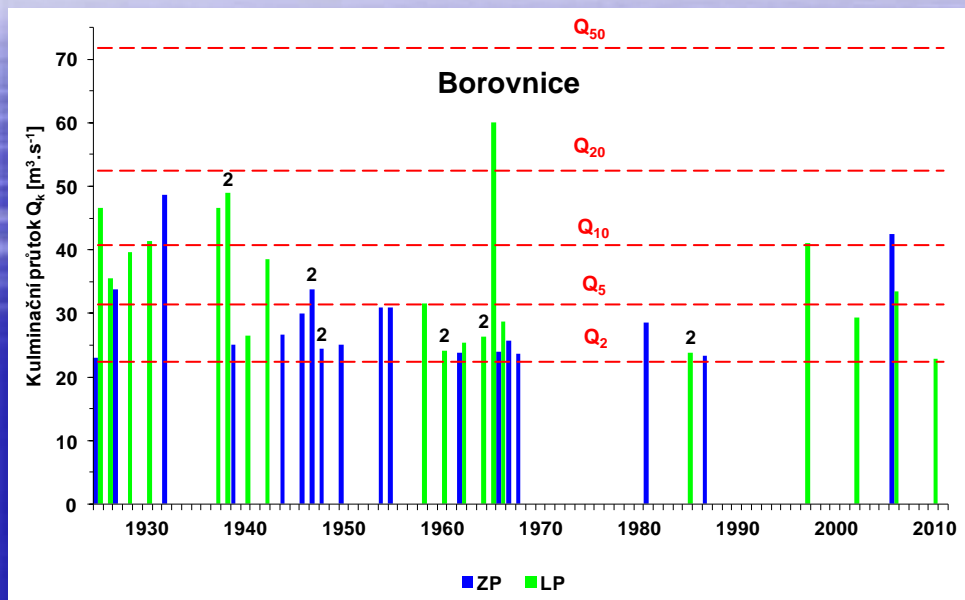
Hlavní dosažené výsledky – maximální roční průtoky Q_{max}



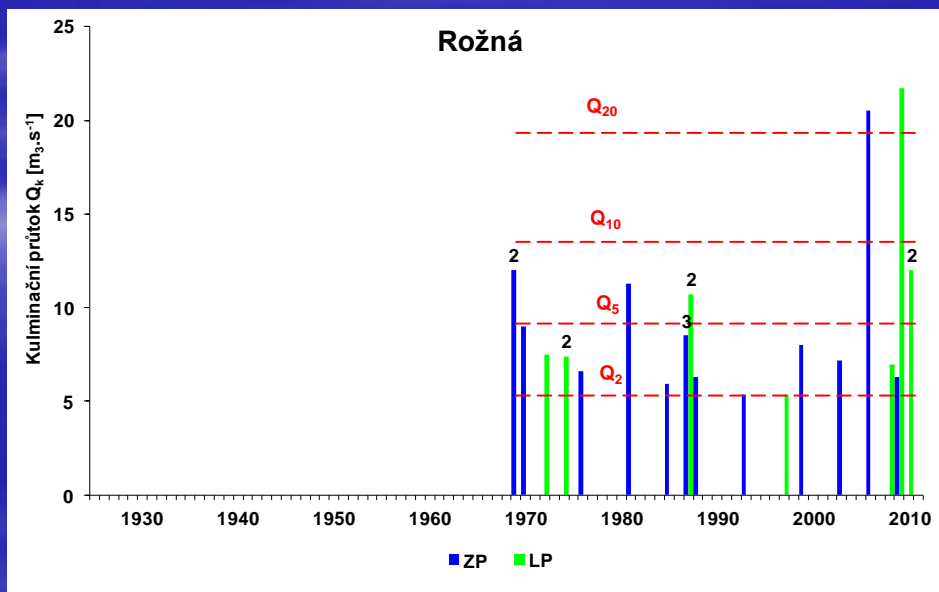
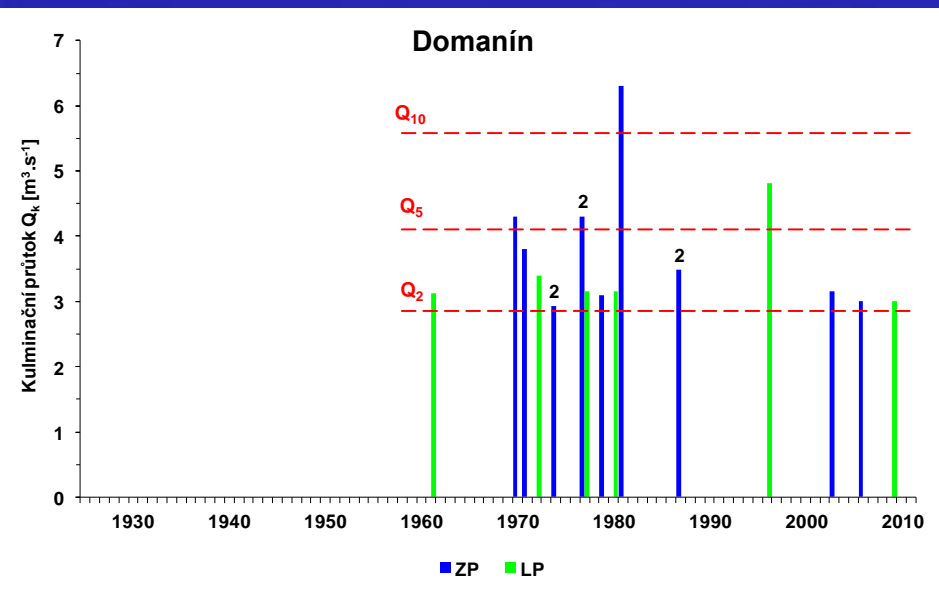
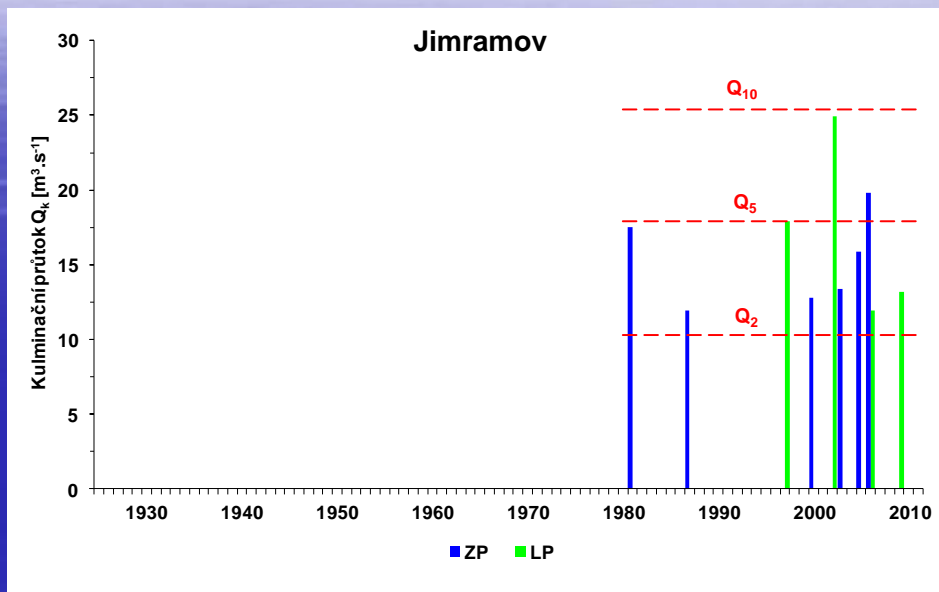
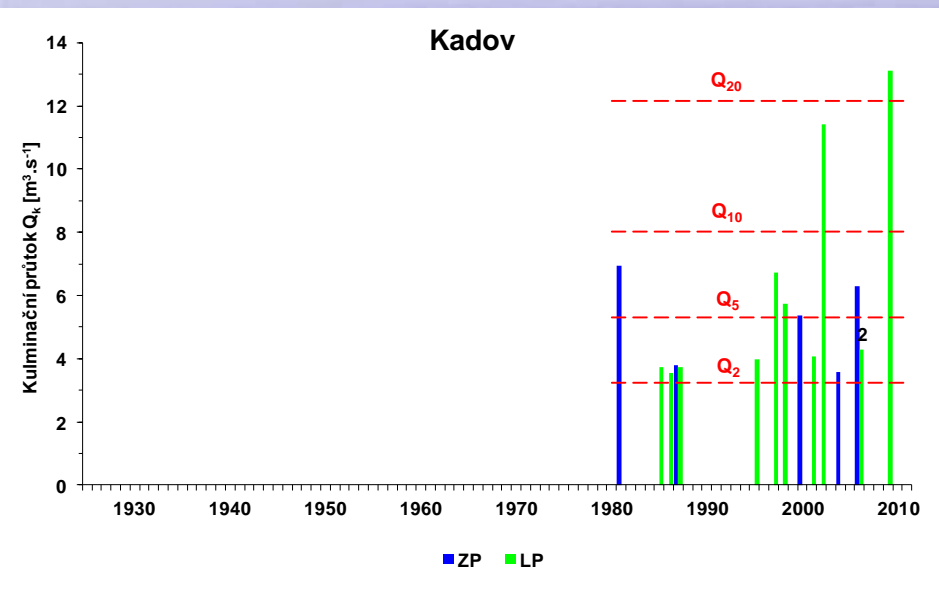
Stanice	Období od počátku vyhodnocování průtoků					
	Období	Počet let	Q_{maxp1} [m ³ .s ⁻¹]	S_1 [m ³ .s ⁻¹]	C_{v1}	t_1 [m ³ .s ⁻¹ / 10 let]
Borovnice	1925–2011	87	22,6	10,6	0,471	-1,7
Kadov	1980–2011	32	-	-	-	-
Jimramov	1980–2011	32	-	-	-	-
Dalečín	1950–2011	62	47,4	26,9	0,569	-0,9
Domanín	1958–2011	54	2,3	1,1	0,461	-0,1
Vír	1925–2011	87	52,0	37,6	0,722	-8,6
Rožná	1969–2011	43	5,9	4,4	0,741	0,6
Skryje	1951–2011	61	22,0	12,7	0,578	0,1
Dolní Loučky	1936–2011	76	29,3	18,3	0,624	-1,7
Veverská Bítýška	1925–2011	87	100,6	60,8	0,604	-9,4

Stanice	Období 1980–2011 (32 let)						
	Q_{maxp2}		S_2		C_{v2}		t_2 [m ³ .s ⁻¹ / 10 let]
	hodnota [m ³ .s ⁻¹]	odch. v % vůči Q_{maxp1}	hodnota [m ³ .s ⁻¹]	odch. v % vůči S_1	hodnota [m ³ .s ⁻¹]	odch. v % vůči C_{v1}	
Borovnice	18,7	-17,1	8,4	-20,6	0,451	-4,2	0,2
Kadov	3,7	-	2,8	-	0,749	-	0,8
Jimramov	9,1	-	5,4	-	0,591	-	2,1
Dalečín	44,6	-5,8	26,2	-2,9	0,586	3,0	4,0
Domanín	2,3	-3,6	1,2	9,4	0,523	13,4	-0,3
Vír	35,2	-32,4	15,7	-58,2	0,447	-38,1	-5,1
Rožná	5,9	0,9	4,8	9,2	0,802	8,2	1,6
Skryje	21,4	-3,0	14,8	16,3	0,692	19,7	2,6
Dolní Loučky	25,3	-13,7	16,2	-11,3	0,642	2,9	1,8
Veverská Bítýška	79,7	-20,8	41,3	-32,1	0,518	-14,2	8,2

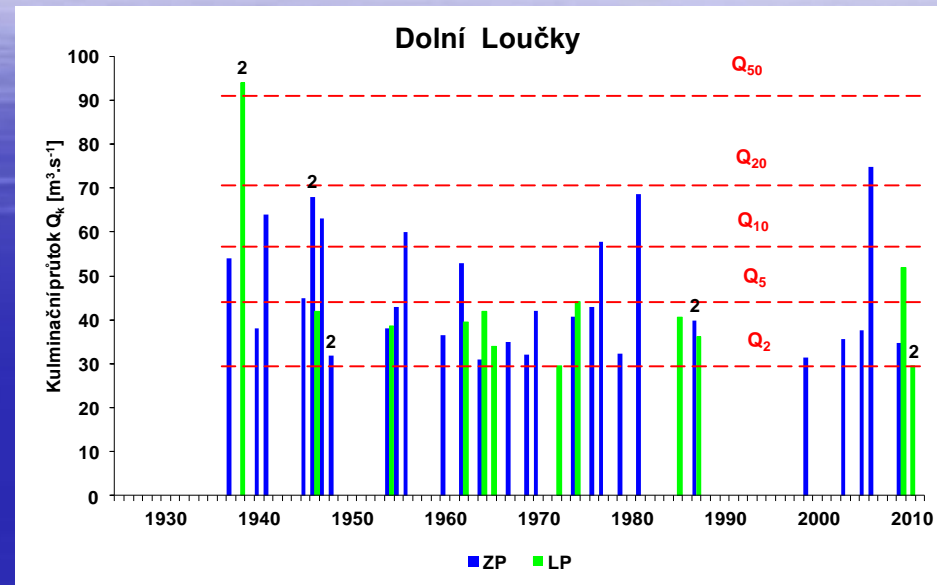
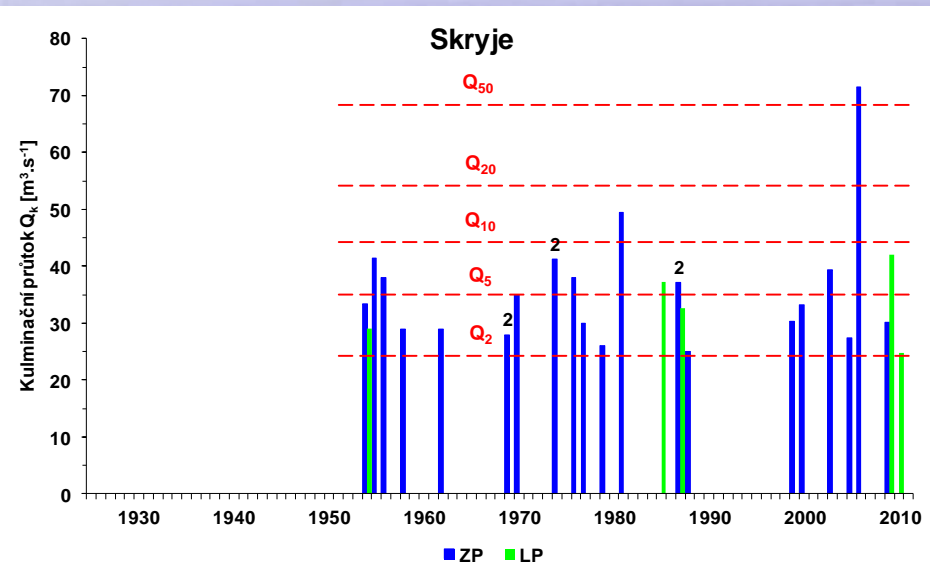
Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – chronologie povodní – Svratka



Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – chronologie povodní – přítoky Svratky

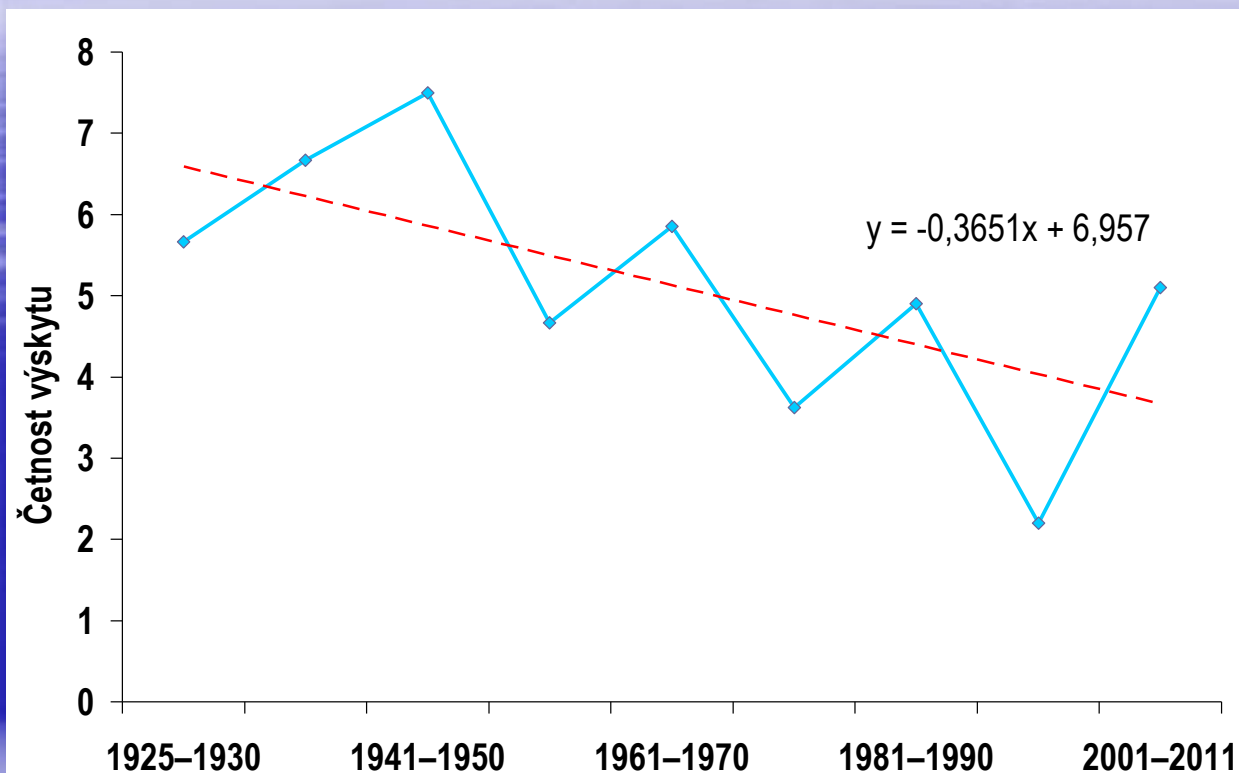


Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – chronologie povodní – přítoky Svratky



Chronologie povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ na analyzovaných stanicích (kalendářní roky) se zřetelem na jejich N-letost (Q_N) a výskyt v zimním (ZP: listopad–duben) a letním (LP: květen–říjen) hydrologickém půlroce

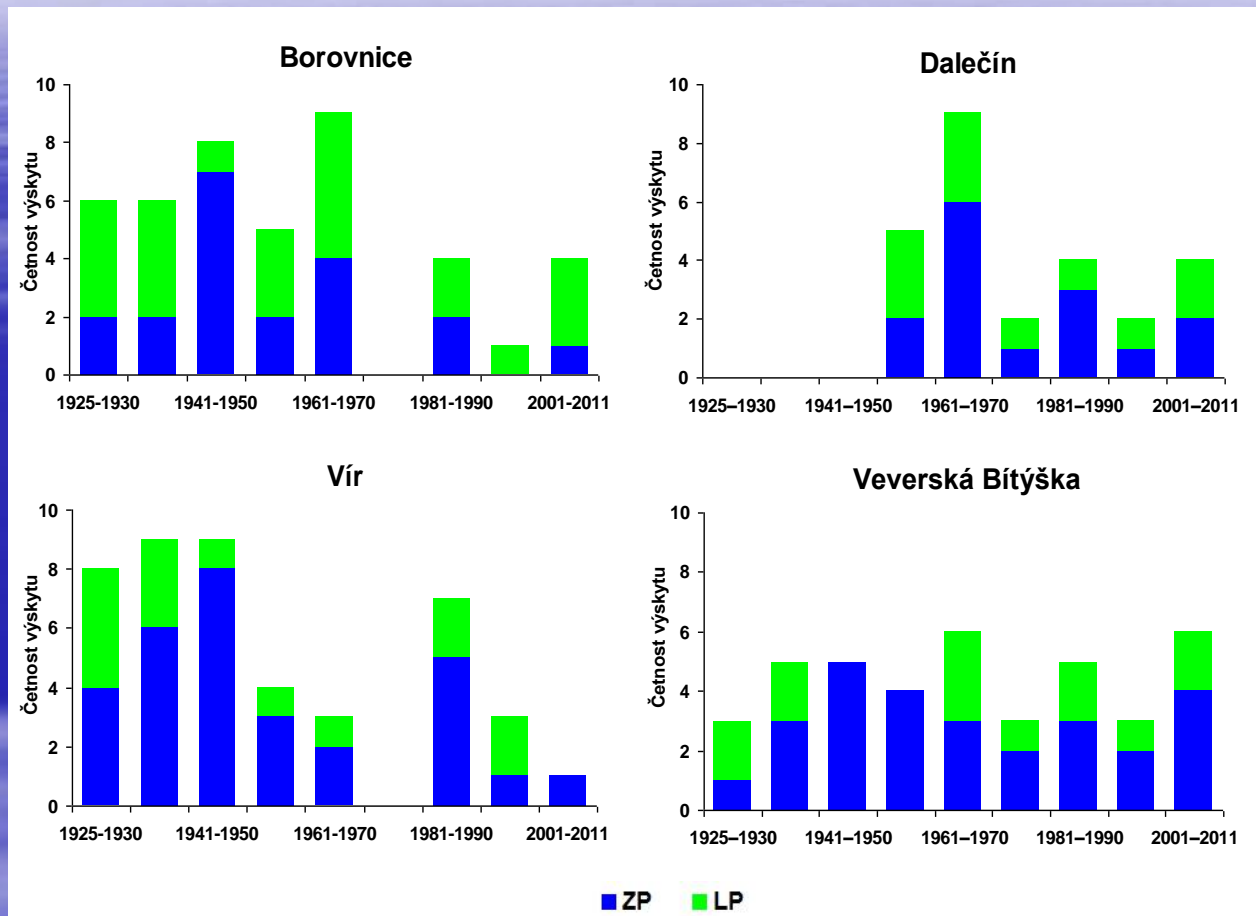
Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – četnost výskytu



Průměrné dekádové četnosti povodní připadající na jednu stanici – (1925–2011)

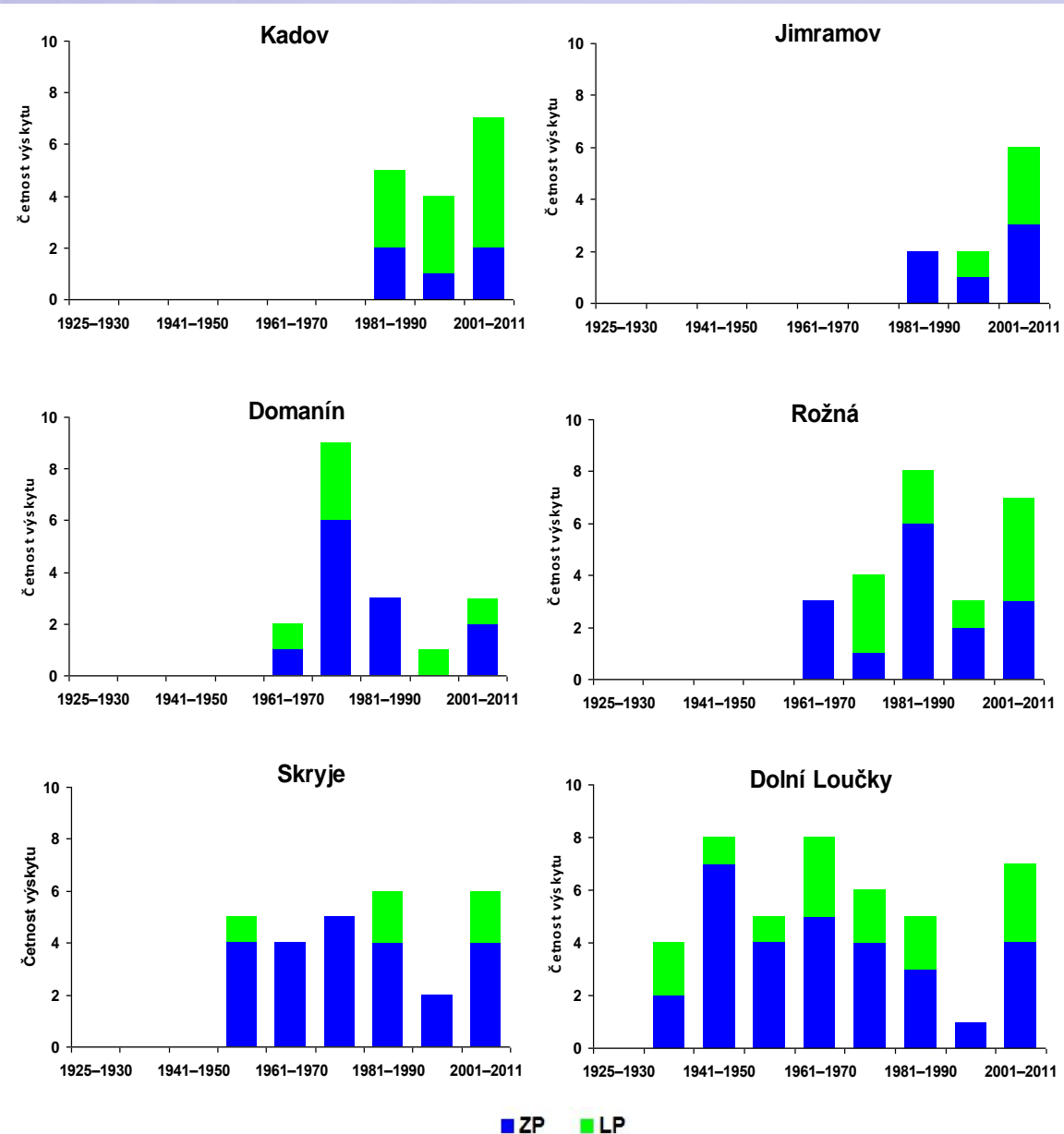
Dekáda	Průměrný počet povodní za dekádu	Počet stanic	Pořadí sestupně
1925–1930	5,7	3	4
1931–1940	6,7	3	2
1941–1950	7,5	4	1
1951–1960	4,7	6	7
1961–1970	5,9	7	3
1971–1980	3,6	8	8
1981–1990	4,9	10	6
1991–2000	2,2	10	9
2001–2011	5,1	10	5
průměr celé období	5,1	-	-
průměr 1981-2011	4,1	-	-

Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – sezonalita



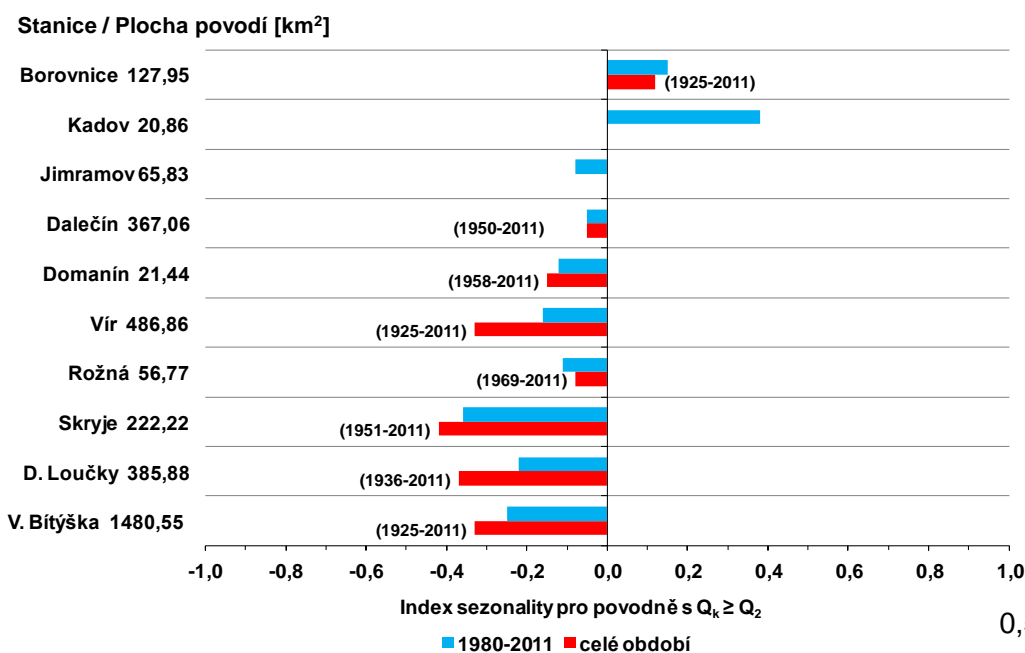
Dekádové četnosti výskytu se zřetelem na jejich výskyt v zimním (ZP: listopad–duben) a letním (LP: květen–říjen) hydrologickém půlroce – (kalendářní roky) – Svratka (1925–2011, Dalečín 1950–2011)

Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – sezonalita



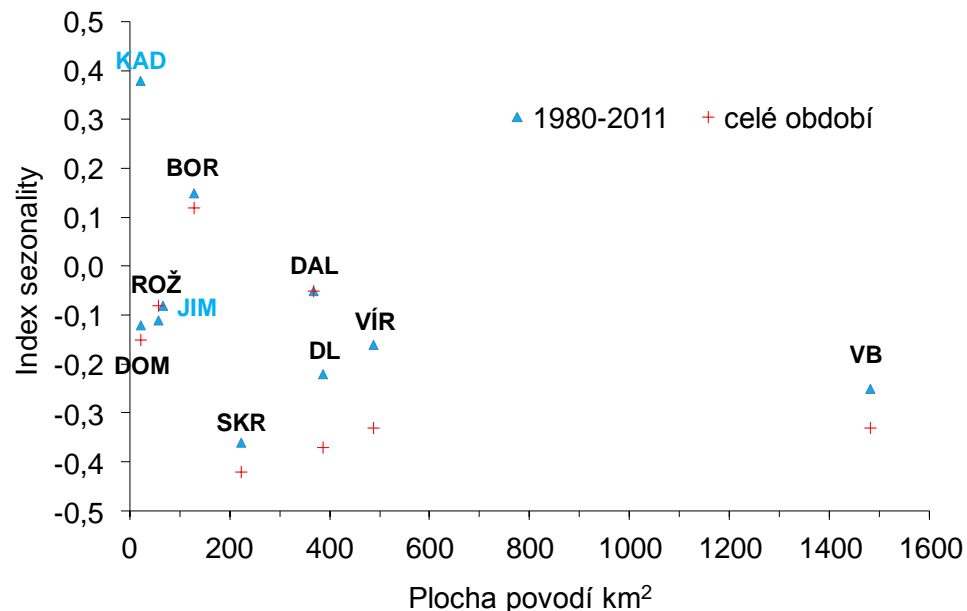
Dekádové četnosti výskytu se zřetelem na jejich výskyt v zimním (ZP: listopad–duben) a letním (LP: květen–říjen) hydrologickém půlroce – (kalendářní roky) –přítoky Svatky) (Kadov a Jimramov 1980–2011, Domanín 1958–2011, Rožná 1969–2011, Skryje 1951–2011 a Dolní Loučky 1936–2011

Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – sezonalita

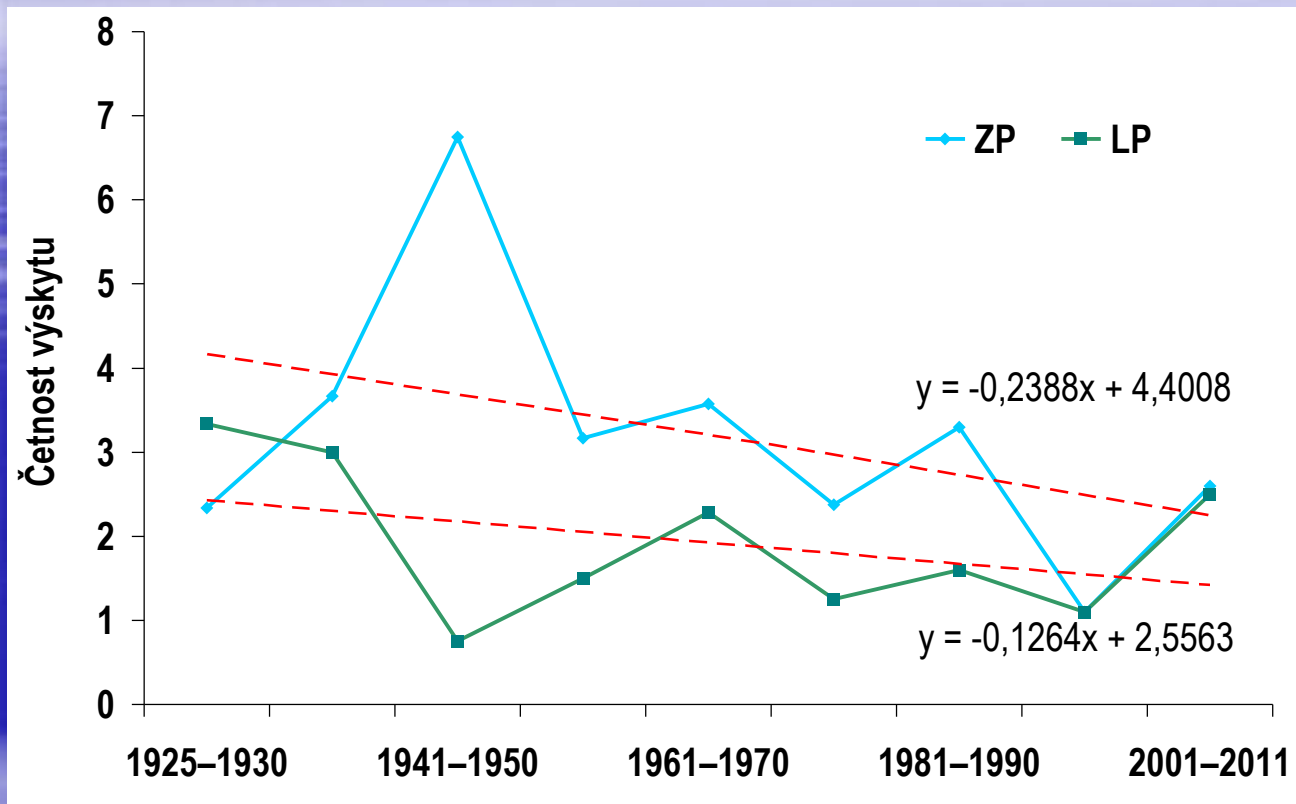


Index sezonality vypočtený pro kulminační průtoky $Q_k \geq Q_2$ v období 1980–2011 a pro celé období pozorování

Vysvětlivky: BOR – Borovnice, KAD – Kadov, JIM – Jimramov, DAL – Dalečín, DOM – Domanín, VÍR – Vír, ROŽ – Rožná, SKR – Skryje, DL – Dolní Loučky, VB – Veverská Bítýška)



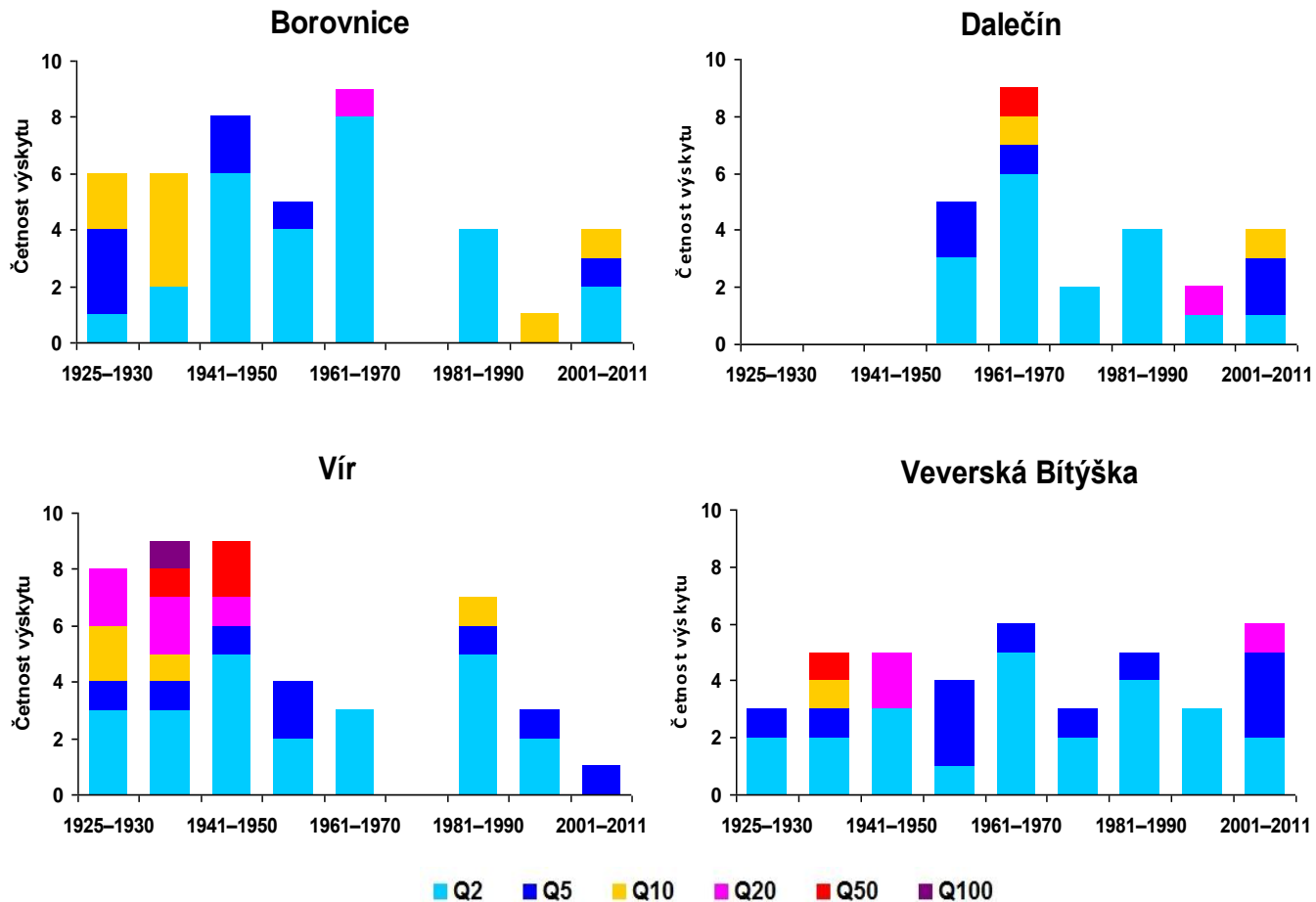
Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – sezonalita



Dekádové průměry četností zimních (ZP) a letních (LP) povodní připadající na jednu stanici – (1925–2011)

Dekáda	ZP	LP	Počet stanic	Poradí ZP sestupně	Poradí LP sestupně
1925–1930	2,3	3,3	3	8	1
1931–1940	3,7	3,0	3	2	2
1941–1950	6,8	0,8	4	1	9
1951–1960	3,2	1,5	6	5	6
1961–1970	3,6	2,3	7	3	4
1971–1980	2,4	1,3	8	7	7
1981–1990	3,3	1,6	10	4	5
1991–2000	1,1	1,1	10	9	8
2001–2011	2,6	2,5	10	6	3
průměr celé období	3,2	1,9	-	-	-
průměr 1981-2011	2,3	1,7	-	-	-

Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – extremita



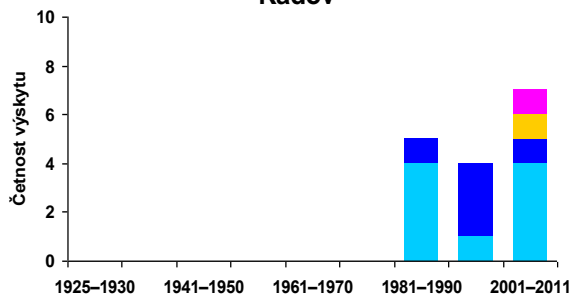
Dekádové četnosti výskytu povodní na stanicích na toku Svatky v období 1925–2011 (kalendářní roky; Dalečín 1950–2011) se zřetelem na jejich N-letost

Období	1980–2011				celá období			
	Q_{100}	Q_{50}	Q_{20}	Q_{10}	Q_{100}	Q_{50}	Q_{20}	Q_{10}
Hlavní tok	-	-	2	4	1	5	10	15
Přítoky	-	1	4	4	-	2	4	10
Celkem	-	1	6	8	1	7	14	25

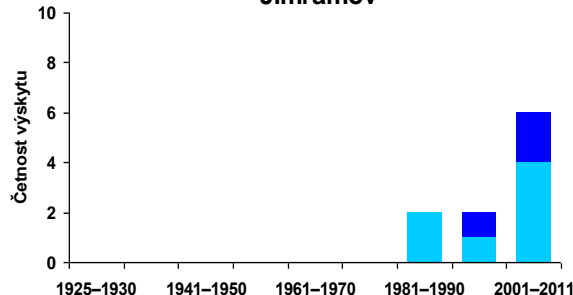
Četnosti výskytu povodní s dobou opakování 10 let a vyšší

Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – extremita

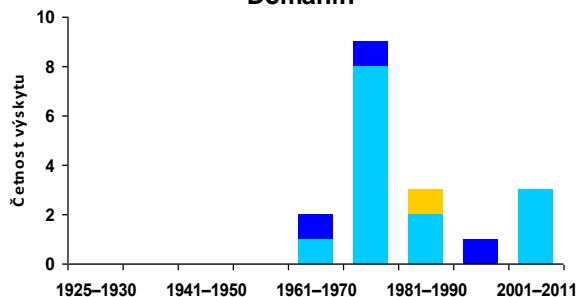
Kadov



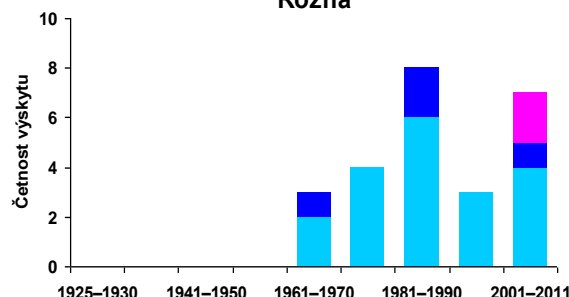
Jimramov



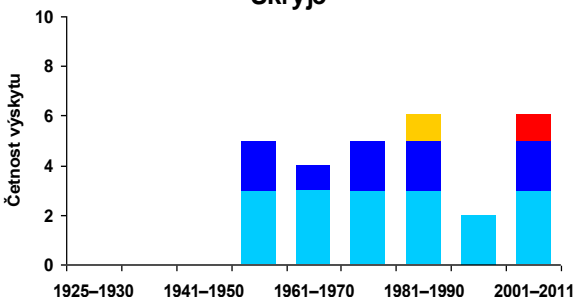
Domanín



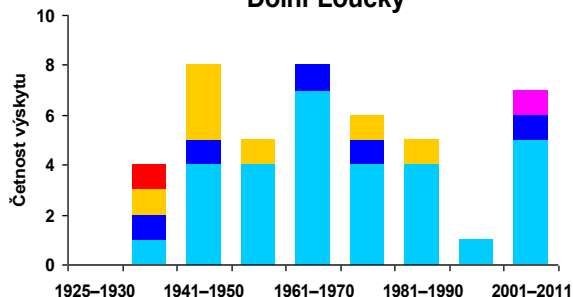
Rožná



Skryje



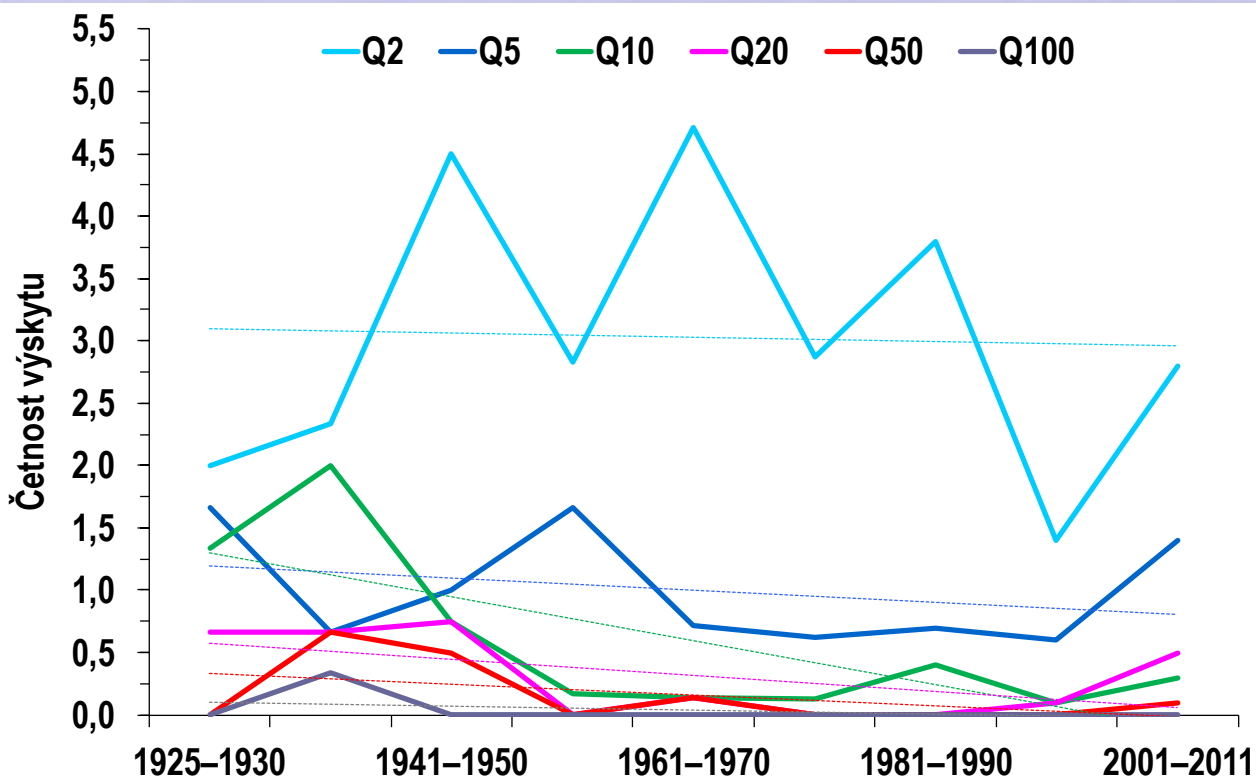
Dolní Loučky



Q2 Q5 Q10 Q20 Q50 Q100

Dekádové četnosti výskytu povodní na přítocích Svatky (kalendářní roky; Kadov a Jimramov 1980–2011, Domanín 1958–2011, Rožná 1969–2011, Skryje 1951–2011 a Dolní Loučky 1936–2011) se zřetelem na jejich N-letost

Hlavní dosažené výsledky – analýza povodní s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_2$ – extremita



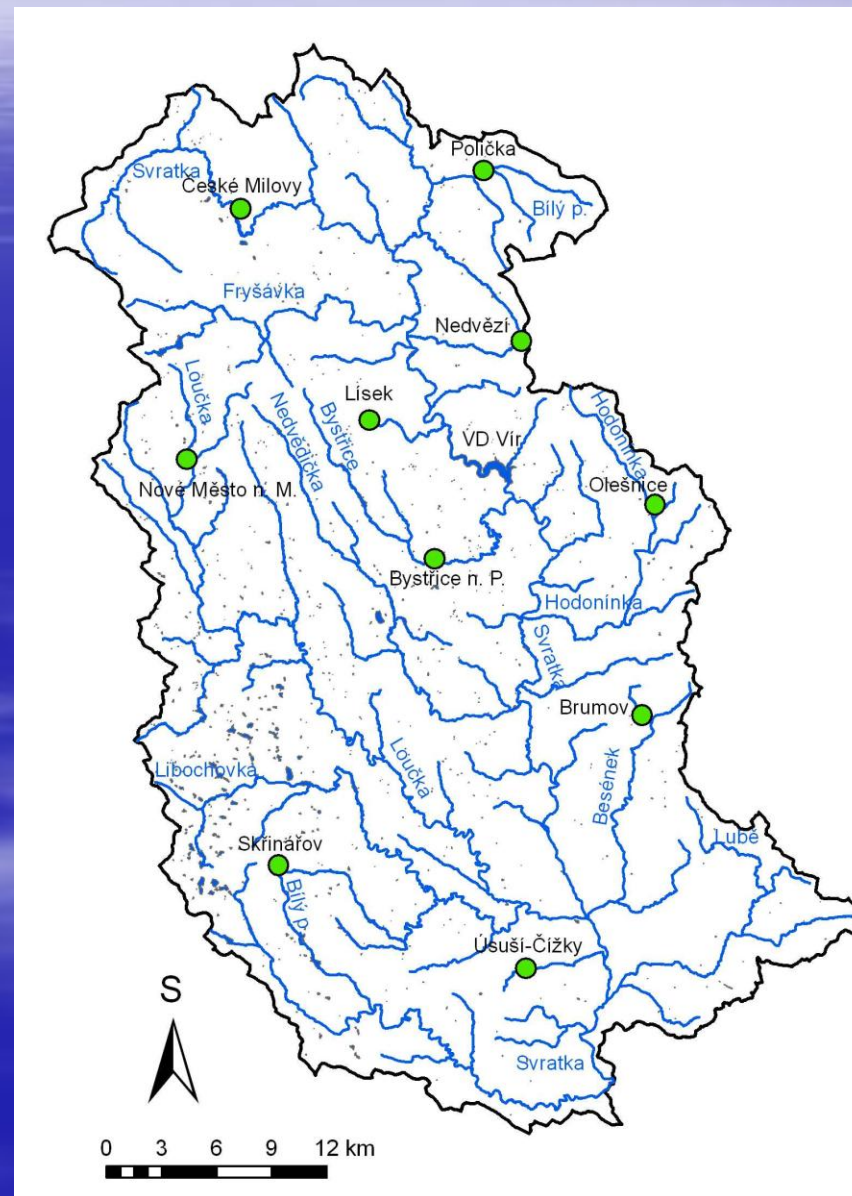
Průměrné dekádové četnosti jednotlivých kategorií N-letých průtoků připadajících na jednu stanici v dekádách období 1925–2011

Dekáda	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Počet stanic
1925–1930	2,0	1,7	1,3	0,7	0,0	0,0	3
1931–1940	2,3	0,7	2,0	0,7	0,7	0,3	3
1941–1950	4,5	1,0	0,8	0,8	0,5	0,0	4
1951–1960	2,8	1,7	0,2	0,0	0,0	0,0	6
1961–1970	4,7	0,7	0,1	0,1	0,1	0,0	7
1971–1980	2,9	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	8
1981–1990	3,8	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	10
1991–2000	1,4	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0	10
2001–2011	2,8	1,4	0,3	0,5	0,1	0,0	10
Průměr celé období	3,0	1,0	0,6	0,3	0,2	0,0	-
Průměr 1981-2011	2,7	0,9	0,3	0,2	0,0	0,0	-

Hlavní dosažené výsledky – hydrometeorologická analýza vybraných povodní

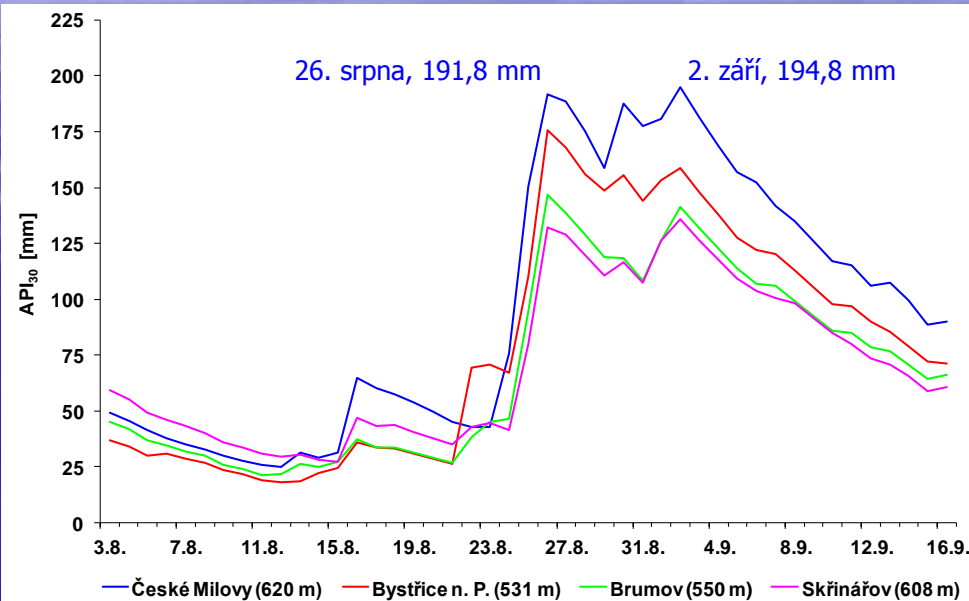
- Výběr povodní s $Q_k \geq Q_{50}$
- Analýza meteorologických příčin a hydrogramů zimních povodní (1941, 1946, 2006) a letních povodní (1938, 1965)

Studované povodí Svatky s polohou vybraných meteorologických stanic použitých k hydrometeorologické analýze (Zdroj: Dibavod a Tolasz et al., 2007)



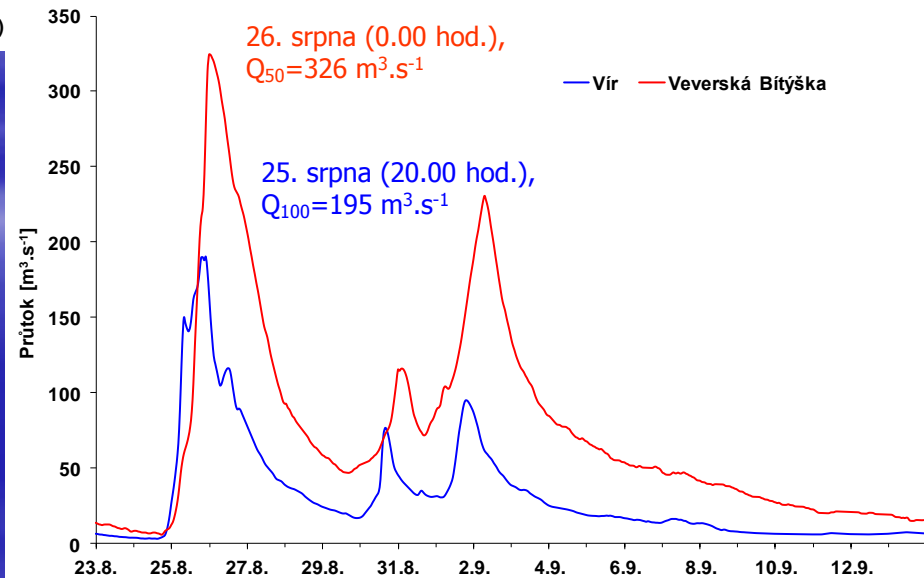
Hlavní dosažené výsledky – hydrometeorologická analýza vybraných povodní

Dešťové povodně:



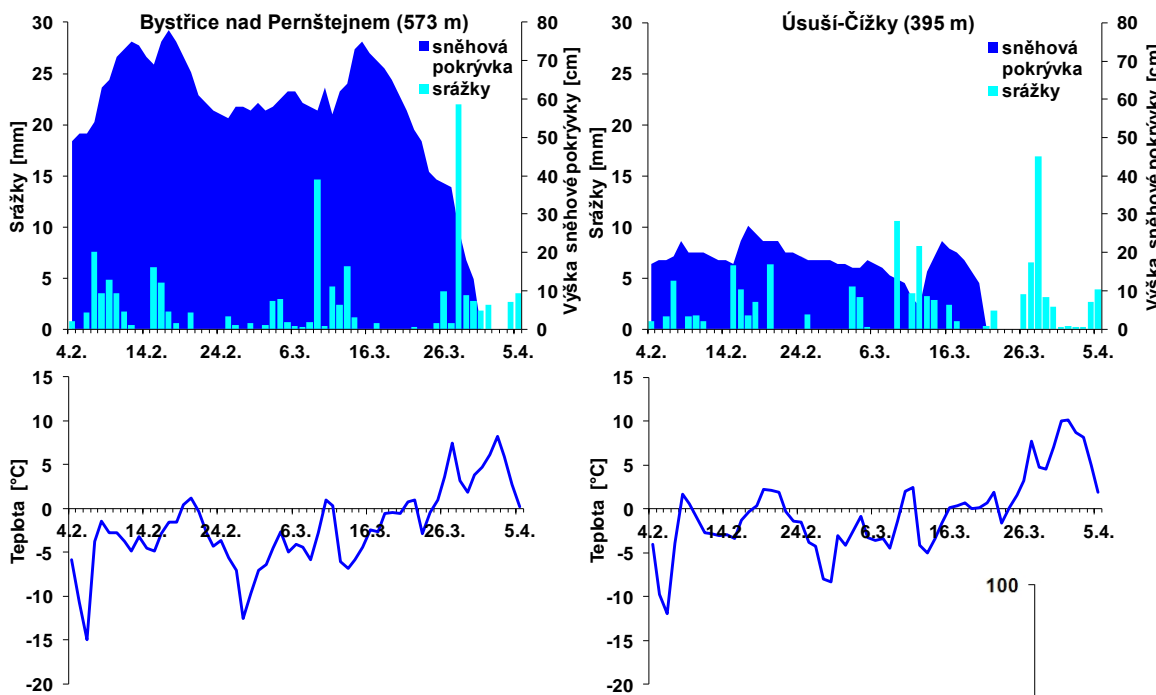
Nasycenost povodí Svatky nad vodoměrnou stanicí Veverská Bítýška vyjádřená indexem předchozích srážek API₃₀ pro jednotlivé dny v období 3. srpna–16. září 1938

Kolísání průtoků ve vodoměrných stanicích Vír a Veverská Bítýška ve dnech 23. srpna–13. září 1938



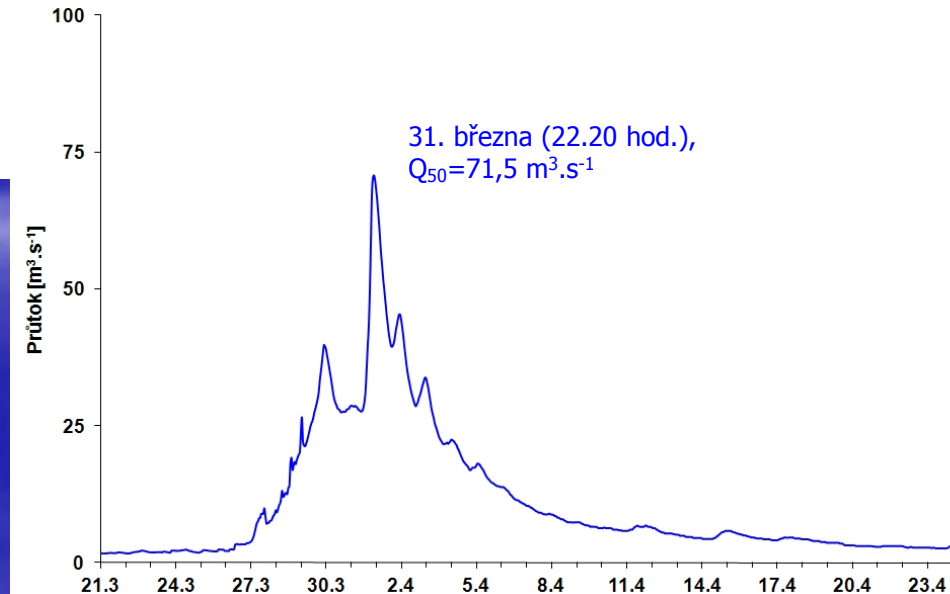
Hlavní dosažené výsledky – hydrometeorologická analýza vybraných povodní

Povodně v zimním hydrologickém půlroce:



Úhrny srážek, výška sněhové pokrývky a teplota vzduchu ve dnech 4. února–5. dubna 2006 v Bystřici nad Pernštejnem a na stanici Úsuší-Čížky

Kolísání průtoků ve vodoměrné stanici Skryje (Loučka) ve dnech 21. března–23. dubna 2006



Hlavní dosažené výsledky – hydrometeorologická analýza vybraných povodní

Vybrané charakteristiky povodňových vln s kulminačním průtokem $Q_k \geq Q_{50}$

Povodeň	Stanice	Tok	A [km ²]	Q_k [m ³ .s ⁻¹]	Datum	Hodina	N [roky]	q [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	t [dny]	W [mil. m ³]	H _o [mm]
8-9/1938	Vír	Svratka	473,29	195	25.8.	20:00	100	0,412	19	60,0	125
	Veverská Bítýška	Svratka	1480,55	326	26.8.	0:00	50	0,220	23	137,3	93
3/1941	Vír	Svratka	410,45	160	10.3.	23:30	50	0,390	25	60,6	148
2/1946	Vír	Svratka	486,86	147	9.2.	1:00	50	0,302	21	30,5	63
7/1965	Dalečín	Svratka	367,06	141	17.7.	19:15	50	0,384	9	10,7	29
3-4/2006	Skryje	Loučka	222,22	71,5	31.3.	22:20	50	0,322	23	29,7	133

Vysvětlivky:

- A plocha povodí
- Q_k kulminační průtok
- N doba opakování kulminačního průtoku
- q maximální specifický odtok
- t doba trvání povodňové vlny
- W objem povodňové vlny
- H_o odtoková výška

Hlavní dosažené výsledky – hydrometeorologická analýza vybraných povodní

Vybrané charakteristiky povodňových vln zimních povodní (ZP) v letech 1941, 2006 a letních povodní (LP) z let 1938, 1997 na stanicích Borovnice, Vír a Dolní Loučky

Zimní povodeň (ZP)	Stanice	Tok	A [km ²]	Q _k [m ³ .s ⁻¹]	Datum	Hodina	N [roky]	q [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	t [dny]	W [mil. m ³]	H _o [mm]
3/1941	Borovnice	Svratka	127,95	19,5	11.3.	1:00	< 2	0,152	24	12,9	100
3-4/2006			127,95	42,5	28.3.	16:40	10	0,332	29	24,0	187
3/1941	Vír	Svratka	410,45	160	10.3.	23:30	50	0,390	25	60,6	148
3-4/2006	Vír (Dalečín)		367,06	106	31.3.	19:00	10	0,289	31	64,6	176
3/1941	Dolní Loučky	Loučka	385,88	64	10.3.	20:00	10	0,166	24	42,0	110
3-4/2006			385,88	74,8	31.3.	22:40	20	0,194	28	35,0	92

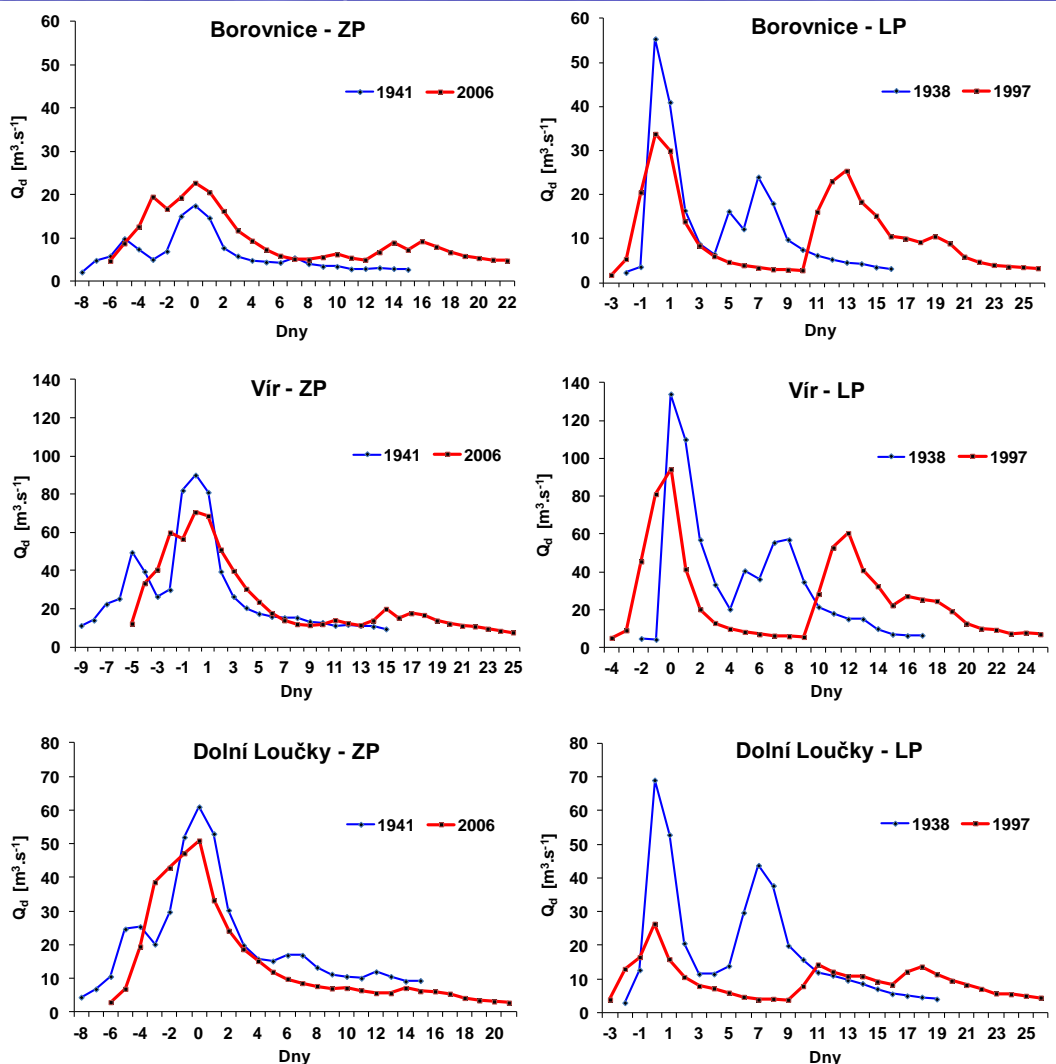
Letní povodeň (LP)	Stanice	Tok	A [km ²]	Q _k [m ³ .s ⁻¹]	Datum	Hodina	N [roky]	q [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	t [dny]	W [mil. m ³]	H _o [mm]
8-9/1938	Borovnice	Svratka	127,95	49	1.9.	19:00	10	0,383	19	21,5	168
7/1997			127,95	41	8.7.	1:00	10	0,320	30	27,0	211
8-9/1938	Vír	Svratka	473,29	195	25.8.	20:00	100	0,412	19	60,0	125
7/1997	Vír (Dalečín)		367,06	128	8.7.	2:00	20	0,349	30	64,0	174
8-9/1938	Dolní Loučky	Loučka	385,88	94	25.8.	19:00	50	0,244	22	35,4	92
7/1997			385,88	29,1	8.7.	11:00	< 2	0,075	30	24,2	63

Vysvětlivky:

A	plocha povodí	t	doba trvání povodňové vlny
Q _k	kulminační průtok	W	objem povodňové vlny
N	doba opakování kulminačního průtoku	H _o	odtoková výška
q	maximální specifický odtok		

Hlavní dosažené výsledky – hydrometeorologická analýza vybraných povodní

Průměrné denní průtoky Q_d v povodňových vlnách v Borovnici, Víru a Dolních Loučkách během zimních povodní (ZP) v letech 1941, 2006 a letních povodní (LP) v letech 1938, 1997



- Podle N :
 - absolutně největší povodeň v létě 1938 (Vír Q_{100} , Veverská Bítýška – Q_{50})
 - největší zimní povodeň – březen 1941 (Vír – Q_{50})
- podle velikosti objemu:
 - největší povodeň v horní části povodí Svatky v červenci 1997 (Borovnice)
 - v dolní části povodí v březnu 1941 (Dolní Loučky)
 - ve střední části povodí (Vír) se objemy povodní v červenci 1997 a na přelomu března a dubna 2006 příliš nelišily

Hlavní dosažené výsledky – Projev významných povodní v České republice s výskytem v období 1995–2010 (–2013) v zájmovém území Svratky

Významné povodně na území ČR		Povodně s $Q_k \geq Q_2$ v zájmovém území Svratky		
Povodeň	Typ povodně	Počet stanic s povodněmi	Nejvyšší dosažená extremita povodně	
			vyjádřená N-letostí kulminačního průtoku (dobou opakování N let)	stanice s nejvyšším N
červenec 1997	letní povodeň z regionálních dešťů, 2 povodňové vlny	7	20	Dalečín
červenec 1998	přivalová povodeň	-	-	-
březen 2000	jarní povodeň z tání sněhu a dešťů	5	5	Kadov
srpen 2002	letní povodeň z regionálních dešťů, 2 povodňové vlny	4	10	Kadov
březen/duben 2006	jarní povodeň z tání sněhu a dešťů	10	50	Skryje
červen/červenec 2009	přivalová povodeň	7	20	Kadov, Rožná
květen/červen 2010 *)	letní typ z regionálních dešťů, 2 povodňové vlny	5	2	Borovnice, Dolní Loučky, Rožná, Skryje, Veverská Bítýška
srpen 2010	letní povodeň s prvky přivalové povodně	1	2	Dolní Loučky
červen 2013	<i>letní povodeň z regionálních dešťů, dvě povodňové vlny + jedna přivalová</i>	4	2	<i>Borovnice, Dalečín, Vír, Dolní Loučky</i>

*) v červenci 2010 výskyt povodně s $N = 5$ let v Rožné

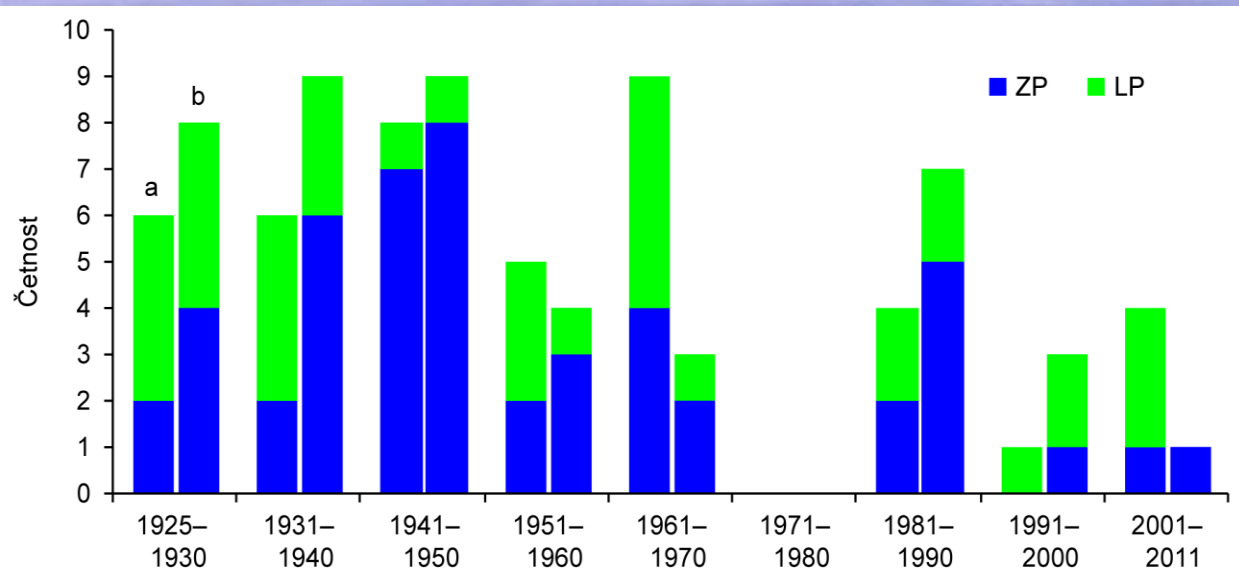
Dodatek k tabulce – další významné dosažené kulminační průtoky:

červenec 1997: Q_{10} – Borovnice; **srpen 2002:** téměř dosažen Q_{10} – Jimramov;

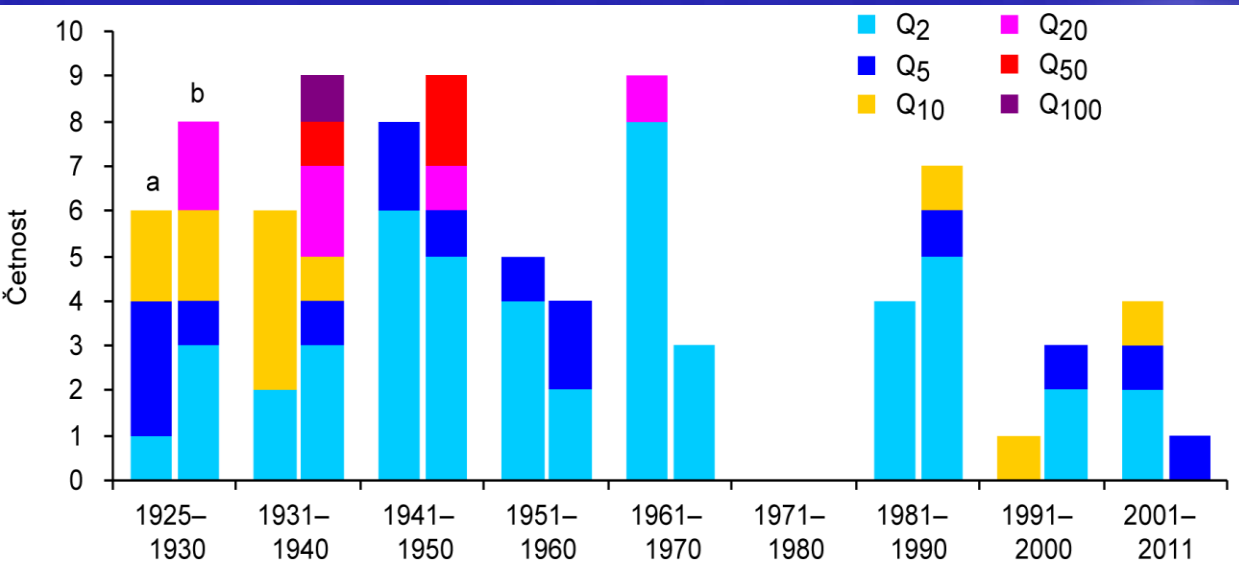
březen/duben 2006: Q_{20} – Dolní Loučky, Rožná, Veverská Bítýška, Q_{10} – Borovnice, Dalečín

Hlavní dosažené výsledky – vliv VD Vír na maximální roční a povodňové průtoky (Sklenář, Brázdil, 2012)

Povodně na horní Svatce v období 1925–2011



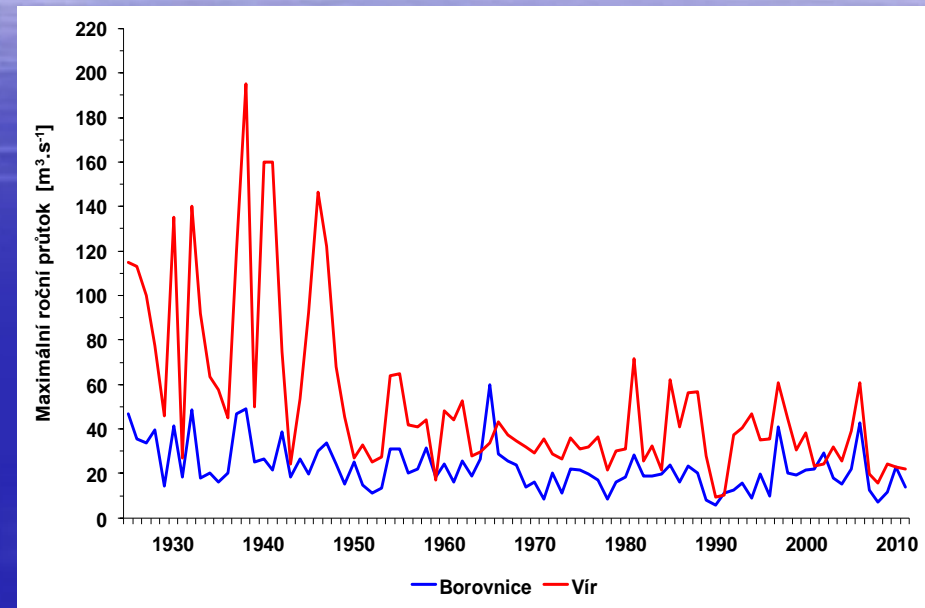
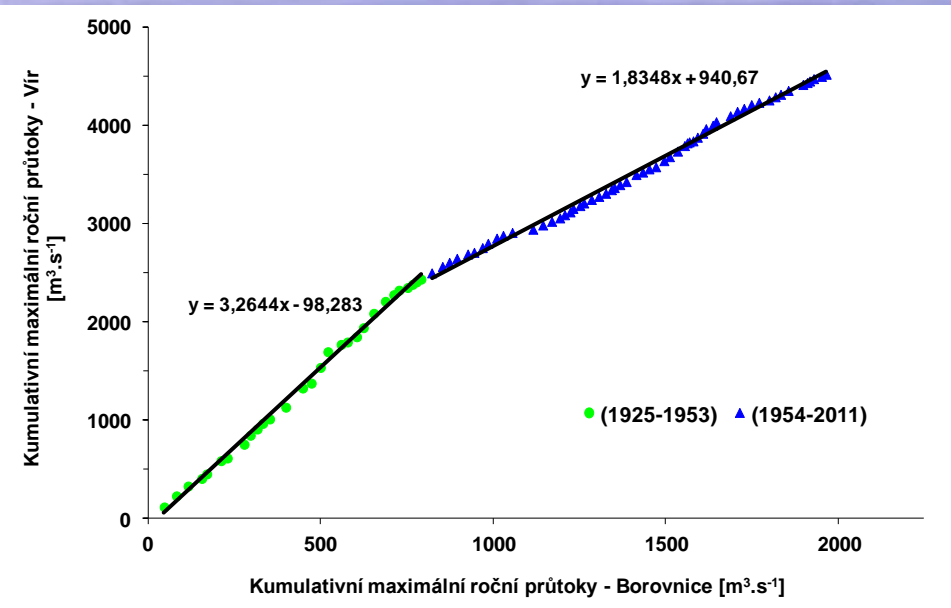
Dekádové četnosti výskytu povodní na stanicích **Borovnice** (a) a **Vír** (b) v období 1925–2011 (kalendářní roky) se zřetelem na jejich výskyt v zimním (ZP: listopad–duben) a letním (LP: květen–říjen) hydrologickém půlroce



Dekádové četnosti výskytu povodní na stanicích **Borovnice** (a) a **Vír** (b) v období 1925–2011 (kalendářní roky) se zřetelem na jejich N-letost

Hlavní dosažené výsledky – vliv VD Vír na maximální roční a povodňové průtoky

Maximální roční průtoky

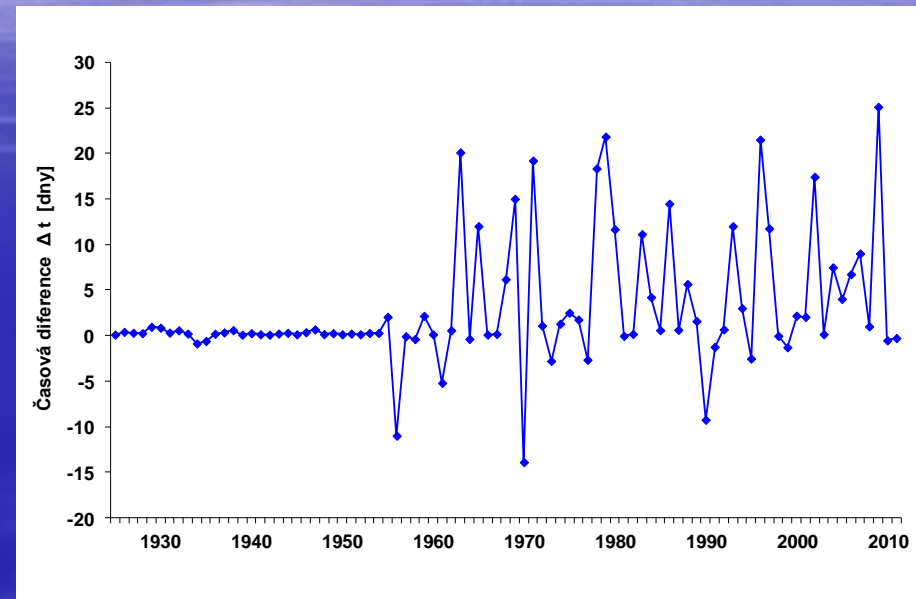
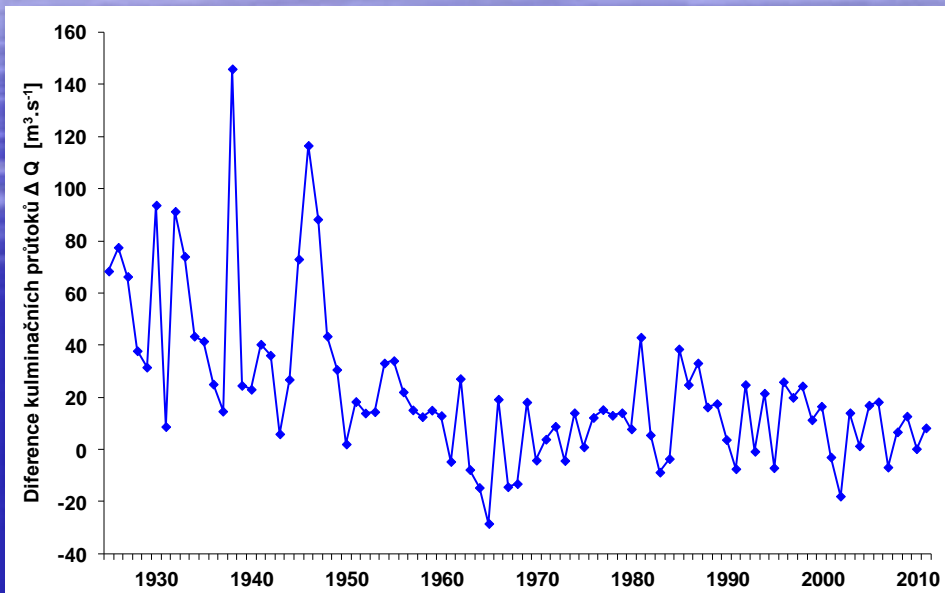


Dvojná součtová čára sestavená pro řady maximálních ročních průtoků Q_{\max} na stanicích Borovnice a Vír v období 1925–2011

Maximální roční průtoky Q_{\max} na stanicích Borovnice a Vír v období 1925–2011

Hlavní dosažené výsledky – vliv VD Vír na maximální roční a povodňové průtoky

Maximální roční průtoky



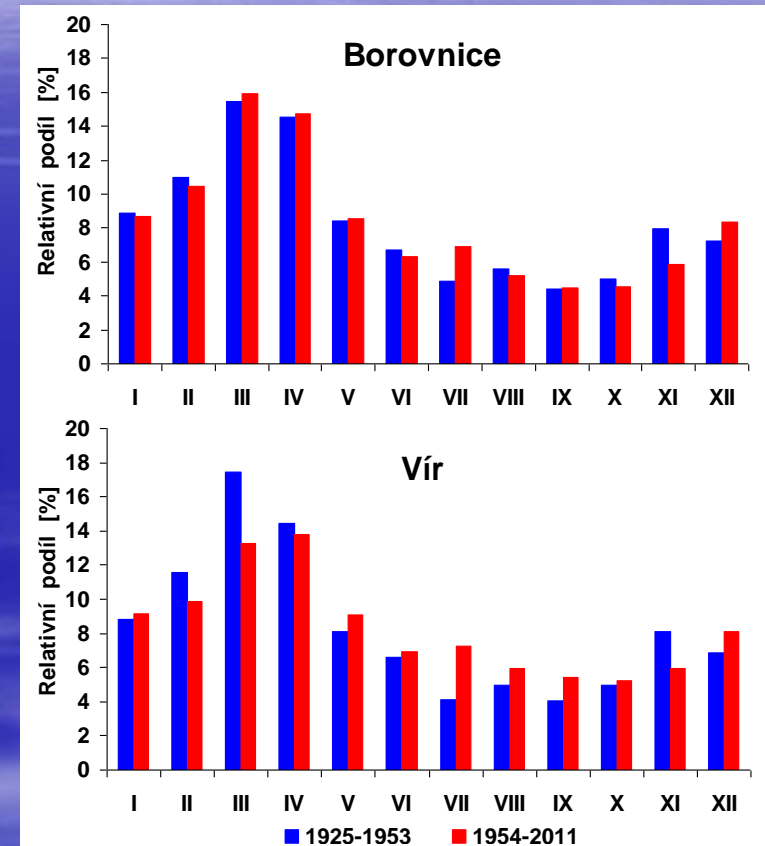
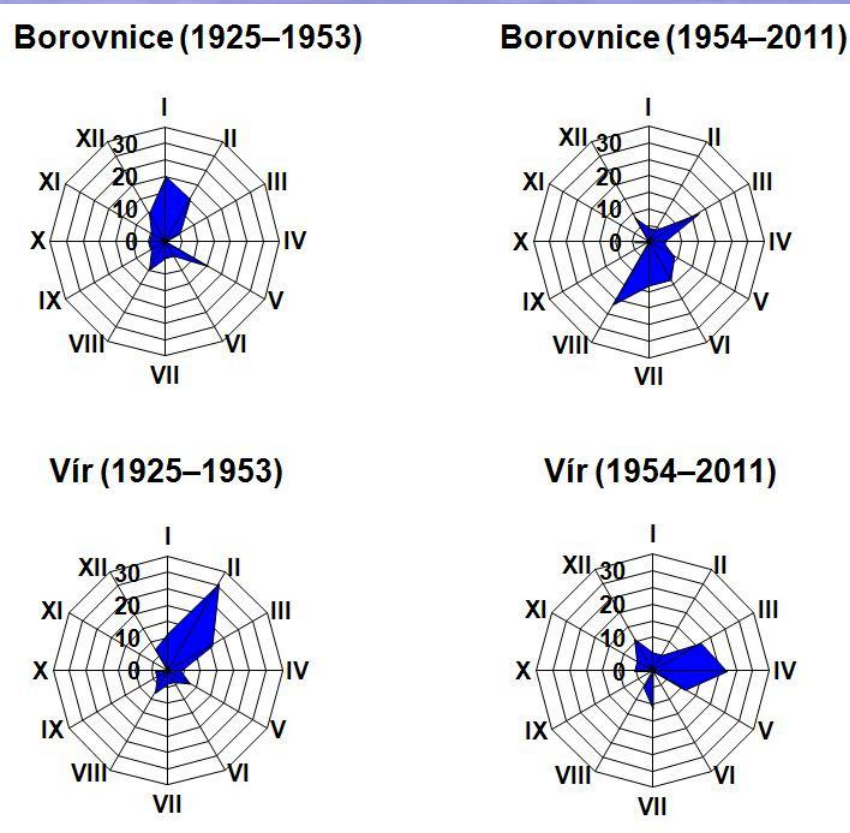
Diference maximálních ročních průtoků stanice Borovnice a časově nejbližších kulminací na stanici Vír v období 1925–2011 (ΔQ je bráno jako Q ve Víru minus Q v Borovnici)

Časové diference Δt mezi maximálními ročními průtoky v Borovnici a časově nejbližšími kulminacemi na stanici Vír v období 1925–2011 (Δt je bráno jako t ve Víru minus t v Borovnici)

Hlavní dosažené výsledky – vliv VD Vír na maximální roční a povodňové průtoky

Povodně

Roční režim průtoků

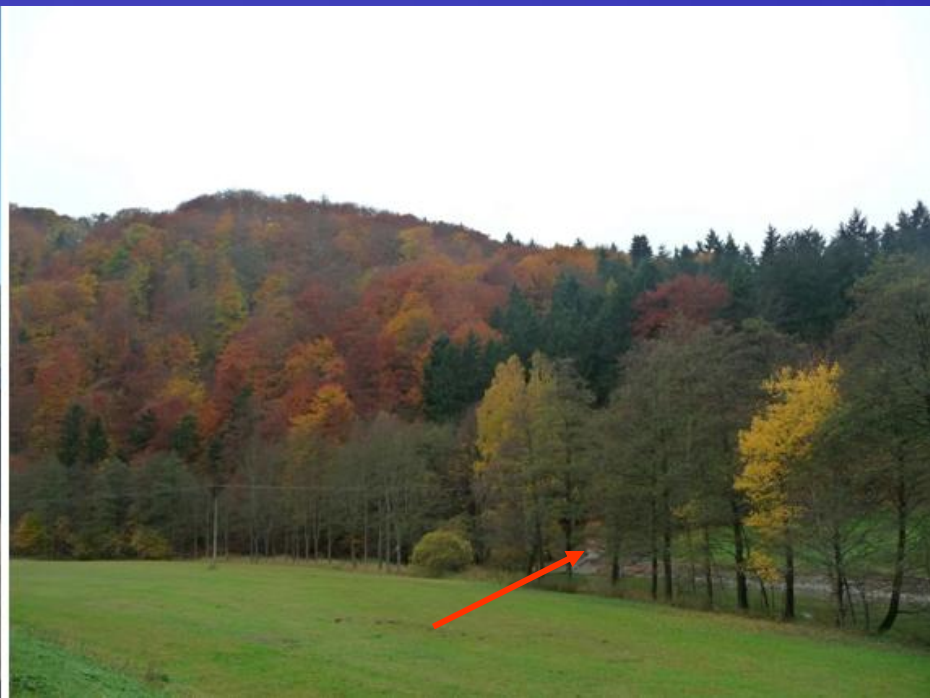


Rozložení relativních četností [%] výskytu povodní s $Q_k \geq Q_2$ na stanicích Borovnice a Vír v průběhu roku v obdobích 1925–1953 a 1954–2011

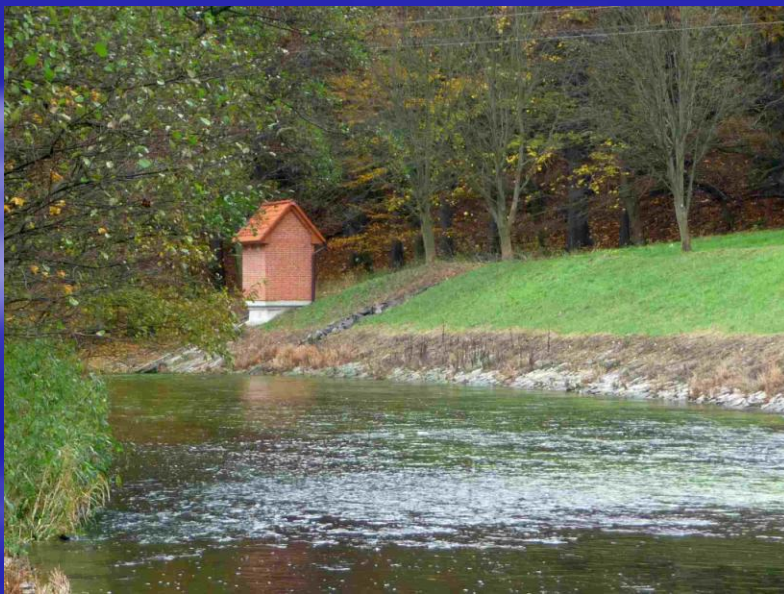
Relativní podíly [%] průměrných měsíčních průtoků na jejich ročním chodu na stanicích Borovnice a Vír před výstavbou VD Vír (1925–1953) a po jeho výstavbě



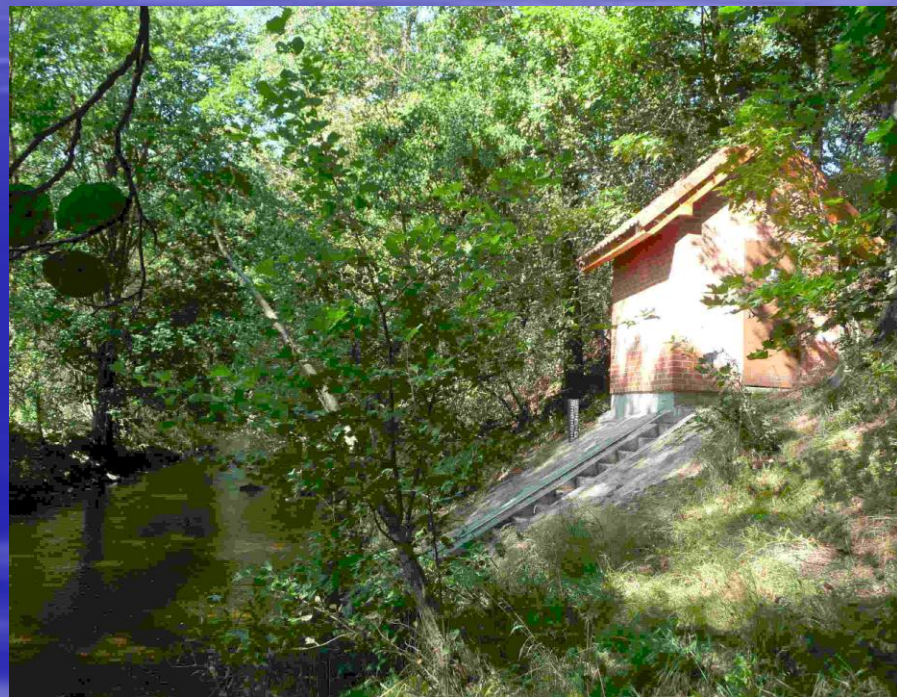
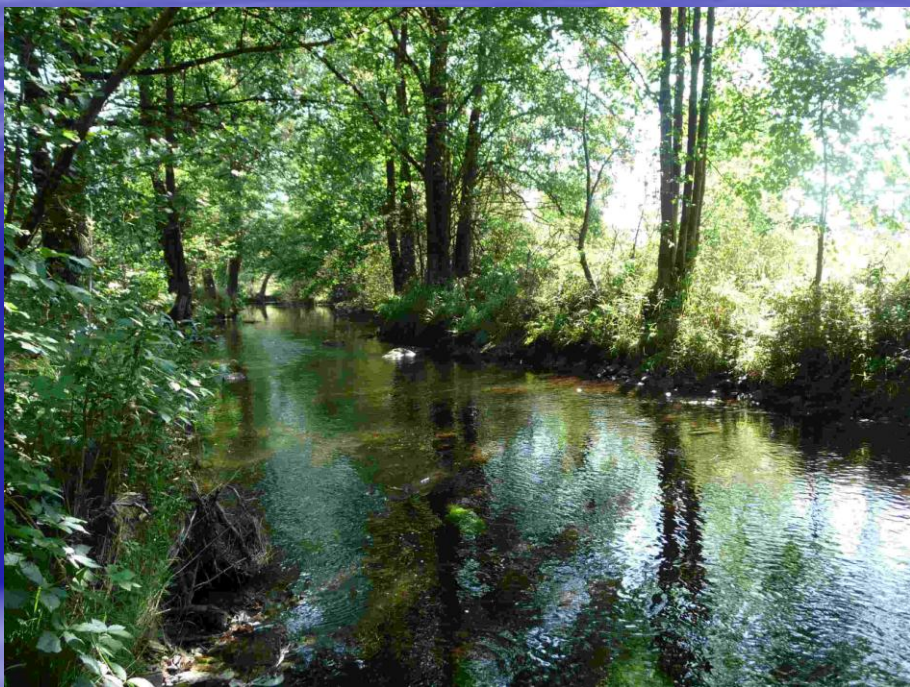
Hráz VD Vír I – 9. září 2009, foto J. Sklenář



Údolní niva Svatky pod VD Vír II –
26. října 2012, foto J. Sklenář



Vodoměrná stanice Vír na Svatce,
26. října 2012, foto J. Sklenář



Svratka – vodoměrná stanice Borovnice,
9. září 2009, foto J. Sklenář



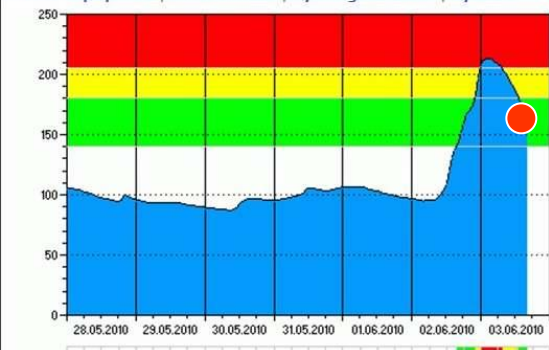
Povodňová situace, obec Borovnice, červenec 1997,
foto I. Dostál

Stavy a průtoky na vodních tocích

- Drought
- Mean stage
- Flood watch
- Flood warning
- Flooding
- Extreme flooding

--- Monitorovací stanice (tok - stanice) ---

Celková mapa povodí | Přehled měření | Hydrologická situace | Výstraha

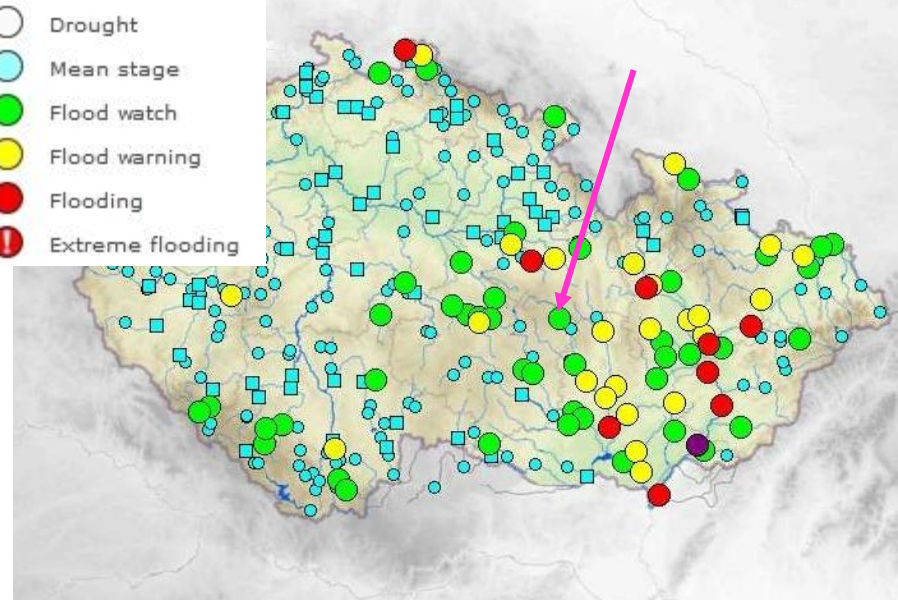


Příčný profil



Vodní stav H [cm]:	
03.06.10 16:37	165
03.06.10 16:00	168
03.06.10 15:00	172
03.06.10 14:00	176
03.06.10 13:00	180
03.06.10 12:00	186
03.06.10 11:00	191
03.06.10 10:00	196
03.06.10 09:00	200
03.06.10 08:00	202
03.06.10 07:00	206
03.06.10 06:00	209
03.06.10 05:00	210
03.06.10 04:00	212
03.06.10 03:00	213
03.06.10 02:00	213
03.06.10 01:00	212
03.06.10 00:00	208
02.06.10 23:00	198
02.06.10 22:00	183
02.06.10 21:00	174
02.06.10 20:00	170
02.06.10 19:00	167
02.06.10 18:00	160
02.06.10 17:00	152
02.06.10 05:00	96
01.06.10 05:00	107
31.05.10 05:00	98
30.05.10 05:00	88
29.05.10 05:00	94
28.05.10 05:00	103

Průtok Q [m³·s⁻¹]:	
03.06.10 16:37	9,24
03.06.10 16:00	9,57
03.06.10 15:00	10,01
03.06.10 14:00	10,46
03.06.10 13:00	10,9
03.06.10 12:00	11,62
03.06.10 11:00	12,37
03.06.10 10:00	13,72
03.06.10 09:00	14,8
03.06.10 08:00	15,88
03.06.10 07:00	18,08
03.06.10 06:00	19,82
03.06.10 05:00	20,4
03.06.10 04:00	21,7
03.06.10 03:00	22,35
03.06.10 02:00	22,35
03.06.10 01:00	21,7
03.06.10 00:00	19,24
02.06.10 23:00	14,26
02.06.10 22:00	11,26
02.06.10 21:00	10,23
02.06.10 20:00	9,79
02.06.10 19:00	9,46
02.06.10 18:00	8,7
02.06.10 17:00	7,86
02.06.10 05:00	2,71
01.06.10 05:00	3,63
31.05.10 05:00	2,88
30.05.10 05:00	2,09
29.05.10 05:00	2,55
28.05.10 05:00	3,29



Hydrogram - Borovnice

App. 1 Sklenář, 2010a

Increased water level (approx. Q_1 - Q_2) on the Svatka River at Borovnice on 3 June 2010 at 1:30 p.m. (13:30 local summer time), photo by author

Mean monthly discharges Q_m in selected hydrological years with floods exceeding the ten-year maximum peak discharge $Q_{10} = 40.7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Station : Borovnice

