

Obr. 5.3 Podíl velikosti tání sněhové pokrývky a spadlých srážek na odtoku (identifikátory viz Tab. 5.1 a Tab. 5.2)

## 6. POROVNÁNÍ S OBDOBNÝMI PŘÍPADY JARNÍCH POVODNÍ V MINULOSTI

### 6.1 Úvod

Výskyt dvou plošně rozsáhlých letních extrémních povodní zapříčiněných déletrvajících dešti (červenec 1997, srpen 2002), rozsáhlejší regionální povodně z tání sněhu (březen 2000) a několika extrémních přívalových povodní během posledních deseti let stále vzbuzuje otázku, zda se jedná o projevy přirozeného kolísání výskytu povodní, či zda se začíná projevovat nějaká změna povodňového režimu. Tato kapitola se alespoň částečně snaží odpovědět na tuto otázku tím, že porovnává hodnocenou jarní povodeň z roku 2006 s vybranými obdobnými případy historických povodní z hlediska:

- jejich předběžných a příčinných faktorů, tj. vytváření a trvání sněhové pokrývky v průběhu zimního období, a analýzy příčin a průběhu tání,
- času výskytu ve vztahu k dalším povodňovým případům z minulosti,
- plošného rozsahu a extremity těchto povodní.

Případy velkých jarních povodní jsou zaznamenány v povodí Labe a Vltavy zejména v 19. století (největší v roce 1845), ke zkoumání příčin těchto povodní je však již méně podkladových dat. Proto byly pro tyto účely vybrány tři případy jarních povodní z let 1940, 1941 a 1947, které měly dosti podobný průběh z hlediska plošného výskytu kulminačních průtoků na území Čech a Moravy. Dále byla zkoumána nejdelší řada vyhodnocených kulminačních průtoků s datem výskytu, která je k dispozici na Vltavě v Praze, kde jsou rovněž dostupné i historické záznamy o povodních z období před zavedením standardních hydrologických pozorování. Pozornost byla zaměřena především na povodně, které se vyskytly v druhé polovině března a v dubnu.

Dále byla jarní povodeň 2006 porovnávána s nedávnými povodněmi způsobenými táním sněhu, které ovšem nebyly tak plošně rozsáhlé, a to povodní na jaře 2000 a povodní na jaře 2005.

### 6.2 Příčinné faktory jarních a zimních povodní

Jako povodně zimního či jarního typu označujeme takové, jejichž příčinou je rychlé odtávání sněhové pokrývky, způsobené náhlým oteplením a doprovázené většinou i vydatnějšími dešťovými srážkami.

Aby mohlo rychlé tání sněhové pokrývky nastat, musí během zimního období dojít k vytvoření sněhové pokrývky jak v horských, tak především v nižších polohách. Vytvořené zásoby vody ve sněhu na povodí tvoří předběžný faktor možného výskytu povodně z tání sněhu. Rizikovost tohoto faktoru závisí na velikosti těchto zásob a jejich plošném rozložení na povodí s tím, že riziko se zvětšuje jak s růstem velikosti sněhových zásob ve středních a nižších polohách, tak i s rostoucí dobou přetrvávání sněhové pokrývky do jarního období.

Příčinným faktorem bývá již zmíněné náhlé oteplení spojené s dešťovými srážkami, které způsobí rychlé odtávání sněhové pokrývky, a to nejdříve v nižších a středních polohách a postupně i ve vyšších a horských polohách. Tání sněhu urychluje i vítr, který se za těchto povětrnostních situací zpravidla vyskytuje.

I když jarní povodně nemusí být nutně spojeny s teplotně podnormálním zimním obdobím, **Tab. 6.1** ukazuje, že tomu tak většinou bývá. Během zimních období s výraznějšími zápornými teplotními odchylkami vypadá většina srážek i v nižších polohách ve formě sněhu, a dochází tak k postupnému nárůstu sněhových zásob na značné části území ČR, což vytváří předpoklad pro vznik jarní povodně.

Tab. 6.1 Odchytky od průměrných měsíčních teplot vzduchu v Praze-Klementinu ve vztahu k povodním na Vltavě v Praze s dosaženým 2letým a větším kulminačním průtokem (Brázdil a kol., 2005)

Měsíc			XII	I	II	III
Datum kulminace	Normál [°C]		0.7	-1.0	0.6	4.1
	Rok	N <sup>1)</sup>				
2. 4.	2006	2-5	1.2	-2.0	-0.3	-0.7
<b>Porovnávané jarní povodně</b>						
15. 3.	1940	20-50	-2.1	-7.7	-6.3	-1.0
11. 3.	1941	5	-4.4	-4.2	-0.1	0.0
15. 3.	1947	10	-3.6	-3.9	-6.8	-0.3
<b>Vybrané případy jarních povodní s kulminací po 10. březnu</b>						
29. 3.	1845	> 100	-4.1	1.3	-6.2	-7.2
7. 4.	1853	2	3.5	2.6	-2.2	-6,2
27. 3.	1855	2	1.9	-1.7	-7.2	-1.8
31. 3.	1860	5	-3.5	2.3	-2.0	-2.1
8. 4.	1865	5	-5.4	0.7	-7.0	-4.2
23. 3.	1886	5	-1.1	0.0	-1.6	-3.4
12. 3.	1888	5	-1.2	-1.4	-1.8	-1.4
22. 3.	1889	2	0.2	-0.8	-1.8	-3.3
26. 3.	1895	10	0.2	-3.2	-7.0	-2.0
9. 4.	1900	20	-5.2	-1.0	1.1	-3.1
27. 3.	1923	2	-2.0	-2.0	-3.0	-1.2
8. 4.	1941 <sup>2)</sup>	10	-4.4	-4.2	-0.1	0.0
22. 3.	1942	2	0.9	-7.6	-5.0	-2.9
7. 4.	1944	2	-0.7	4.9	-1.2	-2.5
26. 3.	1955	2	2.7	-0.5	-1.6	-2.4
30. 3.	1987	2	1.9	-4.2	-0.2	-3.3
28. 3.	1988	5	2.5	5.0	3.0	0.0
<b>Průměr z 21 případů povodní:</b>			-1.1	-1.3	-3.3	-2.3

<sup>1)</sup> doba opakování kulminačního průtoku na Vltavě v Praze

<sup>2)</sup> povodeň převážně z dešťových srážek

Pro účely vzájemného porovnávání byly do **Tab. 6.1** vybrány povodně, jejichž kulminace nastaly po 10. březnu, což zahrnuje i vybrané povodně z let 1940, 1941 a 1947. Z **Tab. 6.1** vyplývá, že jedním ze základních znaků výskytu těchto povodní je výraznější záporná teplotní odchylka v měsíci únoru, během kterého dochází k hromadění pro vznik povodně rozhodujících zásob sněhu.

V **Tab. 6.2** jsou uvedeny celkové úhrny srážek za období prosinec–únor (XII–II) a březen (III) za tato zimní období ve vztahu k dlouhodobým normálům. **Tab. 6.2** potvrzuje, že během zimních období 1939/1940, 1940/1941, 1946/1947 a 2005/2006 došlo vzhledem k podnormálním teplotám vzduchu (viz **Tab. 6.1**) a normálním až nadnormálním úhrnům srážek k vytvoření podmínek pro vznik nadprůměrných zásob sněhu. Je nutno dodat, že ve 40. letech 20. století se ještě neprovádělo systematické měření vodní hodnoty sněhu a hodnocení zásob vody ve sněhové pokrývce. Tato měření a výpočty začal ČHMÚ provádět až v 60. letech.

Tab. 6.2 Srážkové úhrny za zimní období u vybraných případů jarních povodní

Období (Měsíc)	Období (Zima)	Čechy		Morava	
		mm	% normálu	mm	% normálu
XII–II	1939/40	112	96	100	81
	1940/41	180	138	151	122
	1946/47	125	96	135	109
	2005/06	137	105	181	146
III	1940	66	169	42	108
	1941	60	154	79	203
	1947	48	123	42	108
	2006	70	181	69	177

Při tomto srovnání je však třeba zdůraznit, že srážkové a teplotní poměry v příslušných zimních obdobích jsou jen jedním, i když důležitým předběžným faktorem pro případný vznik povodně. Mnohem větší vliv na průběh tání a velikost kulminačních průtoků však mají bezpochyby faktory příčinné, tedy hydrometeorologická situace několik dní bezprostředně před povodní.

Příčinné faktory povodní z let 1940, 1941, 1947 a 2006 jsou stručně shrnuty v **Tab. 6.3**. U teplot je důležitý den začátku oblevy. Hodnoty ve °C znamenají průměrné denní teploty vzduchu v Praze-Klementinu. Rovněž rychlost větru je popsána jen slovně, neboť její hodnoty jsou na území značně rozdílné. U srážek byl proveden jen velmi hrubý odhad.

Z **Tab. 6.3** je patrné, že rozhodující pro vznik povodně ve všech čtyřech případech byl současný výskyt oblevy a dosti intenzivních srážek. Sloupec s názvem „Ukončení“ ukazuje, že rozhodující vliv na stabilizaci odtokových situací má ve všech případech přechod studené (SF) či podružné studené fronty (PSF) s následným ochlazením.

Tab. 6.3 Porovnání příčinných hydrometeorologických faktorů vybraných povodňových případů se zimní povodní roku 2006

Rok	Teploty	Větr	Srážky	Ukončení
1940	Od 10. 3. zesilující obleva s max 9 °C dne 14. 3.	Od 12. 3. silný, později až bouřlivý	Srážky od 10. do 19. 3. 20–30 mm, hory až 60 mm	14. 3. večer přechod SF s citelným ochlazením
1941	Již od 1. 3. obleva 4 až 8 °C	Převážně jen slabý, občas mírný vítr	10. 3. mírný déšť, mezi 1. 3. až 10. 3. 10 až 30 mm	11. 3. za PSF mírné ochlazení
1947	Obleva jen 1 až 2 dny, 14. 3. až 8 °C	Převážně slabý vítr	Dešťové srážky ve dvou vlnách 10–15 mm v průměru, část srážek ve sněhu, cca 10 mm	14. 3. za PSF citelné ochlazení
2006	Od 23. 3. zesilující obleva z 2 °C až na 15 °C dne 27. 3. (v Klementinu překonán rekord – 20,8 °C)	Od 25. 3. převažující mírný	28. 3. mírné, na jihu Čech a Moravy vzhledem k měsíci březnu až silné (25–30 mm)	28. 3. přechod SF s mírným ochlazením kolem 10 °C

### 6.3 Výskyt povodní z tání sněhu v průběhu zimního a jarního období

Dosti pozdní výskyt povodně v roce 2006 na přelomu března a dubna dal podnět ke zkoumání výjimečnosti této události z hlediska kalendářního období. Za tím účelem byla vybrána řada kulminačních průtoků povodní zimního typu  $Q_N \geq Q_2$  na Vltavě v Praze od r. 1851 (data výskytu kulminací ověřena vůči stanici Děčín na Labi) podle *Brázdil a kol. (2005)*. Kulminační průtoky (celkem 59 případů) byly s vyznačenou dobou opakování vyneseny do **Obr. 6.5**. V některých dnech se vyskytlo více povodňových případů, zobrazen je ten s největší extremitou.

Z obrázku je zřejmé, že největší četnost povodní (celkem deset případů) připadá na desetidenní období od 22. 3. do 31. 3. Rovněž povodeň v roce 1845 (která není ve zkoumaném souboru) kulminovala v Praze 29. 3. To souvisí s postupně narůstajícím potenciálním rizikem vzniku povodní v důsledku již mnohem větší četnosti výskytu výraznějších, častějších a delších oblev v tomto kalendářním období vzhledem k období předcházejícímu.

Z historických případů velkých povodní před r. 1851, ve kterých nastaly kulminace podle pramenů prokazatelně až v dubnu, lze pro Vltavu v Praze uvést rok 1747 (2. dubna), následující rok 1748 (6. dubna) a rok 1785 (16.–17. dubna). Pro zajímavost uvádíme, že podle klementinských pozorování byl březen 1785 vůbec nejstudenějším březnem za celé období pozorování.

### 6.4 Plošný rozsah a extremita povodní z tání sněhu

Jarní povodně z let 1940, 1941, 1947 patří z hlediska rozsahu a extremity kulminačních průtoků mezi nejvýznamnější povodňové události tohoto typu v průběhu 20. století. Doba opakování kulminačních průtoků těchto povodní a povodně z roku 2006 je pro vybrané profily symbolicky znázorněna na mapkách na **Obr. 6.1–6.4**. Z obrázků vyplývá, že i přes poměrně značný plošný rozsah se jednotlivé povodňové případy lišily jak svojí extremitou, tak i rozsahem zasažených oblastí s tím, že povodeň 2006 z těchto hledisek a z pohledu celého území ČR svým významem všechny tři uvedené povodně převýšila.

Povodeň v roce 1940 postihla zejména povodí Vltavy, dále vlastní tok Labe pod soutokem s Vltavou a rovněž některé přítoky Labe nad soutokem s Vltavou. Vltava v Praze dosáhla téměř 50letého průtoku a jednalo se v tomto profilu o největší povodeň od roku 1890; na dolním Labi v Děčíně byla zaznamenána cca 20letá voda. Průtoky v obou jmenovaných profilech dosažené za povodně v roce 1940 byly značně větší než za jarní povodně 2006. Je však nutno dodat, že v té době nebyla povodeň transformována účinkem nádrží Vltavské kaskády. Celkově lze však konstatovat, že povodeň z roku 1940 byla v povodí Labe oproti povodni 2006 významnější, naopak povodí Moravy bylo zasaženo během povodně 1940 jen minimálně.

Povodeň v roce 1941 kromě povodí Labe zasáhla značně i povodí Moravy. Zatímco v povodí Labe byla jen místy překročena úroveň 10letého průtoku, v povodí Moravy na Svatce a Svitavě byl dosažen až 50letý průtok, ve Strážnici na Moravě a na Dyji v Podhradí 20letý průtok. V porovnání s rokem 2006 však vychází tato povodeň celkově jako méně významná, neboť v posledních dvou jmenovaných profilech byl v roce 2006 zaznamenán či překročen 100letý průtok. Rovněž v povodí Labe bylo na jaře 2006 dosaženo význačnějších kulminačních průtoků. Na povodni z roku 1941 je zajímavá ještě ta skutečnost, že po březnovém rozvodnění většiny toků pokračovalo nadále vlhké počasí a průtoky se udržovaly vysoko nad svými průměrnými stavy. Na počátku dubna byly v některých profilech (např. i na Vltavě v Praze) dokonce překročeny některé hodnoty průtoků dosažené za březnové povodně.

Jarní povodeň 1947 svým rozsahem připomíná povodeň z roku 1941, avšak v souhrnu nedosáhla takové extremity, pouze v některých profilech na tocích pramenících na Českomoravské vrchovině byl dosažen či překročen 20letý průtok. Zde je na místě poznamenat, že povodeň v roce 1947 byla následována katastrofálním suchem. I další příklady výskytu sucha bezprostředně sousedící s výskytem povodně je možné najít v minulosti, např. v letech 1783–1785 se střídaly povodně (včetně extrémní povodně v únoru 1784) se suchými obdobími, extrémní sucho v roce 1842 bylo následováno povodní v roce 1845, srpnová povodeň 2002 byla následována významným suchem v roce 2003. Obdobím s výskytem extrémů obojího druhu byla také 60. a 70. léta v 19. století.

Společným rysem zkoumaných povodní v letech 1940, 1941, 1947 byly tuhé a sněžné zimy trvající zhruba od první dekády prosince alespoň do poloviny února, popřípadě do začátku března. Během dlouhého období mrazů se vytvořil často extrémně silný zámrz, který se stal během odchodu ledu za povodně mnohdy nejproblematičtější okolností. V současnosti jsou ledové jevy na řadě toků eliminovány vlivem přehradních nádrží. Délka nepřerušovaného trvání teplot pod bodem mrazu byla v roce 2006 kratší než v uvedených případech, přesto ještě počátkem března byla řada toků i v nižších polohách zamrzlých. Naštěstí postupný nárůst teplot v druhé polovině března a přechodné zvýšení průtoků (Berounka) přispěly k odchodu ledů ještě před nástupem hlavní povodně. Proto z hlediska kritických ledových jevů nesnese rok 2006 srovnání s žádným z posuzovaných případů.

ČHMÚ již více než 30 let vyhodnocuje objem vody ve sněhové pokrývce. Výpočet se dělá na základě měření výšky a vodní hodnoty sněhu ve srážkoměrných stanicích zpravidla jednou týdně (pondělí) pro vybraná povodí, většinou nad vodními díly. Výsledky umožňují posoudit sněhové podmínky před jarní povodní 2006 a nedávnými povodněmi z tání na jaře 2000 a 2005 (viz **Obr. 6.6**).

Na jaře 2000 nebyly vyhodnocené zásoby vody ve sněhu nijak velké, což bylo způsobeno také dílčím táním na počátku února, který byl celý teplotně nadnormální. Následoval teplotně a srážkově nadnormální březen, při kterém se počátkem měsíce sněhové zásoby opět trochu zvýšily, ale po oteplení a vydatných dešťových srážkách ve druhém březnovém týdnu sníh ve středních polohách rychle tál za současného nárůstu průtoků. Povodeň dosáhla v kulminaci 100letých průtoků na horním Labi (po Les Království), 50letých průtoků na Orlici a Jizeře, 10 až 20letých na dalších přítocích horního Labe, Bílině (Trmice) a horní Moravě (Moravičany). Regionální výskyt extrémních povodní odpovídá rozložení vydatných srážek 7. až 9. března (Jizerské hory, Krkonoše, Orlické hory). Významné srážky však měly i stanice ve středních polohách, takže průměrná srážka na povodí Jizery byla více než 50 mm, na povodí Labe po Němčice 45 mm. Tato povodňová událost dokumentuje, že k významným povodním může dojít i při nižších zásobách sněhu, pokud jsou doprovázeny vydatnými dešti.

Na jaře 2005 byly naopak zásoby vody ve sněhu velmi vysoké (do té doby mnohde nejvyšší od dob soustavného vyhodnocování). Zásoby plynule narůstaly celou zimu, která byla od poloviny ledna teplotně podnormální, srážkově však byl leden i únor nadnormální. Sněhové zásoby dosáhly svého maxima ve všech sledovaných povodích v polovině března (měření 14. 3. 2005) a byly na srovnatelné úrovni se zásobami na jaře 2006. Výjimkou je horní Dyje, kde byly zásoby v roce 2006 oproti předcházejícímu roku zhruba dvojnásobné (viz **Tab. 6.4**).

Tab. 6.4 Maximální zásoby vody ve sněhu na jaře 2005 a 2006 pro vybraná povodí

Povodí	Jaro 2005			Jaro 2006		
	Datum	Objem [mil. m <sup>3</sup> ]	Vodní hodnota [mm]	Datum	Objem [mil. m <sup>3</sup> ]	Vodní hodnota [mm]
Vltava po VD Lipno	14. 3. 2005	208	219	20. 3. 2006	260	274
Vltava po VD Orlík	14. 3. 2005	1139	92	20. 3. 2006	1412	113
Sázava – Poříčí nad Sázavou	14. 3. 2005	385	89	13. 3. 2006	516	119
Berounka – ústí	14. 3. 2005	428	46	13. 3. 2006	375	41
Ohře po VD Nechanice	14. 3. 2005	448	124	13. 3. 2006	643	179
Labe po Přelouč	14. 3. 2005	774	121	13. 3. 2006	869	136
Jizera po Železný Brod	14. 3. 2005	238	339	13. 3. 2006	239	340
Dyje po VD Vranov	14. 3. 2005	107	48	6. 3. 2006 20. 3. 2006	225 196	101 88
Svratka po VD Brněnská	14. 3. 2005	178	112	13. 3. 2006	200	127
Morava po Moravičany	14. 3. 2005	219	140	13. 3. 2006	335	215
Moravice VD Kružberk	14. 3. 2005	89	157	20. 3. 2006	127	224
Ostravice po VD Šance	14. 3. 2005	44	302	13. 3. 2006	55	374

Od poloviny března 2005 pak došlo následkem silného oteplení k rychlému odtávání sněhové pokrývky, což bylo doprovázeno nárůstem průtoků zejména v povodí Moravy a Dyje, kde byly zaznamenány kulminační průtoky do 10leté vody. V povodí Labe a Vltavy byly odtoky mírnější, většinou do úrovně 2 až 5leté vody. Srážkové úhrny během tání byly relativně malé, až na výjimky do 5 mm za den, a nevytvářely podmínky pro vznik rozsáhlých a extrémních povodní.

Příčiny a průběh jarní povodně 2006 je popsán v jiných částech zprávy. Je zřejmé, že zásoby vody ve sněhu byly nejvyšší z posuzovaných případů, přesto nebyly jedinou příčinou tak extrémních povodní. Rozhodující bylo množství sněhu v nižších a středních polohách, jehož tání bylo urychleno dešťovými srážkami. Tomu odpovídalo i regionální rozložení vodoměrných stanic, kde byly vyhodnoceny extrémní kulminace (nad 50letý průtok) – ty nebyly na horských a podhorských tocích.

## 6.5 Celkové zhodnocení výskytu velkých povodní z tání sněhu

Rozborem sezonality výskytu povodní (řady kulminačních průtoků) na Vltavě v Praze je možné dokladovat, že mezi kulminačními průtoky s dobou opakování 20 let a více jednoznačně převažují povodně z tání sněhu. Od roku 1827 se takových povodní vyskytlo na Vltavě v Praze šest, kdežto letní povodně s obdobnou extremitou byly zaznamenány pouze tři (včetně povodně ze srpna 2002). Do roku 2002 byly dva největší kulminační průtoky vyhodnoceny právě u povodní z tání sněhu (roky 1845 a 1784). Historické záznamy z období před zahájením systematických pozorování dokládají, že extrémní povodně z tání sněhu se vyskytovaly na Vltavě v Praze i v dávnější minulosti, viz *Brázdil a kol. (2005)*.

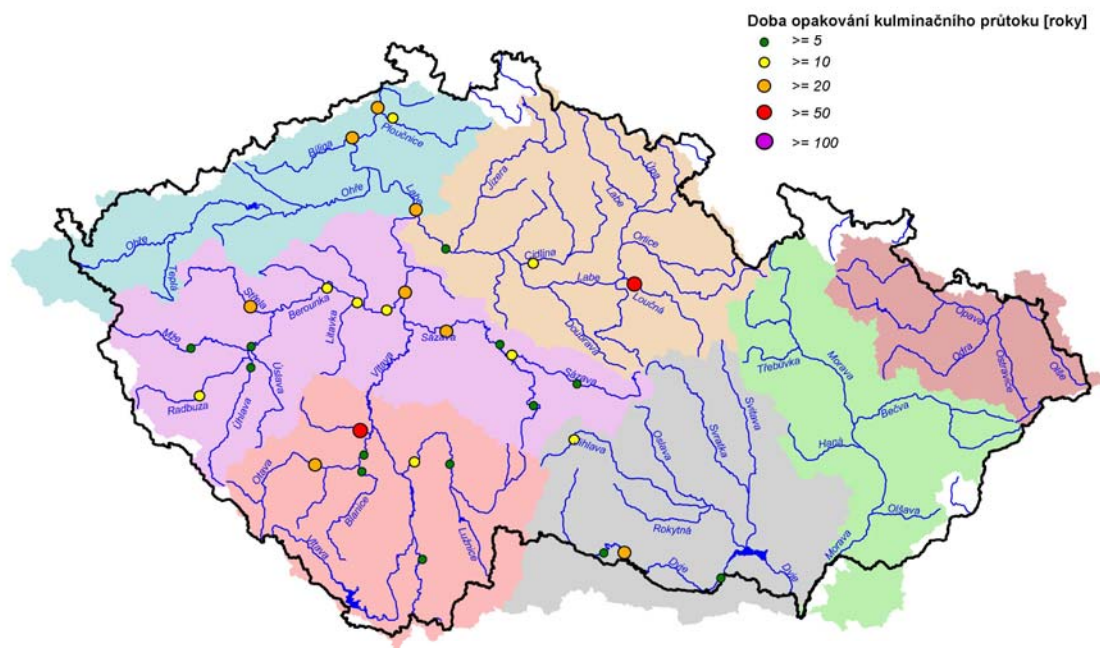
Systematická pozorování vodních stavů a studium historických záznamů umožňují vyhodnotit, zda na tocích příslušného povodí převládá zimní či letní povodňový režim. Zatímco v Praze na Vltavě či v Děčíně na Labi jednoznačně převládá zimní režim povodní, v Bohumíně na Odře je to naopak letní režim, o čemž svědčí i fakt, že v tomto profilu nebyl od roku 1896 dosažen 5letý průtok u povodně z tání sněhu.

V posledních několika desetiletích je sice patrný útlum výskytu povodní zimního typu i na Vltavě či na dolním toku Labe, příklad z roku 2006 nás však znovu přesvědčil, že s

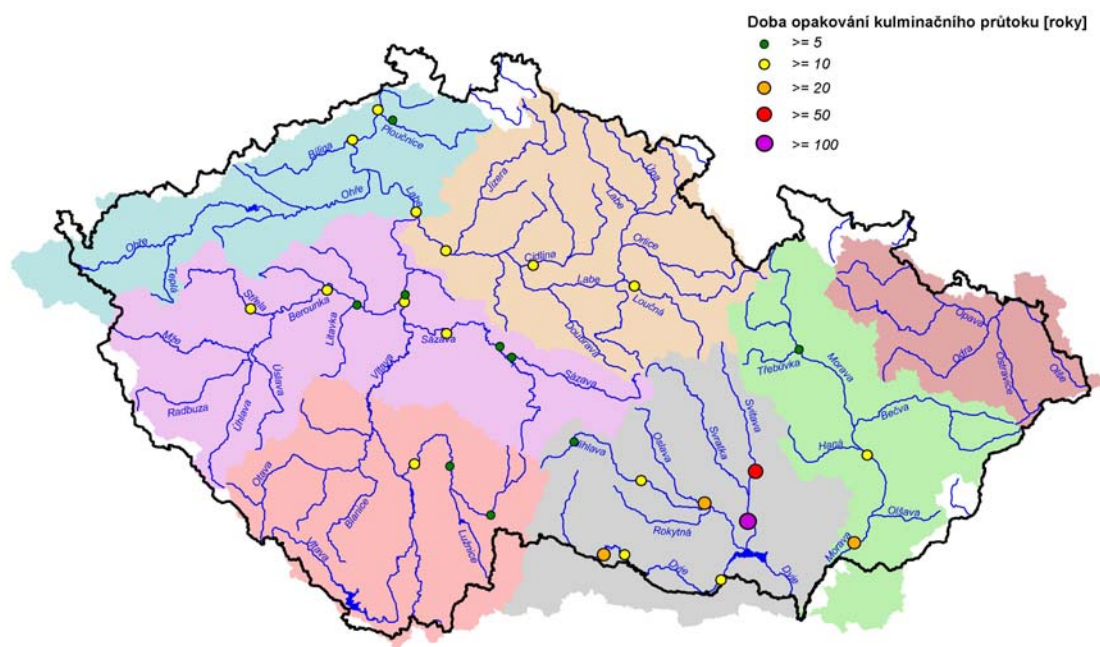
výskytem těchto povodní musíme do budoucna i nadále počítat. Pro vznik velkých povodní z tání sněhu představuje potencionální riziko hlavně množství sněhu ve středních a nižších polohách. Toto riziko se samozřejmě zvyšuje s přetrváváním sněhu do pozdního jara (konce března a dubna), samo o sobě není však postačující podmínkou, ale ani zcela nutnou podmínkou rozsáhlé jarní povodně.

V posledních zhruba 10 letech se na území naší republiky vyskytlo několik velmi významných až katastrofálních povodní, a to takřka všech typů, tj. vedle zimních a letních regionálních povodní rovněž i četné povodně z přívalových srážek. Je nesporné, že výskyt velkých povodní byl rozhodně větší, než po většinu 20. století. Analýza dlouhodobých řad kulminačních průtoků (např. na Vltavě v Praze či na Labi v Děčíně) a studium historických záznamů však dokládají, že kumulace povodňových událostí střídaných např. suchými roky není na území naší republiky nikterak neobvyklý jev. Rovněž všechny tři porovnávané povodně z tání sněhu se vyskytly během sedmi let (1940–1947). Dosavadní poznatky zatím neumožňují ze současného zvýšení četnosti povodní seriózně usuzovat na změnu povodňového režimu (jako důsledek případné změny klimatu) a následně ji kvantifikovat. Nicméně problém stacionarity hydrologického (povodňového) režimu je nezbytné i nadále důkladně vědecky zkoumat.

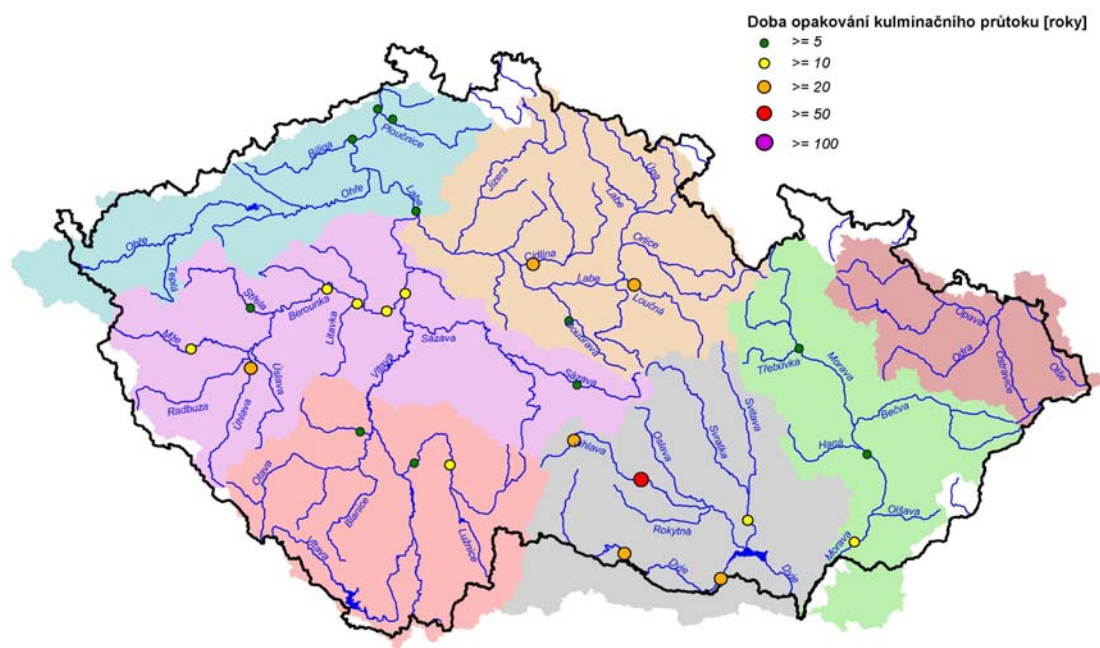




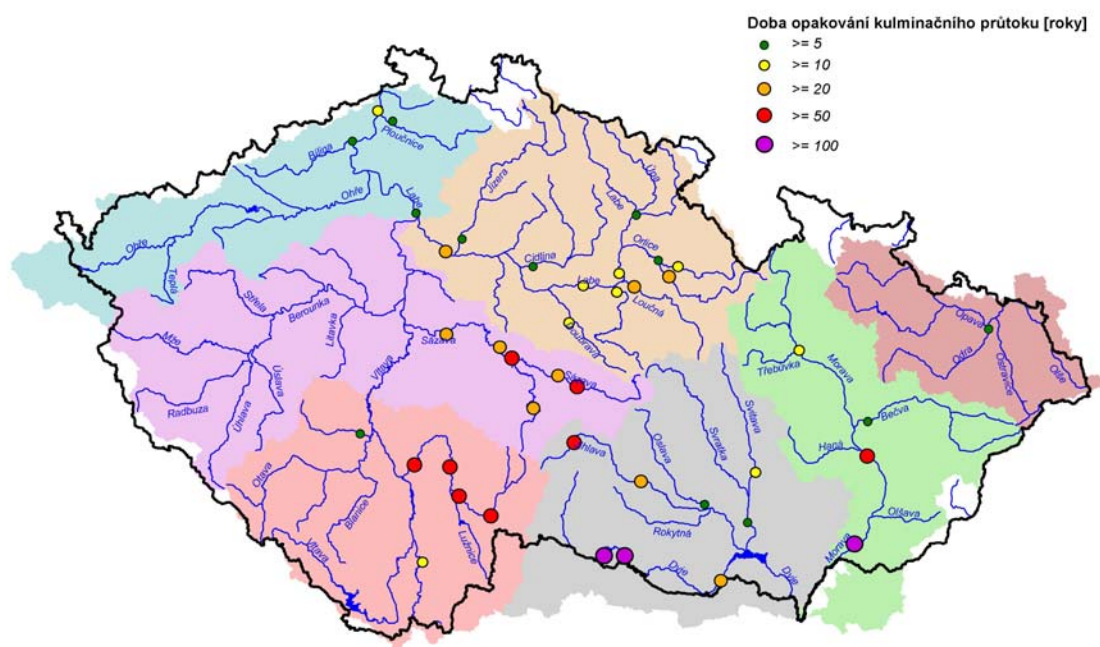
Obr. 6.1 Doba opakování kulminačních průtoků jarní povodně v roce 1940 ve vybraných profilech



Obr. 6.2 Doba opakování kulminačních průtoků jarní povodně v roce 1941 ve vybraných profilech



Obr. 6.3 Doba opakování kulminačních průtoků jarní povodně v roce 1947 ve vybraných profilech



Obr. 6.4 Doba opakování kulminačních průtoků jarní povodně v roce 2006 ve vybraných profilech