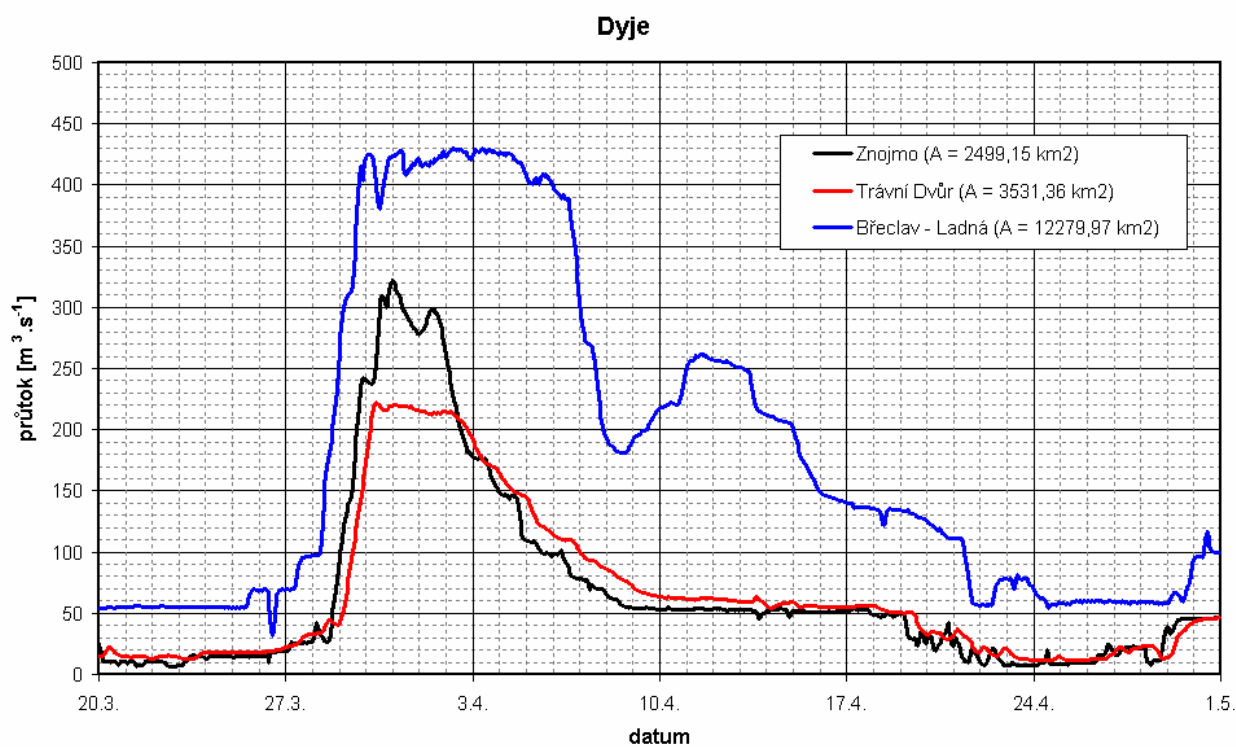


Obr. 4.46 Průběh povodňové vlny na Dyji nad a pod nádrží Vranov



Obr. 4.47 Vývoj povodňové vlny na středním a dolním toku Dyje

## 5 BILANČNÍ POSOUZENÍ PROTEKLÉHO OBJEMU, OBJEMU VODY ZE SRÁŽEK A TÁNÍ SNĚHOVÉ POKRÝVKY

Objem povodňové vlny je vedle kulminačního průtoku jedním ze základních parametrů, jimiž lze charakterizovat povodeň. Problém však bývá v jeho stanovení, protože velmi často nelze přesně určit „konec“ povodňové vlny. Příčinou je často vypadávání dalších srážek na povodí, které vzhledem k předchozí nasycenosti území neumožňují pokles průtoků pod úroveň dlouhodobého průměru, jehož dosažení se v určité konvenci považuje za ukončení zvětšených průtoků způsobených předcházející povodní. Takto tomu bylo i během dubna 2006, kdy prakticky ve všech vodoměrných stanicích nedošlo k poklesu průtoků pod hranici dlouhodobého průměru. Dále bylo potřebné zohlednit skutečnost, že poměrně značné množství vody bylo během povodně zadrženo v nádržích a toto množství bylo uvolňováno do toků postupně, což prodloužilo období zvýšených vodních stavů. Bylo proto nutné zvolit určitá kritéria, která by částečně objektivizovala výpočet objemu povodňové vlny a umožnila porovnávat velikosti objemů proteklých profilů jednotlivých vodoměrných stanic.

Základním hlediskem pro výpočet objemu byla volba jednotného časového úseku a separace objemu povodňové vlny nad minimálním průtokem, který se vyskytl ve zvoleném výpočetním časovém úseku (v absolutní většině případů se jednalo o průtok na počátku zvoleného období). Cílem bylo stanovení odtokového koeficientu, který byl počítán z následujícího vzorce:

$$c = \frac{W \cdot 1000}{P + SM} \cdot \frac{1}{A}, \text{ kde} \quad (5.1)$$

- $W$  objem povodňové vlny [mil. m<sup>3</sup>] určený jeho separací nad minimálním průtokem ve zvoleném časovém období
- $P$  průměrná výška srážek na povodí ve zvoleném časovém období [mm]
- $SM$  průměrný příspěvek z tání sněhu na povodí, jinak také úbytek vodní hodnoty sněhové pokrývky za zvolené časové období [mm]
- $A$  plocha povodí [km<sup>2</sup>]

Průměrná výška srážek na povodí vodoměrných stanic v jednotlivých dnech zvoleného období byla určena v GIS na podkladě rastrových dat odvozených metodou tzv. orografické interpolace denních úhrnů ze srážkoměrných stanic. Celková suma srážek  $P$  za zvolené období byla poté stanovena součtem denních srážkových výšek.

Podkladem pro určení příspěvku z tání sněhu  $SM$  byla rastrová data vodní hodnoty sněhové pokrývky v jednotlivých dnech v období 20. 3.–10. 4. 2006. Tato data byla rovněž zpracována v GIS (na úseku meteorologie a klimatologie ČHMÚ) orografickou interpolací hodnot odvozených z dat pozorovaných v klimatologických stanicích.

Z hodnot ve vzorci (5.1) je jednoznačně nejproblematictější určení hodnoty  $SM$ , neboť pozorování v klimatologických stanicích nemusí reprezentovat poměry v povodí, kdy zejména v průběhu tání dochází k rychlejšímu odtávání sněhu na nezalesněných a osluněných (a návětrných) plochách oproti plochám zalesněným. Většina klimatologických stanic se nachází v obcích, kde lze vůči extravilánu očekávat poněkud rychlejší tání sněhové pokrývky.

Po úvaze bylo nejprve vybráno celkem 20 vodoměrných profilů s plochou povodí 200 až 800 km<sup>2</sup> (viz **Tab. 5.1**), které charakterizují jednotlivé oblasti zasažené povodní a nepředpokládá se u nich významnější ovlivnění průběhu povodně provozem nádrží. Dalším hlediskem bylo také to, aby povodňové vlny ve vybraných profilech pokrývaly celé rozpětí extremity povodně dané dobou opakování kulminačního průtoku, a bylo tak možné provádět

určitá srovnání. Na základě analýzy hydrogramů bylo v případě stanic o této velikosti povodí zvoleno jednotné období výpočtu 25. 3.–10. 4. 2006. Výsledky podává **Tab. 5.1**.

Z **Tab. 5.1** je i v porovnání s údaji v **Tab. 4.2** zřejmé, že nejvyšší hodnoty odtokové výšky zdaleka nemusí odpovídat největším extremitám kulminačních průtoků a odpovídají spíše obecně povodím, kde se nacházely velké sněhové zásoby ve vyšších nadmořských výškách (nad 900 m n. m.). Tento sníh odtával postupně, a toto pozvolnější tání nezpůsobilo tudíž extrémní kulminační průtoky (Jizera v Železném Brodě, Olše v Českém Těšíně, Vsetínská Bečva v Jarcově). Z těchto „horských“ povodí se poněkud vymyká stanice Raškov na Moravě, kde je odtoková výška v porovnání s velikostí tání poměrně malá. Jinak lze obecně říci, že objemy spadlých srážek byly na území ČR za uvedené období poměrně vyrovnané a jejich hodnoty nemají takový rozptyl jako objemy vody z tání sněhové pokrývky.

Velikosti odtokových součinitelů vykazují poměrně značnou rozkolísanost (0,34–0,81) a nejsou tolik svázané s objemem vody z tání sněhové pokrývky jako odtoková výška. Prokazují to i grafy na **Obr. 5.1** a **Obr. 5.2**, znázorňující vliv velikosti objemu vody z tání sněhu na velikost odtokové výšky, resp. na velikost odtokového součinitele. Zatímco v prvním případě je závislost prokazatelná, v případě odtokového součinitele se vztah těchto hodnot jeví jako nezávislý. Na velikost odtokového součinitele mají vliv nejspíše další fyzicko-geografické charakteristiky povodí (např. propustnost půd), stav povrchu povodí před započítáním tání (promrznutí půdy) a v jeho průběhu (sycení půdy), výpar a rychlost tání sněhové pokrývky.

V následující **Tab. 5.2** je provedeno bilanční porovnání proteklého objemu vody vůči objemu srážek a tání sněhové pokrývky pro 18 profilů s plochou povodí i výrazně větší než 1000 km<sup>2</sup>. Kvůli zohlednění objemu vody zadržného v nádržích byla bilance provedena za období 25. 3.–24. 4. 2006. Hodnoty odtokových koeficientů se u vybraných stanic pohybují v rozmezí 0,33–0,68.

Na rozdíl od povodí menších toků v **Tab. 5.1** je nejvyšší odtokový součinitel uvedený v **Tab. 5.2** (0,68) spojen s největší extremitou kulminačního průtoku (více než 100 let – profil Podhradí na Dyji). Druhý nejvyšší koeficient odtoku (0,64) byl dosažen na povodí Bečvy v Dluhonicích, na kterém se nacházejí poměrně málo propustné půdy flyšového pásma Karpat (doba opakování pouze 5–10 let). Třetí nejvyšší koeficient odtoku (0,63) je opět spojen s velkou extremitou povodně (50 let – Bechyně na Lužnici). Naopak nejnižší koeficienty odtoku (pod 0,40) byly zaznamenány v profilech na středním a dolním toku Labe a dolním toku Vltavy, kde se projevil vliv relativně malých sněhových zásob v nížinách Polabí a v povodí Berounky.

*Tab. 5.1 Bilanční posouzení srážek, tání sněhové pokrývky a odtoku na povodích vybraných vodoměrných stanic (povodí 200–800 km<sup>2</sup>)*

Datab. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Bilance za období 25. 3.–10. 4. 2006			
				Tání* [mm]	Srážky [mm]	Odtok [mm]	Koef. odtoku [-]
0360	Tichá Orlice	Malá Čermná	690.91	154	59	119	0.56
0470	Loučná	Dašice	624.27	74	65	59	0.42
0770	Mrlina	Vestec	459.40	25	53	52	0.67
0910	Jizera	Železný Brod	791.80	214	70	154	0.54
1270	Nežárka	Lásenice	683.79	153	67	111	0.50
1430	Volyňka	Němětice	383.80	108	67	65	0.37

Datab. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Bilance za období 25. 3.–10. 4. 2006			
				Tání* [mm]	Srážky [mm]	Odtok [mm]	Koef. odtoku [-]
1580	Sázava	Chlístov	795.23	162	58	124	0.56
1661	Blanice	Radonice	539.01	52	66	85	0.72
1870	Úslava	Plzeň-Koterov	733.95	12	72	38	0.45
2082	Svatava	Svatava	294.48	182	65	129	0.52
2478	Odra	Odry	411.77	111	45	126	0.81
2990	Olše	Český Těšín-Baliny	384.44	206	79	195	0.68
3450	Morava	Raškov	349.90	240	64	104	0.34
3540	Moravská Sázava	Lupěné	445.33	206	54	141	0.54
3820	Vsetínská Bečva	Jarcová	723.43	215	87	183	0.61
4020	Moštěnka	Prusy	230.19	33	65	39	0.40
4290	Moravská Dyje	Janov	516.95	127	50	95	0.54
4420	Svratka	Dalečín	367.06	231	64	120	0.41
4650	Jihlava	Dvorce	307.69	195	55	90	0.36
4770	Rokytná	Moravský Krumlov	563.32	42	41	47	0.57

\* úbytek vodní hodnoty sněhové pokrývky

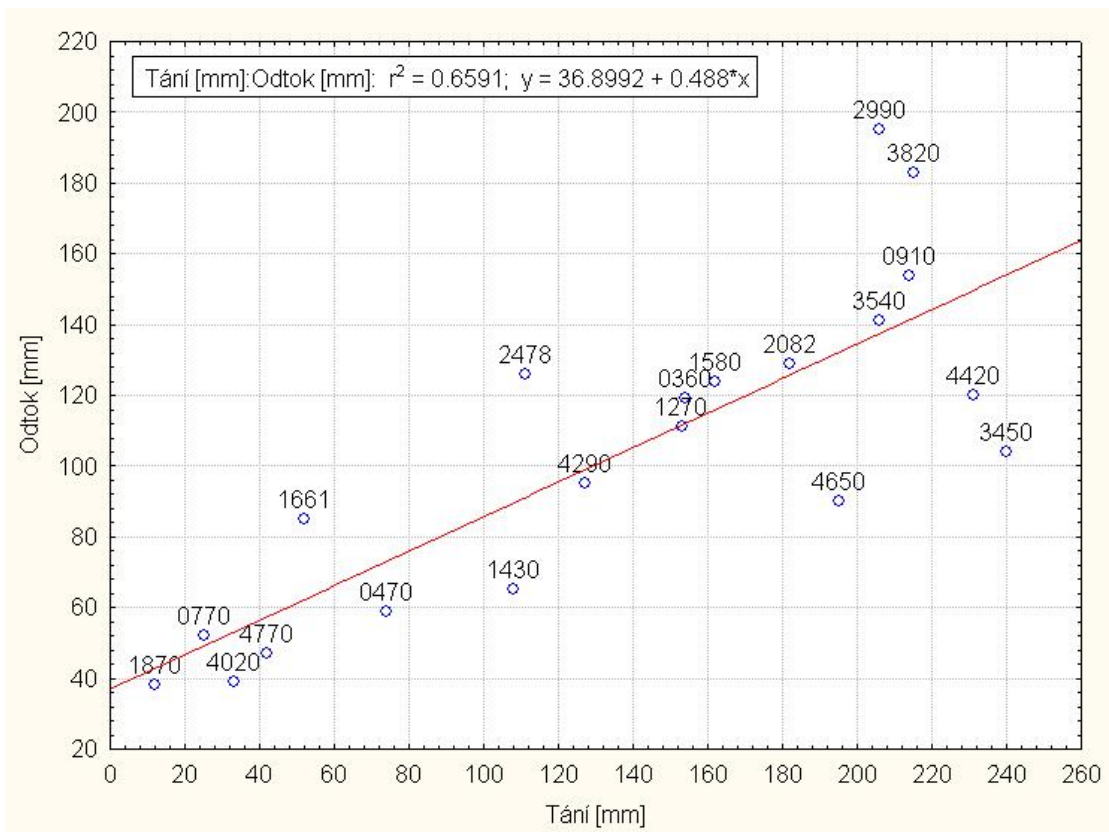
Tab. 5.2 Bilanční posouzení srážek, tání sněhové pokrývky a odtoku na povodích vybraných vodoměrných stanic (povodí >1000 km<sup>2</sup>)

Datab. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Bilance za období 25. 3. – 24. 4. 2006			
				Tání** [mm]	Srážky [mm]	Odtok [mm]	Koef. odtoku [-]
0370	Orlice	Týniště nad Orlicí	1554.14	192	92	151	0.53
0420	Labe	Němčice	4300.52	158	79	107	0.45
1044	Labe	Kostelec nad Labem	13186.35	96	75	66	0.39
1330	Lužnice	Bechyně	4055.13	93	86	112	0.63
1510	Otava	Písek	2913.93	89	104	77	0.40
1610	Sázava	Zruč nad Sázavou	1420.81	139	84	121	0.54
1672	Sázava	Nespeky	4038.25	101	86	97	0.52
1980	Berounka	Beroun	8284.70	25	77	34	0.33
2001	Vltava	Praha-Chuchle	26730.71	64	85	56	0.38
2040	Labe	Mělník	41837.98	73	81	56	0.36
2400	Labe	Děčín	51123.26	71	77	55	0.37
3550	Morava	Moravičany	1559.20	230	70	127	0.42
3670	Morava	Olomouc	3323.94	157	61	98	0.45
3900	Bečva	Dluhonice	1592.69	158	103	167	0.64
4030	Morava	Kroměříž	7030.32	119	68	91	0.49
4215	Morava	Strážnice	9145.84	99	69	71	0.42
4300	Dyje	Podhradí nad Dyjí	1755.95	95	71	113	0.68
4805	Dyje	Břeclav-Ladná	12279.97	64	61	42	0.34

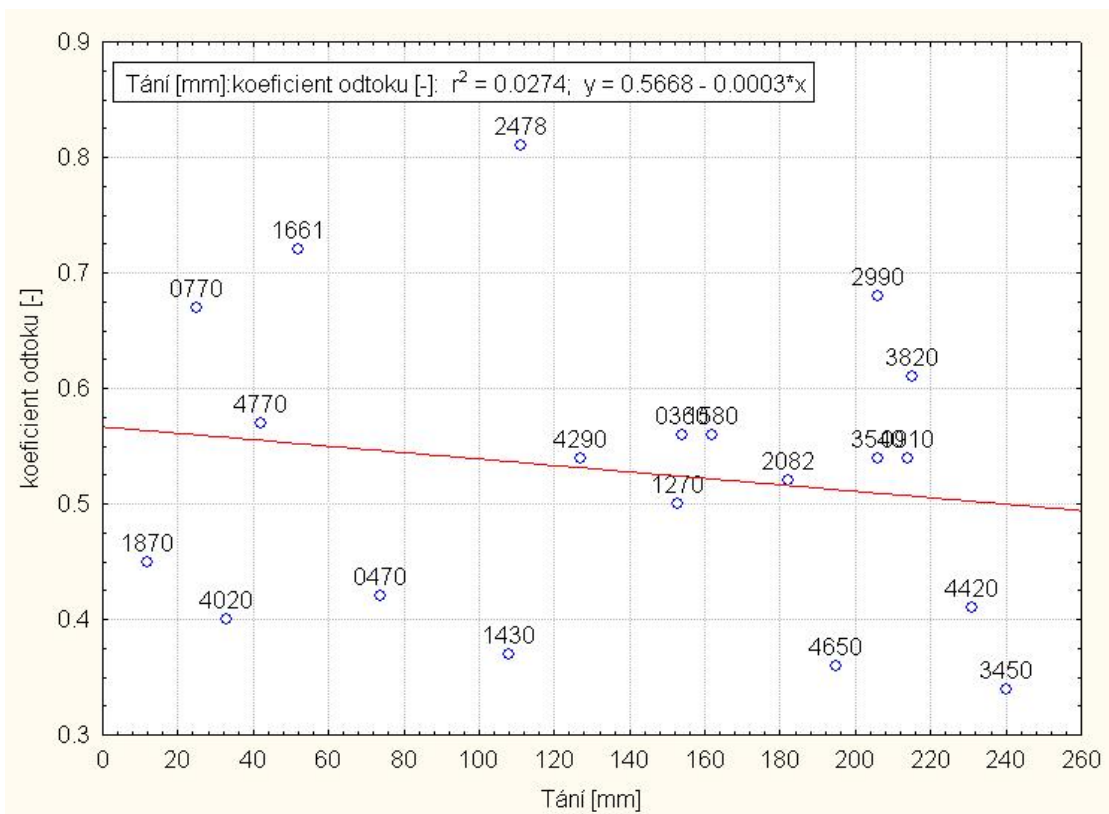
\*\* úbytek vodní hodnoty sněhové pokrývky (v období po 10. 4. 2006 odhadován)

Z hlediska formování povodně bylo důležité, jaký podíl na odtoku mělo tání sněhové pokrývky a jaký podíl měla velikost spadlých srážek. Na **Obr. 5.3** je v mapovém zpracování formou koláčových grafů tato skutečnost zachycena, přičemž bylo využito údajů z **Tab. 5.1** a **Tab. 5.2**. Většími symboly byly zakresleny profily s plochou povodí větší než 1000 km<sup>2</sup>. Z mapy je zřejmé, že:

- na většině povodí zvolených vodoměrných profilů převažoval podíl vody z tání sněhové pokrývky,
- podíl vody z tání sněhové pokrývky klesal se zvětšující se plochou povodí (nejmarkantněji v povodí Moravy),
- množství srážek převažovalo nad příspěvkem z tání na povodích ležících v nižších polohách (0770–Vestec na Mrlině, 4020–Prusy na Moštěnce)
- naprosto převažující podíl na odtoku měla výška spadlých srážek v povodí Berounky.



Obr. 5.1 Vztah mezi objemem vody z tání sněhu a odtokovou výškou (identifikátory viz Tab. 5.1)



Obr. 5.2 Vztah mezi objemem vody z tání sněhu a velikostí odtokového součinitele