

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Katedra fyzické geografie a geoekologie



Libor DUCHÁČEK

**FUNKCE PŘEHRAD VLTAVSKÉ KASKÁDY
V PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANĚ
V ČESKÉ REPUBLICĚ**
(bakalářská práce)

JABLONEC NAD NISOU, 2006

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Miroslav ŠOBR

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval především vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Miroslavu Šobrovi za odborné vedení a užitečné náměty použité při zpracování této bakalářské práce. Dále pak děkuji Ing. Markétě Komárkové z Povodí Vltavy, s.p., která mi poskytla a doporučila vhodné zdroje informací.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracoval sám a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje.

Jablonec nad Nisou, 23.7.2006



Libor DUCHÁČEK

OBSAH:

ANOTACE	5
1. ÚVOD	6
2. METODIKA PRÁCE	7
3. TYP A FUNKCE PŘEHRAD	8
3.1. ÚDOLNÍ NÁDRŽE.....	8
3.2. HRÁZE VODNÍCH DĚL.....	11
4. PŘÍČINY POVODNĚ V SRPNU 2002	12
5. VLTAVSKÁ KASKÁDA ZA POVODNĚ 2002	13
5.1. VLTAVSKÁ KASKÁDA.....	13
5.2. LIPNO I.....	15
5.3. LIPNO II.....	19
5.4. ŘÍMOV.....	21
5.5. HNĚVKOVICE.....	25
5.6. KOŘENSKO.....	27
5.7. HUSINEC.....	28
5.8. ORLÍK.....	30
5.9. KAMÝK.....	35
5.10. SLAPY.....	37
5.11. ŠTĚCHOVICE.....	40
5.12. VRANÉ.....	42
6. HODNOCENÍ VLIVU VLTAVSKÉ KASKÁDY	44
7. POVODNĚ NA JAŘE 2006	46
7.1. ÚVOD.....	46
7.2. PŘÍČINY POVODNĚ.....	46
7.3. VLTAVSKÁ KASKÁDA.....	47
7.4. LIPNO I A LIPNO II.....	48
7.5. ŘÍMOV.....	49
7.6. HUSINEC.....	51
7.7. ORLÍK.....	52
7.8. SLAPY.....	54
8. DISKUZE	55
9. ZÁVĚR	58
10. SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ A LITERATURY	59
10.1. SEZNAM PRAMENŮ.....	59
10.1.1. Datové zdroje.....	59
10.1.2. Internetové zdroje.....	59
10.2. SEZNAM LITERATURY.....	59
11. SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A PŘÍLOH	62
11.1. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	62
11.2. SEZNAM GRAFŮ.....	62
11.3. SEZNAM PŘÍLOH.....	63
12. PŘÍLOHY	64

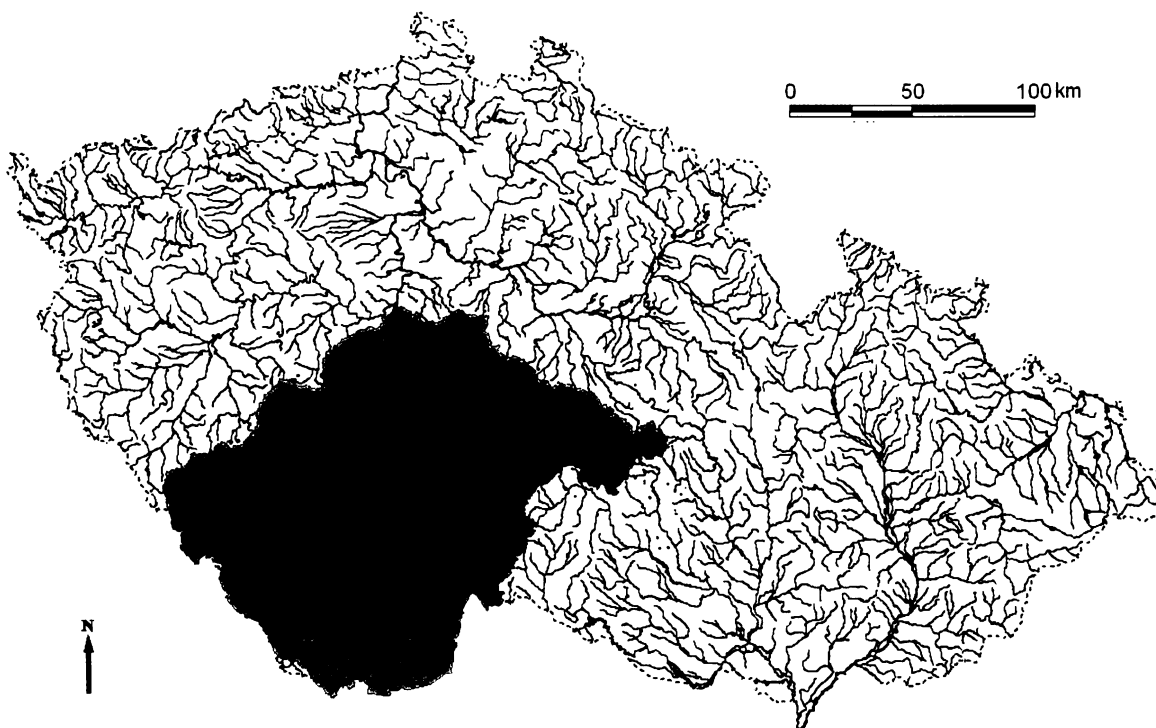
Anotace

Cílem této práce je popsat a zhodnotit funkci přehradních nádrží za povodňových stavů na nejvýznamnějším toku České republiky. Zájmovým územím je povodí Vltavy od pramene po VD Vrané, což je poslední vodní dílo Vltavské kaskády. Do práce byla zařazena i díla mimo Vltavskou kaskádu a to VD Římov a VD Husinec, protože výrazně ovlivnily průtoky ve sledovaném povodí během povodně. Sledovaným obdobím je povodeň ze srpna 2002 a dále pro srovnání i povodeň z jara 2006. Jako podklad posloužily především souhrnné správy odpovědných institucí spojených s životním prostředím, ale i publikace a názory příslušných odborníků.

Klíčová slova:

Vltavská kaskáda, retenční objem, kulminační průtok, povodňová vlna

Obr. č. 1.1: Zájmové území – povodí Vltavy po profil VD Vrané.



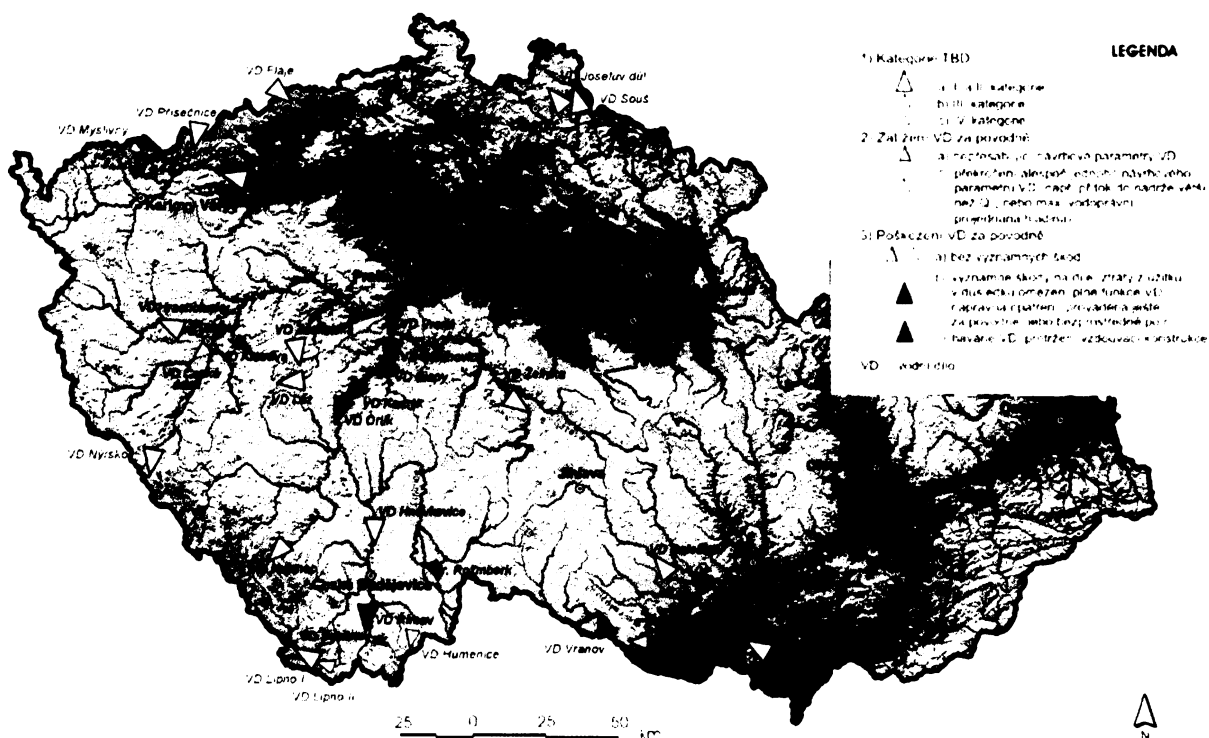
1. ÚVOD

Problematika povodní se v dnešní době týká každého z nás a lze předpokládat, že v budoucnosti se s tímto tématem budeme setkávat stále častěji. Zvýšená frekvence ničivých až katastrofálních povodní je dána globálními změnami klimatu, na kterých se do jisté míry podílí i člověk. Míra vlivu člověka na globální oteplování je i dnes stále otevřenou diskusí. Neoddiskutovatelnou skutečností ovšem zůstává, že člověk v posledním století výrazně zasáhl do rázu krajiny a tím podstatně změnil ekosystémy a koloběhy v přírodě, což se mu nyní negativně vrací v podobě hmotných škod na majetku, ale bohužel i ztrátami na lidských životech. Jedním z výtvorů lidské společnosti jsou i přehradní nádrže o jejichž vlivu na průběh povodní pojednává právě tato práce.

Na území České republiky se nachází okolo 25 000 vodních nádrží, včetně malých rybníků a nádrží sloužících pro různé potřeby člověka. Co se týče větších nádrží, pak Světový soupis přehrad uvádí číslo 120, a právě ty největší a zároveň i nejvýznamnější z nich jsou součástí Vltavské kaskády, která je osou povodí o výměře celkem 18040 km² (Broža a kol., 2005).

O významu Vltavské kaskády se nejsilněji diskutuje při povodňových stavech, přestože protipovodňová ochrana je pouze vedlejším účelem všech přehrad na Vltavě. Srpnová povodeň v roce 2002 znamenala prozatím největší zatížení přehrad (viz Obr. 1.2).

Obr. č. 1.2: Zatížení a poškození vodních děl za povodně 2002.



Zdroj: VÚV T.G.M., 2005

2. METODIKA PRÁCE

Bakalářská práce popisuje téma v několika kapitolách. Kapitola Typ a funkce přehrad popisuje obecně vodní díla z hlediska konstrukce a významu. Další a nejméně významná kapitola Vltavská kaskáda za povodně 2002 popisuje a hodnotí jednotlivá vodní díla Vltavské kaskády, přesněji, jak byla díla na povodeň připravena, jak přes ně přešly obě povodňové vlny a jaké škody na nich povodeň zanechala. Celkové hodnocení Vltavské kaskády obsahuje šestá kapitola. V sedmé kapitole je obdobně popsána jarní povodeň z roku 2006. V následující diskuzi se pokouším podat vlastní názor na význam přehradních nádrží a poukázat na rozdíl v manipulaci během obou povodňových období. Přílohy obsahují tabulky a mapy zpracované pomocí softwaru MapInfo Professional firmy MapInfo, které doplňují bakalářskou práci a poskytují názornější přehled o vodních dílech.

Do práce jsem se snažil zakomponovat ukazatel, který by vhodně charakterizoval vliv vodních děl Vltavské kaskády na transformaci povodňové vlny a zároveň by bylo možné jej i graficky znázornit pomocí tématické mapy. Nakonec jsem se rozhodl pro kombinaci vzorců, které jsem následně upravil.

Jak uvádí Kemel, 2000 a Broža a Votruba, 1966, lze transformaci povodňové vlny v nádrži charakterizovat pomocí graficko-početního řešení, tzn. vypočítat objem vody, který zadržela vodní nádrž během celé nebo části povodňové vlny, což je časový interval, kdy přítok do nádrže Q_p byl větší než odtok z nádrže Q_o . Základní rovnice, podle níž lze vypočítat objem zadržené vody je diferenční, protože čára přítoku a odtoku není dána analyticky a zní:

$$\Delta V = Q_p \Delta t - Q_o \Delta t,$$

kde ΔV je objem „zpomalené“ vody, Q_p průměrná hodnota sekundového množství přítoku v intervalu Δt , Q_o průměrná hodnota sekundového množství odtoku v intervalu Δt , Δt sekundový interval průchodu povodňové vlny (Kemel, 2000). Potřebné hodnoty průtoku a odtoku jsem získal odečtením z grafů Povodí Vltavy s.p., kde jsou údaje zaznamenány po čtyřech hodinách. Výsledný objem jsem nakonec porovnal se součtem zásobního a retenčního prostoru nádrže, čímž lze procentuálně vyjádřit vliv nádrže na transformaci:

$$p = \Delta V / (V_{zr} / 100),$$

kde p je procentuální podíl zpomalené vody na součtu zásobního a retenčního prostoru nádrže (V_{zr}). Prostor stálého nadržení nemá smysl započítávat, jelikož žádná z nádrží nebyla zcela vypuštěna a tudíž tento prostor nemohl přispět k transformaci vlny. Tímto způsobem lze ale charakterizovat pouze díla s retenčním prostorem, proto se výpočty vztahují k VD Lipno I, Římov, Husinec a Orlík.

3. TYPY A FUNKCE PŘEHRAD

3.1 ÚDOLNÍ NÁDRŽE

Jak uvádí Kříž (1996), údolní (přehradní) nádrže jsou umělé stavby, které využívají jako nádržní prostor říční údolí a jsou tvořeny vysokými hrázemi, takže jejich akumulace je spíše vertikální než horizontální, jako je tomu u rybníků. Údolní nádrže slouží k řízení odtoku. Pokud vezmeme průběh přítoku i odtoku jako funkci (f), pak v důsledku řízení odtoku (hospodaření s vodou) se mění časový průběh přítoku do nádrže $P = f_1(t)$ na jiný časový průběh odtoku z nádrže $O = f_2(t)$ tak, aby se uspokojily požadavky společnosti na vodu. Prostorový dosah hydrologického a vodohospodářského působení údolních nádrží je vzhledem k jejich zásobní a ochranné funkci oproti ostatním nádržím větší. Zásobní (akumulační) funkce nádrže totiž umožňuje, aby při malých průtocích byl okamžitě odtok (odběr) větší, než přítok do nádrže ($O > P_{\min}$). Ochranná (retenční) funkce nádrže se projevuje zajištěním menšího průtoku pod nádrží, než je povodňový přítok do nádrže ($O < P_{\max}$) (Kříž, 1996). Podle tohoto základního principu jsou dále popisovány jednotlivá vodní díla při povodni 2002 i 2006.

Jak dále Kříž definuje, přehrada je stavba (přehradní těleso společně s příslušenstvím přehrady) přehrazující údolí toku a uzavírající tak prostor pro hromadění vody pro různé vodohospodářské účely a zadržování škodlivých povodní. Takové nádrže se nazývají víceúčelové. V době nadbytku vody slouží k zachycování průtoků, v době nedostatku vody pak k nadlepšování průtoků v řece pod přehradou. Vyrovnávání průtoků, případně vytvoření pohotových zásob vody, může sloužit různým účelům – zásobování obyvatelstva pitnou vodou a průmyslu užitkovou vodou, nadlepšování minimálních průtoků a zlepšení čistoty toků, zachycení povodní, vytvoření zásob vody pro závlahy, pro využití vodní energie, nadlepšování průtoků pro plavbu, ale třeba i pro chov ryb, rekreaci, tvorbu krajiny a ochranu přírody. Údolní nádrž bývá převážně víceúčelová, tedy slouží několika účelům současně (Kříž, 1996; Horáček, 2004, Broža a Votruba, 1966).

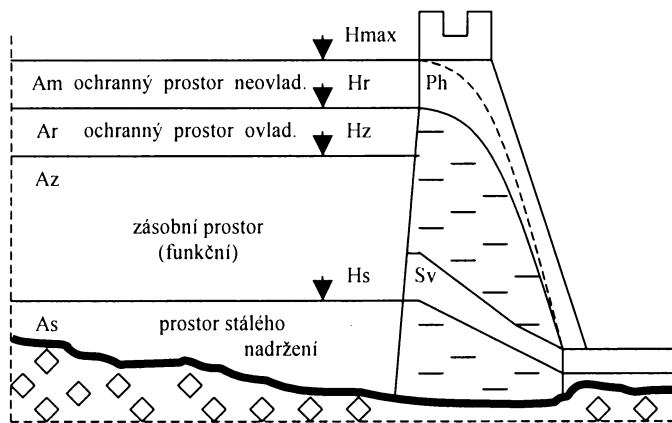
Jak definuje Broža a Votruba, je kaskáda údolních nádrží řada přehrad na témž toku s funkční souvislostí. Taková souvislá kaskáda nádrží připadá v úvahu hlavně při energetickém využití vodního toku kaskádou vodních elektráren při přehradě. Dělení toku na stupně, stanovení vzduť a míry zpracování jednotlivých nádrží není jen otázkou objemů vody a odběrných množství, ale i otázkou spádu. Řešení kaskády nádrží a jejího provozu tak patří k nejsložitějším otázkám vodního hospodářství a hydroenergetiky (Broža a Votruba, 1966).

Způsoby řízení odtoku jsou závislé na účelu nádrže, jejímu objemu a na hydrologickém a vodohospodářském režimu řeky. Údolní nádrže zpravidla souběžně zajišťují dvě základní funkce: zásobní (akumulační), tj. slouží ke zvětšování průtoků a ochrannou (retenční), tj. zmenšují velké průtoky. To umožňuje rozdělení jejich prostoru, jak je znázorněno na Obr. 3.1.

Obr. č. 3.1:

Rozdělení prostoru údolní nádrže.

- As – prostor stálého nadržení
- Az – prostor zásobní (mezi hladinou stálého nadržení Hs a hladinou Hz)
- Ar – ochranný prostor ovladatelný (od hladiny zásobního prostoru Hz po úroveň přelivné hrany Ph)
- An – neovladatelný retenční prostor (nad hladinou Hr)
- Sv – spodní výpust



Zdroj: Kříž, 1996, (upraveno)

Prostor stálého nadržení se nevyužívá pro hospodaření s vodou. Slouží však k zajištění požadované jakosti vody výše položených prostorů v nádrži (u vodárenských nádrží), k usazování nánosů apod. Při běžném provozu se nikdy nevyprazdňuje. **Zásobní prostor** slouží k nadlepšování průtoků a zajištění odběru vody v požadovaném množství podle manipulačního řádu nádrže. U většiny nádrží je hlavním účelovým prostorem a hladina v nádrži během roku kolísá v rozmezí tohoto prostoru. Jsou-li přítoky do nádrže (Q_p) větší než požadovaný odběr (Q_{odb}), je snaha vždy zásobní prostor co nejvíce naplnit. Není-li zásobní prostor naplněn, slouží tedy současně i jako prostor zachycující povodňové průtoky, tj. plní i funkci ochrannou. Naopak, jak uvádí Kemel v době nedostatku vody musí být kapacita zásobního prostoru tak velká, aby stačila pokrýt požadovaný odběr z nádrže po dobu navrženého nejdelšího možného sucha v oblasti, kdy $Q_p < Q_{odb}$, Kemel, 2000. V případě, že je při průchodu povodně zásobní prostor zaplněn, plní tuto funkci k tomu vyčleněný **ochranný (retenční) prostor**. Odtok vody z ovladatelného prostoru lze řídit manipulacemi spodními výpustmi, případně pohyblivým uzávěrem hrazeného přelivu. Ochranný prostor nad korunou nehrazeného přelivu je neovladatelný prostor, neboť není možné z této části prostoru nádrže odtok zadržovat (Kříž, 1996). Velikost retenčního prostoru se podle Kemela navrhuje pomocí čar přítoků a odtoků za dobu povodně podle vzorce $R \text{ (m}^3\text{)} = \int_{t_1}^{t_2} (Q_p - Q_o) dt$, kde R je požadovaný objem, Q_p přítok do nádrže, Q_o neškodný odtok z nádrže a t je doba trvání povodně, která je buď stejná (návrhová povodeň) nebo i větší (kontrolní povodeň) než do té doby největší sledovaná povodeň v profilu. Výsledkem by mělo být bezpečné převedení

kulminačních průtoků návrhové povodně a průchod kontrolní povodně, ovšem již s určitými škodami na VD (např. poškození hradících přelivů). Těleso hráze přesto zůstane stabilní a nedojde k protržení (Kemel, 2000). Jak upřesňuje Komárková a Kučera (2003,b), pro Vltavskou kaskádu je jako návrhová stanovena povodeň minimálně 100letá, případně povodeň z roku 1890 a jako kontrolní povodeň se počítá s 1000letou. Dále poukazují na zajímavý fakt, že během celého 20. století se na Vltavě nevyskytla 100letá voda ani jednou. Rozdělení prostorů Vltavské kaskády bylo navrženo tak, aby velké vody do určitého objemu bylo možné vodními díly zadržet a transformovat a průchod větších povodní pak zpomalit a bezpečně převést přes vodní díla (Komárková, Kučera, 2003, b).

Co se týče povodní, pak povodňovým řízením odtoku z nádrže se rozumí souhrn opatření k účelnému snížení škodlivých účinků povodní na toku pod nádrží. Přitom se dbá ostatních požadavků na funkci nádrže. V nádrži se může pro ochranu před povodněmi využít

- a) zásobního prostoru
- b) ovladatelného ochranného prostoru
- c) neovladatelného ochranného prostoru

využití zásobního prostoru nádrže závisí na míře jeho naplnění při nástupu povodně a je dáno řízením odtoku z hlediska zásobní funkce nádrže. Ovladatelný i neovladatelný ochranný prostor nádrže je vyhrazen k zachycování povodní. Hranici mezi těmito prostorami tvoří nejnižší úroveň přelivné hrany nehrazeného přelivu nebo horní hrana hradícího tělesa přelivu. V konkrétních případech nemusí být ovladatelný nebo neovladatelný prostor navržen, popř. se v nádrži nevytváří žádný ochranný prostor (Broža a Votruba, 1966).

Pro výhodné hospodaření s vodou v nádrži je třeba stanovit provozní pravidla, která mohou zajistit další užitky z nádrže, a která si při návrhu prostoru nádrže neuvažovaly, nebo mohou ovlivnit význam nádržních prostorů, zejména ochranného. Taková pravidla obsahuje manipulační řád, jehož podkladem je pro daný profil určená hydrologická řada, jejíž délka a kvalita ovlivňuje spolehlivost řádu. Manipulační řád většinou zabezpečuje tyto operace:

- a) zmírnění hloubky poruch v dodávce vody v obdobích, kdy návrh nádrže poruchy připouští
- b) využití přebytků vody jednak přímými uživateli VD, jednak pro další (nepožadované) zlepšení průtokových poměrů na toku pod nádrží
- c) zmenšení jalových odtoků
- d) účelné využití nádrže pro snížení maximálních povodňových průtoků

Operativní řízení provozu nádrže se nazývá dispečerským řízením odtoku a předpis pro ně dispečerským grafem (Broža a Votruba, 1966).

3.2 HRÁZE VODNÍCH DĚL

Přehrady můžeme také rozdělit podle jednotlivých typů hrází. Podle Horáčka bývají hráze budovány jako sypané (gravitační s těsnícím jádrem), kde hráz vzdoruje tlaku vody svou hmotností a objemností. Jiné jsou hráze klenbové, kde se proti tlaku vody vzpírá poměrně tenká železobetonová protiproudě vyklenutá skořepina, která převádí tlak vody do boků údolí. Jak Broža dále uvádí použití klenbových přehrad je omezeno na relativně sevřená údolí, v nichž se přednosti kleneb mohou dobře uplatnit (Broža a kol., 2005). Hráz velkých vodních děl je technicky složitá stavba protkaná sítí kontrolních chodeb s množstvím pevných bodů, které jsou nepřetržitě kontrolovány a přeměřovány, zda nedochází k nežádoucím pohybům v tělese hráze. Samotná hráz je zabezpečena proti přelití spodními výpustmi opatřenými klapkami a horními přílivovými hranami, které jsou navíc obvykle stavitelné. Tato zařízení umožňují také průběžně upravovat výšku hladiny v nádrži. Výpusti a přelivy jsou na vzdušné straně hráze ukončeny bazénem, vývařištem. Zde se odtékající energeticky bohatá voda zklidní a do řečiště odchází bez dalších škodlivých následků. Pod velkými vodními díly se staví další vyrovnávací akumuláční nádrž. Jejím úkolem je zachytit velké průtoky vody turbínami. Bez vyrovnávací nádrže by při chodu turbín vznikaly v řečišti pod hrází povodně. Vyrovnávací nádrž tyto pracovní přítoky zachycuje a odtékající vodu rovnoměrně rozloží do času tak, že průtok řečištěm je stabilizovaný. (Horáček, 2004)

Co se týče Vltavské kaskády, pak většina děl jsou betonové gravitační hráze. Obě Lipenské nádrže jsou hráze betonové, gravitační, kombinované se zemní sypanou hrází a Vrané můžeme vzhledem k jeho parametrům označovat jako jez (Komárková, Kučera, 2003, b).

4. PŘÍČINY POVODNĚ V SRPNU 2002

Meteorologické příčiny srpnových povodní je velice rozsáhlé téma, a jelikož je těžiště této práce zaměřeno na hydrologický průběh povodně, uvádím zde pouze stručný popis situace.

Příčinou povodně ze srpna roku 2002 byly dvě vlny extrémně intenzivních srážek. Jádra dvou tlakových níží, které přinesly nad naše území velké množství srážek, se pohybovala v jižní části povodí Vltavy. Rekordní denní úhrny srážek v oblasti Šumavy a Novohradských hor byly odvedeny do Vltavy jejími zdrojnicemi, které se během krátké doby rozvodnily a průtoky byly později vyhodnoceny i jako tisícileté vody.

První vlna ve dnech 6.8. – 7.8. 2002 zasáhla především pohraniční oblast jižních Čech s Rakouskem, kde v oblasti Novohradských hor a Českokrumlovska spadlo za dva dny 130 – 250 mm srážek. Tato vlna srážek měla vliv na výrazný vzestup hladin v řekách, mnohde až na úroveň stoletých vod. Především pak měla vliv na nasycenost povodí, což se následně projevilo při příchodu druhé vlny srážek téměř nulovou absorpční schopností půdy, a proto ještě výraznějším nárůstem průtoků, tentokrát až na úroveň pětisetletých ale i tisíciletých vod. Při druhé vlně ve dnech 11.8. – 13.8. se srážky koncentrovaly také do oblasti jižních Čech, zejména Šumavy a Pošumaví, kde dosahovali hodnot kolem 100 až 130 mm. Srážky přes 20 mm (ojediněle až 50 mm) však zasáhly celé západní, střední i jižní Čechy a jižní Moravu (VÚV T.G.M., 2005).

5. VLTAVSKÁ KÁSKÁDA ZA POVODNĚ V SRPNU 2002

5.1 VLTAVSKÁ KASKÁDA

Vltavská kaskáda je vodohospodářská soustava vodních děl na řece Vltavě. Jde o celkem 9 přehrad, z nichž první byly budovány ve 30. letech 20. století, ovšem jak uvádí Komárková, první návrhy na výstavbu pocházejí již z konce 19. století (Komárková, 2005).

Hlavním účelem výstavby Vltavské kaskády byla výroba elektrické energie, přestože na počátku 20. století se upřednostňovalo splavnění řeky mezi Mělníkem a Českými Budějovicemi. Vodní elektrárny v přehradách kaskády produkují podle ČEZ a.s. (<http://www.cez.cz>) celkový elektrický výkon až 770 MW, včetně přečerpávací elektrárny Štěchovice II. Vedlejšími účely byla pak ochrana před povodněmi, zesplavnění některých částí Vltavy, stabilizace hladiny pro odběr vody k průmyslovým účelům i pro výrobu pitné vody (Římov, Husinec) a vytvoření nových rekreačních míst. Vodohospodářství na Vltavě umožňuje ovlivnit i splavnost Labe pod Mělníkem.

Do této práce jsem zakomponoval i další dvě díla Římov a Husinec, která sice nejsou součástí Vltavské kaskády a ani objemem zadržované vody se nedají srovnávat, ale během srpnové povodně sehrály významnou roli na přítocích Vltavy – Malši a Blanici, kde jejich transformace povodňové vlny měla značný význam pro sídla ležící pod těmito vodními díly. VD Římov je chronologicky zařazeno mezi VD Lipno II a Hněvkovice, jelikož se řeka Malše vlévá do Vltavy právě mezi těmito přehradami. VD Husinec je obdobně umístěno před VD Orlík, protože Blanice je pravým přítokem Otavy, která se již jako součást orlické nádrže vlévá do Vltavy.

Co se týče míry bezpečnosti vodních děl za povodní, která je odvozena od velikosti povodňové vlny a následných ztrátách na životech a škodám na majetku, pak podle kategorizace Ministerstva Zemědělství ČR patří VD Lipno II a Kořensko do kategorie III, což znamená vysoké škody na majetku a jednotlivé ztráty na lidských životech. VD Římov, Husinec, Kamýk, Štěchovice a Vrané náleží do kategorie II s nepravděpodobnými ztrátami na životech, ale velmi vysokými škodami na majetku. Do I. kategorie tak patří nejobjemnější a největší přehrady, tedy Lipno I, Hněvkovice, Orlík a Slapy (MZ ČR, 2005).

Protipovodňová ochrana, stejně tak jako opačně nadlepšování průtoků, je důležitým účelem vltavské kaskády, který získává prioritu v případě vzniku povodňových situací nebo v extrémně suchých obdobích. O stoprocentní eliminaci velkých vod však nelze uvažovat. Při navrhování kaskády bylo proto zvoleno optimální rozdělení objemů nádrže tak, aby velké

vody do určitého objemu bylo možné vodními díly zadržet a transformovat, průchod větších povodní pak zpomalit a bezpečně převést.

Vltavská kaskáda ovlivňuje významněji odtokový režim od roku 1954, kdy byla zachycena část povodně na Vltavě tehdy ještě nedokončenou nádrží Slapy. Největší vliv má nádrž Orlik uvedená do provozu v roce 1968. Vliv kaskády se doposud projevoval pouze při relativně malých povodních, protože období od roku 1955 do roku 2001 bylo na výskyt povodní na Vltavě chudé a v přirozeném režimu by byl v daném období na celé Vltavě dosažen maximálně 20letý průtok. Snížení kulminačních průtoků vodními díly kaskády na Vltavě v Praze při jednotlivých povodních v tomto období kolísal od 0 do $800 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, průměrné zmenšení bylo $230 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (VÚV T.G.M., 2003). Až srpnová povodeň v roce 2002 znamenala pro nádrže Vltavské kaskády extrémní zátěž a objem vody, který přešel přes povodí Vltavy ještě nad soutokem se Sázavou a Berouňkou, byl cca třikrát větší než je objem všech vodních děl Vltavské kaskády v případě, že by všechny nádrže byly zcela vypuštěny. Dalším charakteristickým znakem povodně byl její rychlý nástup a kulminace ve dvou vlnách jdoucích rychle za sebou v rozmezí několika dnů (Komárková, Kučera, 2003, a).

Manipulace na jednotlivých vodních dílech se řídí komplexním manipulačním řádem Vltavské kaskády. Tento dokument určuje způsoby manipulací za běžných situací i v případě povodní. Manipulace v průběhu povodně jsou prováděny v závislosti na aktuálním vývoji hydrometeorologické situace, předpovědi počasí a postupu protipovodňových opatření. Dalším podstatným faktorem pro řízení průběhu povodňové situace je fakt, že Vltavská kaskáda ovlivňuje pouze odtok z části povodí Vltavy před Prahou. Odtok z téměř poloviny území povodí Vltavy není možné efektivně ovlivnit nádržemi. Nádrže s významnými retenčními účinky nebyly v minulosti vybudovány především v povodí Sázavy a Berouňky (Brožková, Kendík, 2003).

5.2. LIPNO I

rok dokončení stavby	1958
říční km	329,54
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	23 354
zásobní prostor (tis. m ³)	274 092 (letní období) / 253 000 (zimní období)
retenční prostor (tis. m ³)	12 056 (letní období) / 33,2 (zimní období)
max. zatopená plocha (ha)	4 870

Zdroj dat: www.pvl.cz

Charakteristika vodního díla:

Lipenská přehrada tvoří největší vodní hladinu v ČR, ovšem objemem zadržené vody již nedominuje, protože byla vystavena nad soutěskou v Lipně uzavírající ploché území Volarské kotliny (Balatka, Kalvoda, 2006). Vodní nádrž slouží především pro energetické využití spádu 160 m jako zdroj elektrické energie. Zajišťuje minimální průtok ve Vltavě pod Lipnem II ve výši 6 m³s⁻¹. Dalšími účely jsou ochrana před povodněmi, ovlivnění zimního průtokového režimu, zlepšení hygienických podmínek v řece pod vodním dílem, dodávka vody pro obec Loučovice a papírnu Loučovice a konečně i využití vodní nádrže Lipno I k rekreaci, rybolovu a lodní dopravě.

Hráz je kombinovaná betonová tížná a zemní sypaná konstrukce. To znamená, že na rozdíl od ostatních, pouze betonových hrází Vltavské kaskády, nelze ani za extrémních situací připustit pohyb hladiny nad maximální povolenou kótou, či snad dosažení nebo přelití koruny hráze. To by mělo za následek významné poškození hráze vedoucí případně k její úplné destrukci. Pro převedení vody jsou určeny 2 přelivy (kapacita 2 x 79 m³s⁻¹) hrazené klapkami a 2 spodní výpusti (kapacita 2 x 81 m³s⁻¹). Netypické je odvedení vody využité pro podzemní vodní elektrárnu (2 turbíny o kapacitě 2 x 46 m³s⁻¹), kudy je voda odváděna 3,6 km dlouhým tunelem přímo do nádrže Lipna II.

Průběh povodně:

Lipno I bylo vyprojektováno a postaveno jako víceúčelová nádrž a ve vztahu k povodním pouze pro částečnou ochranu území pod přehradou a pouze pro snížení velkých vod na Vltavě. Pro návrh vodního díla Lipno byla jako tzv. katastrofální povodeň, kterou je dílo ještě schopno převést použita největší známá povodeň z roku 1920 zvýšená o 25%. Tehdy dosáhla kulminace hodnoty průtoku 330 m³s⁻¹.

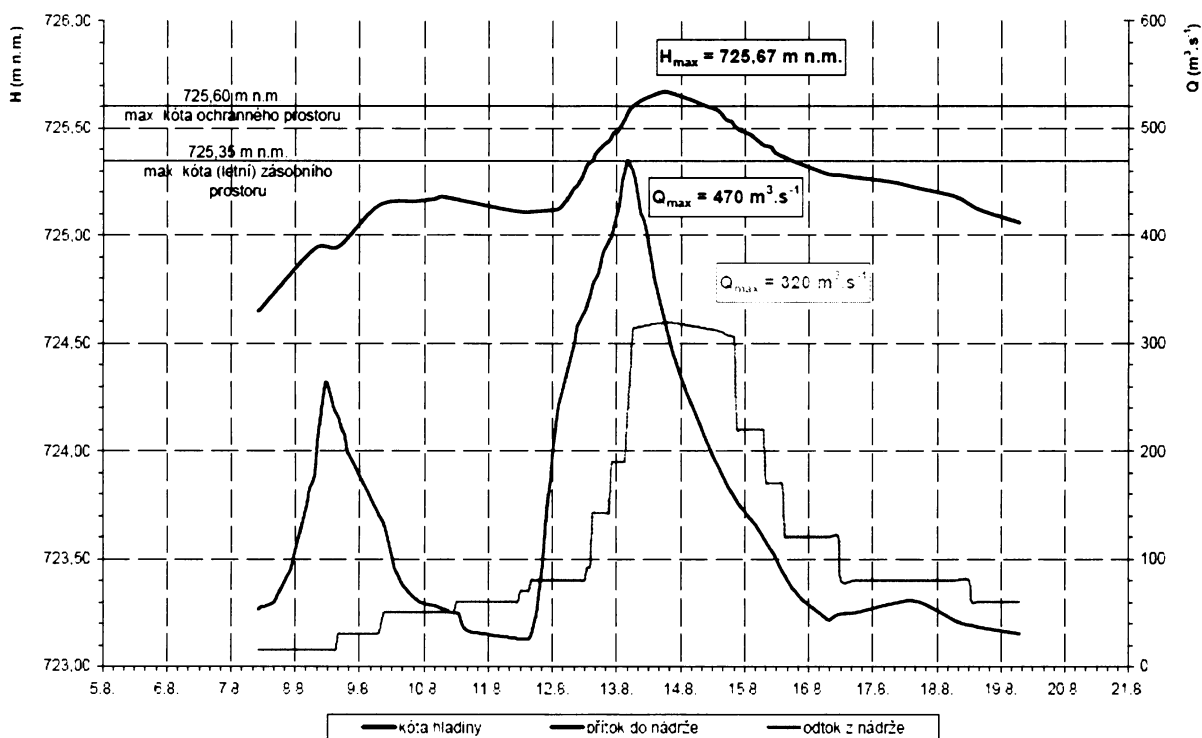
Zásobní prostor Lipenské přehrady se podstatně zaplnil již při první povodňové vlně dne 8. srpna 2002, podle hrázného Lipna Zdeňka Zídka byla 7. srpna kóta hladiny 724,65 m n.m., tzn. zbyval volný prostor nádrže o objemu 44,6 mil. m³ (Zídek, 2002), ale přehrada

stačila tyto přítoky (přes $250 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) zcela transformovat, takže průtoky přesahující hodnotu stoleté vody v Českých Budějovicích byly způsobeny v těchto dnech pouze přítoky do Vltavy v úseku pod VD Lipno, především pak Malší. Jak je patrné z grafu č. 5.1 odtoky z Lipna během první vlny zrostly z předpovodňových $20 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ pouze na $60 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Jak informuje Komárková a Kučera a jak lze sledovat na hydrogramu, při druhé povodňové vlně po 11.8. s kulminačním přítokem do nádrže $470 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ byl ke kapacitě lipenské VE ($92 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) postupně přidáván do starého koryta Vltavy průtok až $230 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, celkový kulminační odtok spolu s VE byl tedy $320 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Za existenci Lipenské přehrady to bylo poprvé, kdy pro převedení velkých vod bylo nutné použít uzávěry na vlastním tělese hráze, které jsou jindy využívány pouze při vodáckých závodech na trati pod Lipnem a při revizních manipulacích.

Povodňový průtok byl přes samotnou hráz a do koryta Vltavy mezi oběma lipenskými nádržemi převeden bez větších problémů. Hladina v nádrži přesáhla sice o několik cm povolenou maximální hladinu, ale z hlediska stability hráze a dostatečnému převýšení koruny nebylo toto zatížení významné. Vzhledem k velké ploše lipenské nádrže byl vzestup hladiny v době kulminace pod kontrolou provozovatelů a do poslední chvíle byla ponechávána rezerva v odtoku vzhledem ke zmírnění účinků povodně v Českém Krumlově a v dalších lokalitách. Po překročení maximální hladiny a vzhledem k nepřestávajícímu nárůstu přítoků bylo nutné využít plně kapacitu výpustných zařízení a ochránit vlastní hráz před poškozením, které by způsobilo v území pod dílem škody mnohonásobně vyšší než od přirozené povodně (Komárková, Kučera, 2003, a).

VD Lipno I - povodeň 08/ 2002

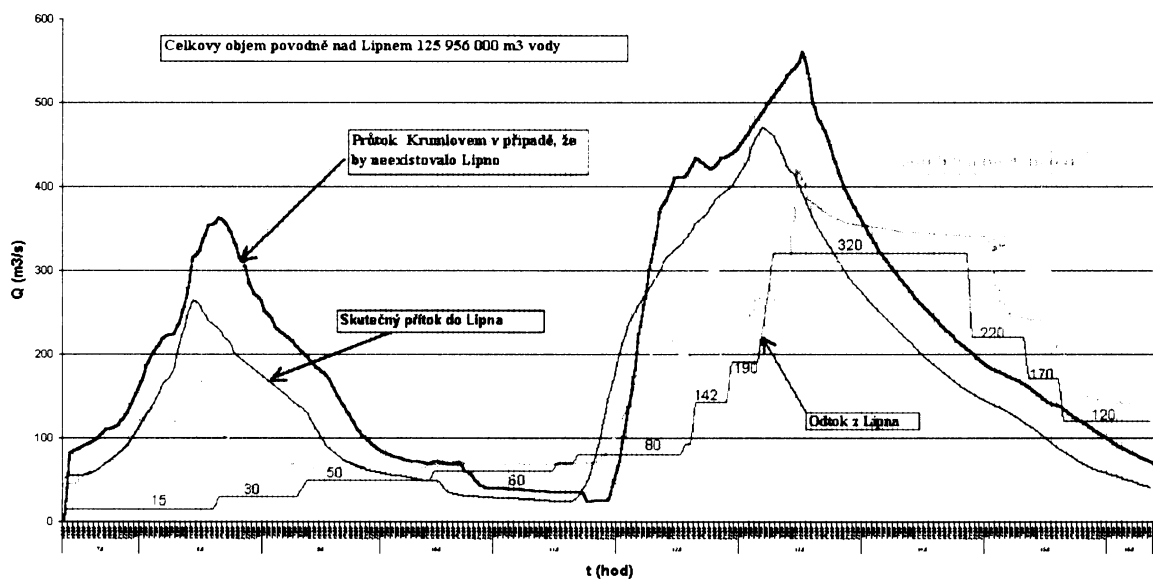


Graf č. 5.1: Průběh povodňových vln na VD Lipno I (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Z provedených výpočtů vyplývá, že ΔV (objem zpomalené vody) za první povodňové vlny byl cca 22,2 mil. m^3 , což odpovídá 7,77 % V_{Zr} (součet zásobního a retenčního prostoru) a během druhé vlny byl ΔV cca 28 mil. m^3 (9,79 %).

Zhodnocení:

Podle Z. Zídka lze vliv VD Lipno I názorně dokázat na průběhu povodně v Českém Krumlově:



Graf č. 5.2: Průběh povodňových vln v Českém Krumlově 7.8. – 15.8. 2002 (Zídek, 2002, upraveno).

Z Grafu č. 5.2 je patrné, že povodí horní Vltavy postihly dvě povodňové vlny s odstupem dvou dnů. První vlna dosáhla v Českém Krumlově vrcholu 8. srpna ve 12 hod průtokem 171 m³s⁻¹. Lipno až do okamžiku kulminace povodně v Českém Krumlově zadržovalo veškerou vodu z povodně nad nádrží a začalo vypouštět více vody až po opadnutí průtoků v Krumlově. Touto manipulací Lipno v Krumlově snížilo maximální přirozený průtok o 191 m³s⁻¹.

Ve dnech 10. a 11. srpna se Lipno snažilo udržet v Krumlově neškodný průtok mezi 60 - 70 m³s⁻¹ (více již zatápí kanály) a současně prázdní svůj retenční prostor. 11. srpna dopoledne Lipno zvyšuje odtok až na 80 m³s⁻¹, kvůli dalším srážkovým úhrnům na Šumavě. Cílem je nepřekročit v Krumlově 90 m³s⁻¹, kdy řeka ještě zůstává v nábřežních zdech. Tento průtok drželo Lipno až do 12. srpna do 12:00. Na místě setrvávající jádro intenzivních srážek ovšem způsobuje, že ve večerních hodinách přítoky do Lipna již dosahují 340 m³s⁻¹ a stále se zvyšují. V nádrži Lipno tak přibývalo každou hodinu 1,5 mil m³ vody a volný prostor se snížil na 14,4 mil. m³. Do jeho vyčerpání zbývalo 16 hodin. Lipno proto začalo vypouštět 142 m³s⁻¹ tak, aby v Krumlově nebyla překročena předchozí kulminace. Tento stav byl však udržitelný pouze 5 hodin. Přítoky do Lipna stále rostly, a jejich kulminace nenastávala. Lipno tak reagovalo zvýšením odtoku na 190 m³s⁻¹ těsně před půlnocí ve snaze prodloužit čas do úplného naplnění

retenčního prostoru. Snažilo se tím posunout okamžik, kdy bude nutné vypouštět z Lipna maximum až na sestupnou větev přítokové křivky.

K celkovému zaplnění retenčního prostoru a dosažení maximální hladiny došlo 13. srpna v 4:00, kdy zároveň kulminuje přítok do nádrže na hodnotě $470 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Lipno je nuceno z důvodu bezpečnosti hráze zahájit v 8 hodin ráno vypouštění $320 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. K vypouštění dochází tak, aby vlna doběhla do Krumlova v dopoledních hodinách. Kulminace se v Krumlově projevuje v 11 hod dopoledne, postupová doba je zde tedy 3 hodiny. Maximální průtok je $420 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. I při tomto nepříznivém vývoji byl působením Lipna snížen maximální průtok v Krumlově o $140 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Závěrem Zídek uvádí, že Lipno i v takovémto extrémním případě situaci na toku pod nádrží nezhoršilo, ale zásadně zlepšilo. (Zídek, 2002).

Co se týče tělesa hráze, pak VD Lipno I nebylo v porovnání s ostatními přehradami Vltavské kaskády vystaveno mimořádnému zatížení. V průběhu povodně však některé sledované veličiny, jako jsou výška hladiny v nádrži, přítok nebo odtok z nádrže, výška hladiny vody v některých pozorovacích vrtech, krátkodobě překročily stanovené mezní hodnoty. I přes extrémní zatížení však bylo těleso hráze stabilní, bezpečné a plně provozuschopné.

5.3. LIPNO II

rok dokončení stavby	1960
říční km	319,108
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	1 600
zásobní prostor (tis. m ³)	0
retenční prostor (tis. m ³)	0
max. zatopená plocha (ha)	12,40

Zdroj dat: www.pvl.cz

Charakteristika vodního díla:

VD Lipno II je o dva roky mladší částí lipenské energetické soustavy, které se nachází nad obcí Vyšší Brod. S výše položeným Lipnem II je přehrada propojena tunelem o průměru 7,5 m a délce 3,6 km, kudy je odváděna voda z elektrárny Lipna I. Sanační průtok v korytě Vltavy je 1,5 m³s⁻¹. Vodní elektrárna Lipno II má za účel vyrovnávat odtok vody z elektrárny Lipno I. Hráz o délce 224 m a výšce 11,5 m leží na říčním km 319,108 a je opět kombinovaná, zčásti zemní a zčásti betonová gravitační. V betonové části hráze jsou umístěny dva přelivy (kapacita 2 x 102 m³s⁻¹), šterková propust (kapacita 67 m³s⁻¹) a tři násoskové přepady o kapacitě 3 x 27 m³s⁻¹ (Komárková, Kučera, 2003, b).

Průběh povodně:

Jelikož se jedná o vyrovnávací nádrž, nemohlo Lipno II nijak transformovat povodňovou vlnu a odtok z výše položené nádrže se tak nepřeměněn přelil přes těleso hráze. Graf průtoků je tak víceméně shodný s odtoky z VD Lipno I, viz Graf č. 5.1. Kulminační průtok 320 m³s⁻¹ byl převeden všemi výpustmi a VE o kapacitě 20 m³s⁻¹.

Zhodnocení:

I přes značný průtok, který hlavně díky regulaci na Lipně I nepřekročil hodnotu Q100 (350 m³s⁻¹), nebyl omezen provoz vodní elektrárny a ani nedošlo k výrazným hmotným škodám.

5.4. ŘÍMOV

rok dokončení stavby	1978
říční km - Malše	21,851
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	2 069,2
zásobní prostor (tis. m ³)	30 016
retenční prostor (tis. m ³)	1 551,2
max. zatopená plocha (ha)	210,31
Zdroj dat: www.pvl.cz	

Charakteristika vodního díla:

Přehrada Římov je významná vodárenská nádrž na řece Malši, jejíž hlavním účelem je zdroj pitné vody pro Českobudějovicko i širší okolí. Jedná se o sypanou přehradu s hrazeným bezpečnostním přelivem (kapacita $3 \times 141 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), od něhož je voda odváděna skluzem, který je z hlediska konstrukce jedinečným v celé ČR. K manipulaci se dále využívají dvě spodní výpusti. Vzhledem k prioritnímu vodárenskému účelu, poměrně malému objemu nádrže a typu sypané hráze, je retenční schopnost nádrže minimální a prioritním účelem při velkých povodních je odvést vodu maximální kapacitou výpustných zařízení tak, aby nebyla ohrožena bezpečnost přehradního tělesa.

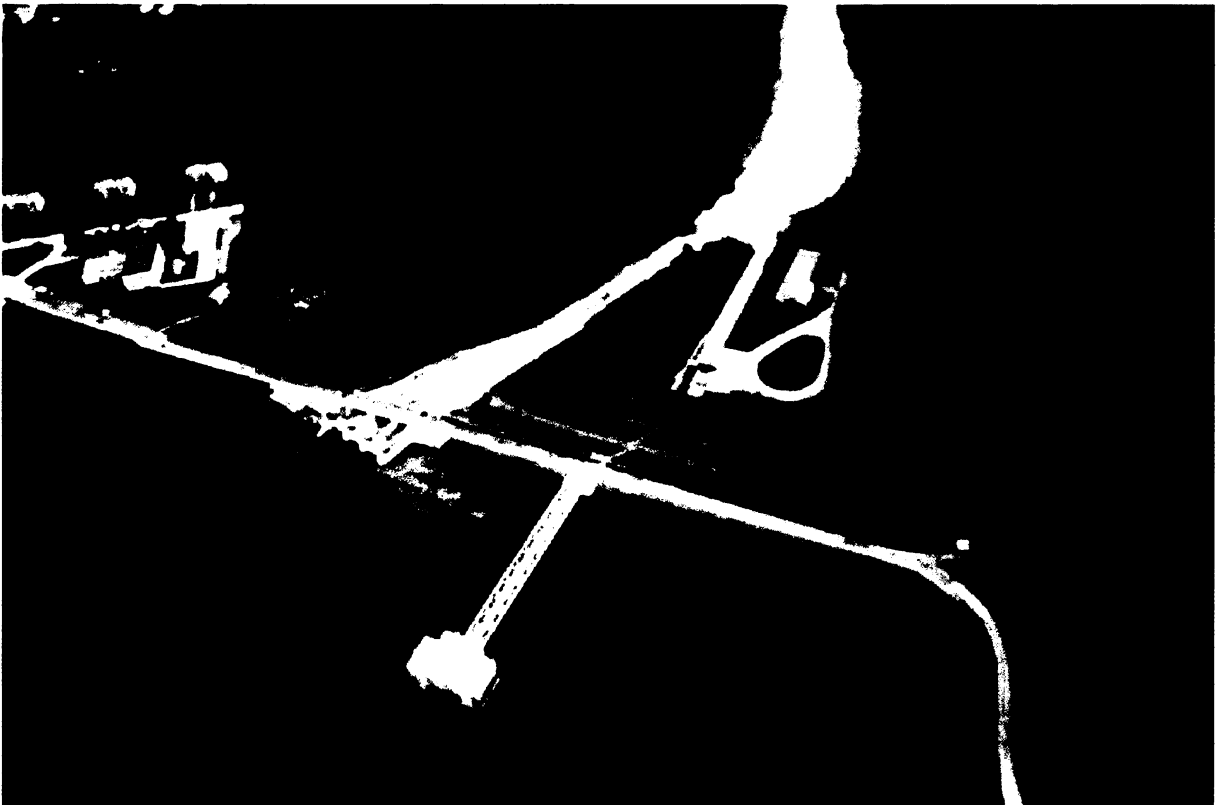
Průběh povodně:

Za srpnové povodně 2002 bylo vodní dílo v průběhu jednoho týdne zatíženo dvěma průtokovými vlnami o přibližně stejném maximu přes $470 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Podle Komárkové a Kučery se jedná o 70 % větší průtok než maximum teoretické stoleté povodně, kterému se až dosud žádná pozorovaná povodeň na Malši nepřiblížila. Bylo dosaženo zatím nejvyšší hladiny a velikosti průtoku po dobu existence díla. V roce 1996 zde prošla velká voda s přítokem $153 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ a odtokem o málo nižším hodnocena jako 10-ti letá povodeň (Komárková, Kučera, 2003).

U tohoto VD překročila srpnová povodeň v obou přítokových vlnách jak kulminačními průtoky, tak zejména objemy odtoku z nádrže odpovídající nejen návrhové povodni (s průměrnou dobou opakování kulminačního průtoku 100 let), ale i povodni kontrolní (s průměrnou dobou opakování kulminačního průtoku 1 000 let). Celkový objem obou přítokových vln povodně do nádrže byl 105 mil. m³. Před příchodem první povodňové vlny byla hladina v nádrži 2,84 m pod maximální hladinou zásobního prostoru a při odtoku z nádrže $6,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Celkový volný prostor v nádrži byl podle Brožkové a Kendíka (2003) cca 6,7 mil. m³. Při nástupu první vlny byl odtok zvětšen na $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (maximální neškodný odtok). Vzhledem k prudkému nárůstu vlny (cca 6 hod. – viz Graf č. 5.3) a mimořádné

velikosti přítoku do nádrže došlo pak k naplnění zásobního i ochranného prostoru. S ohledem na nebezpečí překročení maximální přípustné hladiny (nebezpečí i pro vlastní hráz) byl odtok zvětšen až do velikosti přítoků do nádrže, takže kulminační průtok nemohl být zmenšen. Po odeznění první povodňové vlny byl vyprázdněn nejen ochranný prostor, ale mimořádně povoleným odtokem $80 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ byl uvolněn i zásobní prostor o 2,54 m pod jeho maximální hladinu. Na další snížení hladiny již nebyl čas.

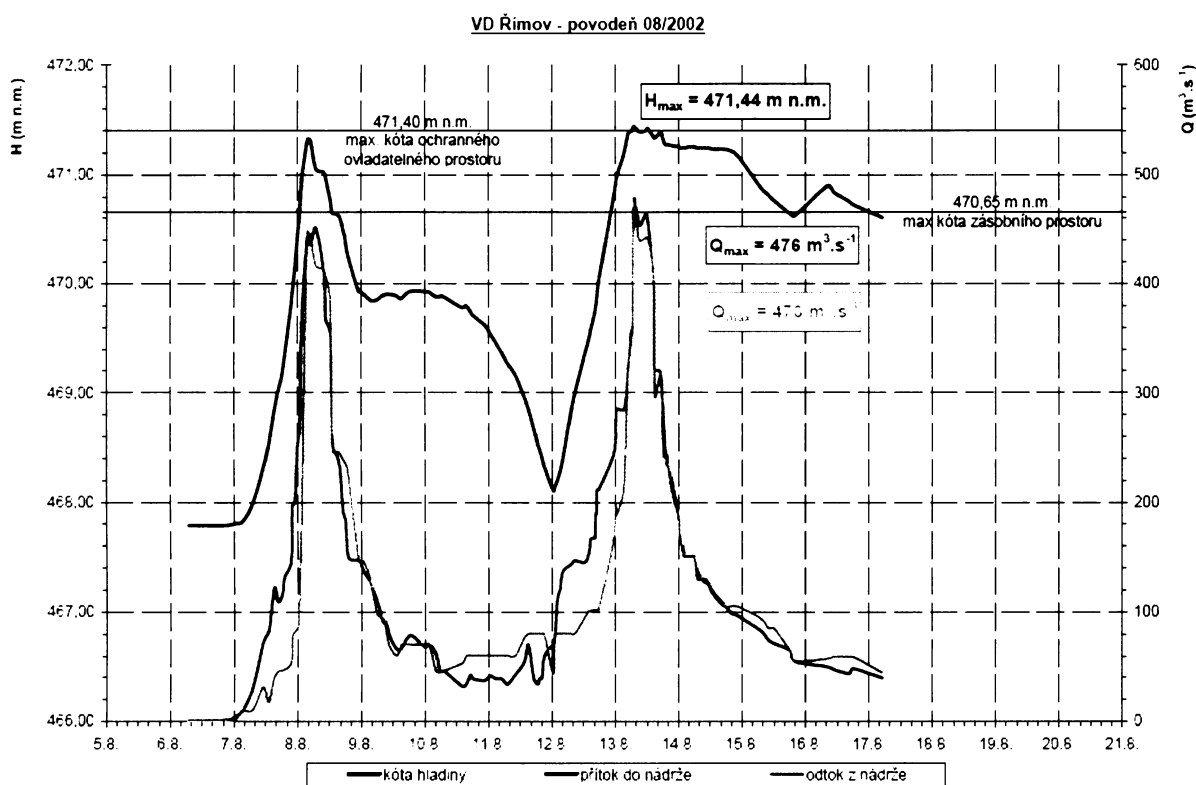
Před druhou povodňovou vlnou existoval tedy v nádrži volný prostor 5,46 mil. m^3 . Žádnou manipulací (po povodni byly zpětně prověřeny všechny teoretické možnosti) nebylo možno vzhledem k rychlosti narůstání přítoku a zejména vzhledem k objemu povodně zmenšit kulminační průtoky. Možnosti manipulace byly u první vlny vyčerpány při průtocích nad $330 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ – kulminace byla $445 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, u druhé vlny s větším objemem při $250 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ – kulminace byla $476 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, což je o 70 % větší průtok než maximum teoretické stoleté povodně (VÚV T.G.M., 2005). Nejvyšší hladina dosáhla za povodně 4 cm pod povolenou maximální výšku, čímž bylo dosaženo zatím nejvyšší hladiny a velikosti průtoku po dobu existence díla.



Obr. č. 5.1: VD Římov za povodně 2002 (VÚV T.G.M., 2005).

Komárková a Kučera (2003) dále dodávají, že v průběhu povodně 2002 byly, mimo jiné, velké obavy z velkého množství připravených materiálů, které se nakupily na hladině blízko hráze. Byly připraveny prostředky, které měly zajistit odstraňování naplaveného

materiálu z oblasti přelivů, aby nedošlo k jejich ucpaní. Naštěstí účinkem příznivého směru větru bylo splávi od přelivného objektu odkloněno. Opatrnost zde byla plně na místě, protože maximální kapacity pojistných zařízení byly v době kulminací povodňových vln téměř plně využity (přeliv $3 \times 140 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, výpusti $2 \times 41,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). V krátkém období mezi kulminačními vlnami bylo vytaženo na břeh stovky m^3 dřeva, což příznivě ovlivnilo ničivé dopady druhé povodňové vlny na dílo i území dále podél toku Malše. Tato schopnost nádrží zachytit unášené splaveniny byla vedle zdržení a snížení kulminace povodně velice významným faktorem pro dopady povodně na dolních tocích řek (Komárková, Kučera, 2003).



Graf č. 5.3: Průběh povodňových vln na VD Římov (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Během první povodňové vlny činil zpomalený objem ΔV asi $4,9 \text{ mil. m}^3$ ($15,41 \% V_{zr}$) a obdobně tomu bylo i za druhé vlny; ΔV asi 5 mil. m^3 ($15,84 \% V_{zr}$)

Zhodnocení:

Z vyhodnocení Povodí Vltavy s.p. vyplývá, že extrémní povodně v této lokalitě mohou mít tak nepříznivou vzestupnou větev hydrogramu a tak velký objem, že s ohledem na kapacity bezpečnostních a výpustných zařízení nelze počítat v takových případech s účinky retence jejich relativně malé nádrže. Ke škodám došlo především v korytě pod hrázi, na vlastním VD byly škody poměrně malé. Skluz i ostatní objekty vodního díla odolaly

opakovanému extrémnímu namáhání. Pouze ve vývaru pod skluzem došlo za povodně ke zničení betonových rozražečů, z velké části to lze připsat i nedostatečné technologické kázni při výstavbě tohoto zařízení. Rovněž bylo, stejně jako na jiných objektech, poškozeno opevnění a břehy koryta bezprostředně pod vodním dílem.

VD Římov bylo i díky manipulaci po celou dobu povodně bezpečné a stabilní. Významnou skutečností je, že vodárenský odběr nebyl přerušen (VÚV T.G.M., 2005).

5.5. HNĚVKOVICE

rok dokončení stavby	1991
říční km	210,39
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	10 040
zásobní prostor (tis. m ³)	12 160
retenční prostor (tis. m ³)	0
max. zatopená plocha (ha)	267,67

Zdroj dat: www.pvl.cz

Charakteristika vodního díla:

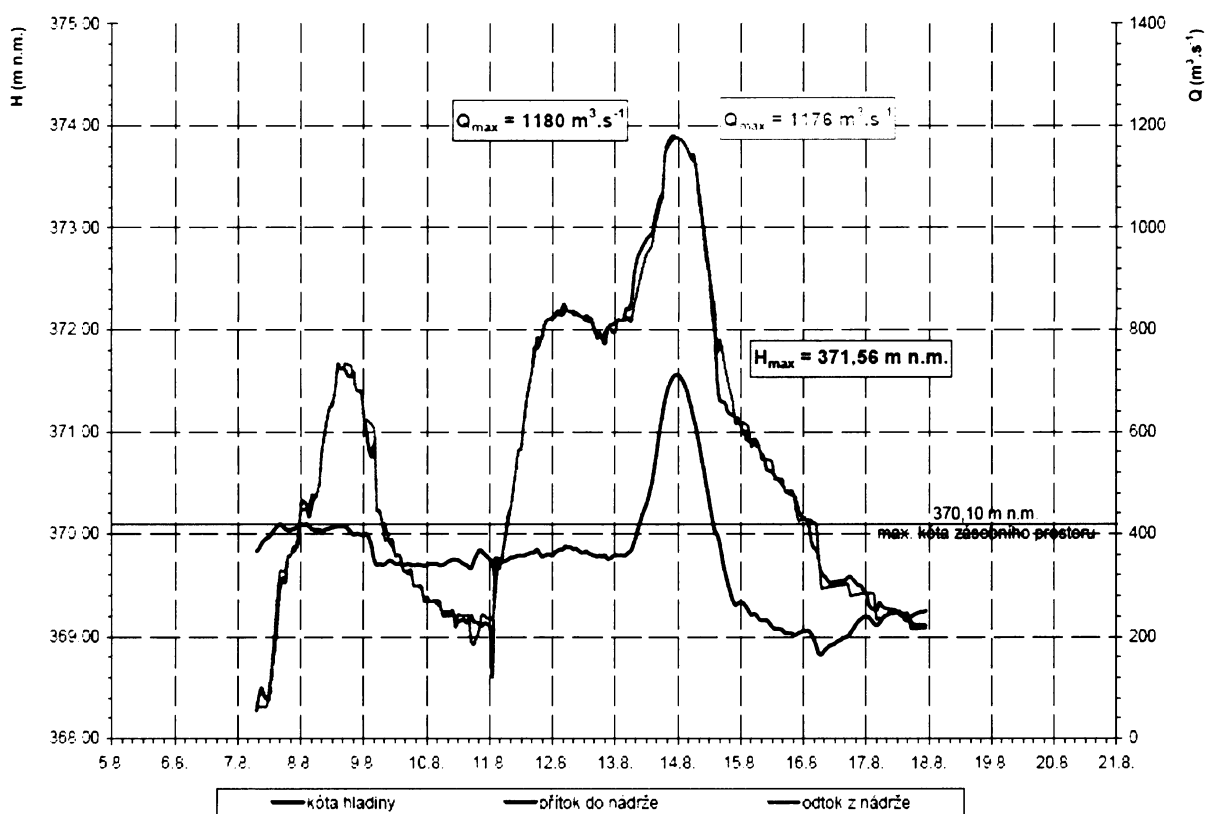
Jedna z nejmladších VN v ČR byla vybudována jako zdroj technologické vody pro jadernou elektrárnu Temelín. V betonové tížné hrázi se nachází i vodní elektrárna (kapacita 2 x 30 m³s⁻¹) a plavební komora, vedle které se nacházejí tři korunové přelivy (kapacita 3 x 337 m³s⁻¹).

Průběh povodně:

Jelikož nádrž nemá žádný retenční prostor, byla akumulární schopnost před příchodem první povodňové vlny omezena pouze na 0,74 mil. m³ což znamenalo výšku hladiny 27 cm pod maximální hladinou zásobního prostoru. Před povodní činil přítok i odtok z nádrže 53 m³s⁻¹. Během první povodňové vlny byl manipulacemi na vodním díle postupně vyrovnáván odtok s přítokem tak, aby nedošlo k překročení maximální hladiny zásobního prostoru. Kulminační průtok při první vlně v profilu hráze činil přes 730 m³s⁻¹.

Stejná manipulace probíhala i při příchodu druhé vlny. Po plném otevření hradících uzávěrů nastal v nádrži neovladatelný stav a vlivem rostoucích přítoků došlo ke zvýšení hladiny v nádrži až na kótu 371,56 m n.m.. Kulminační průtok za druhé vlny dosáhl hodnoty 1180 m³s⁻¹, přičemž do té doby největší převedený průtok byl 369 m³s⁻¹ v roce 1996 (Komárková, Kučera, 2003, b).

VD Hněvkovice - povodeň 08/2002



Graf č. 5.4: Průběh povodňových vln na VD Hněvkovice (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Zhodnocení:

Z hlediska objemu i funkce nemohla VN Hněvkovice nijak ovlivnit průběh povodně. Odtok z nádrže byl pouze nepatrně nižší než přítok (cca $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 0,3 \%$ odtoku), což však při tak velkých průtocích nemůže být ani objektivní hodnota, protože přesnost měření je značně zkreslena.

Co se týče bezpečnosti díla, pak Hněvkovice neutrpěly významné škody a po celou dobu povodně byly bezpečné.

5.6. KOŘENSKO

rok dokončení stavby	1991
říční km	200,405
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	2 800
zásobní prostor (tis. m ³)	0
retenční prostor (tis. m ³)	0
max. zatopená plocha (ha)	280,61

Zdroj dat: www.pvl.cz

Charakteristika vodního díla:

Jezové těleso dlouhé 80 m a vysoké 5 m se nachází 2 km pod ústím řeky Lužnice a zároveň v rozsahu nádrže VD Orlík, čímž tvoří ponořený stupeň, což znamená, že voda je zde zadržována pouze v době, kdy hladina nádrže Orlík nebude dosahovat maxima. V opačném případě bude stupeň zatopen vzduťou hladinou. Hlavním úkolem je udržovat stálou hladinu a odstranit tak hygienické a estetické nedostatky v Týně nad Vltavou. Mezi další funkce patří homogenizace odpadních vod z jaderné elektrárny Temelín a provoz malé vodní elektrárny.

Průběh povodně:

Před příchodem povodně byl přítok vyrovnán s odtokem na hodnotě 68 m³s⁻¹ a hladina se nacházela v ovladatelném prostoru na kótě 352,52 m n.m.. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o pohyblivý jez (ponořený stupeň), nemá toto dílo vymezeno žádný ochranný prostor a je při povodni zatopeno.

První povodňová vlna byla převedena přes plně vyhrazené přelivy vodního díla při odstavené elektrárně. Kulminační průtok činil cca 1000 m³s⁻¹ a po jejím průchodu bylo dílo opět uvedeno do automatického provozu. Pro převedení druhé povodňové vlny bylo provedeno rovněž plné sklopení klapek. Při jejím průchodu dosáhla hladina vody kóty 356,60 m n.m. a došlo k zatopení jezové chodby a vodní elektrárny. Kulminační průtok měl 14.8. hodnotu 2000 m³s⁻¹.

Zhodnocení:

Stejně jako VD Hněvkovice nemohlo ani Kořensko ovlivnit průtok pod tělesem hráze. Vzhledem k tomu, že max. projektovaná hladina byla překročena o 135 cm došlo k zaplavení VE i jezové chodby a bylo dále poškozeno i opevnění v podjezí.

5.7. HUSINEC

rok dokončení stavby	1939
říční km - Blanice	57,588
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	771
zásobní prostor (tis. m ³)	2 058
retenční prostor (tis. m ³)	2 815
max. zatopená plocha (ha)	61,00

Zdroj dat: www.pvl.cz

Charakteristika vodního díla:

Prvotním účelem výstavby husinecké přehrady byla ochrana města Husinec před povodněmi. Až později se nádrž stala zdrojem pitné vody pro Prachatice a až v 50. letech byla pod hrází přistavena malá hydroelektrárna. Gravitační kamenná hráz je vysoká 34 m a v koruně dlouhá 196,5 m. Velkou vodu převádí vedle dvou spodních výpustí i pět korunových přelivů o celkové kapacitě 208 m³s⁻¹ (Broža a kol., 2005).

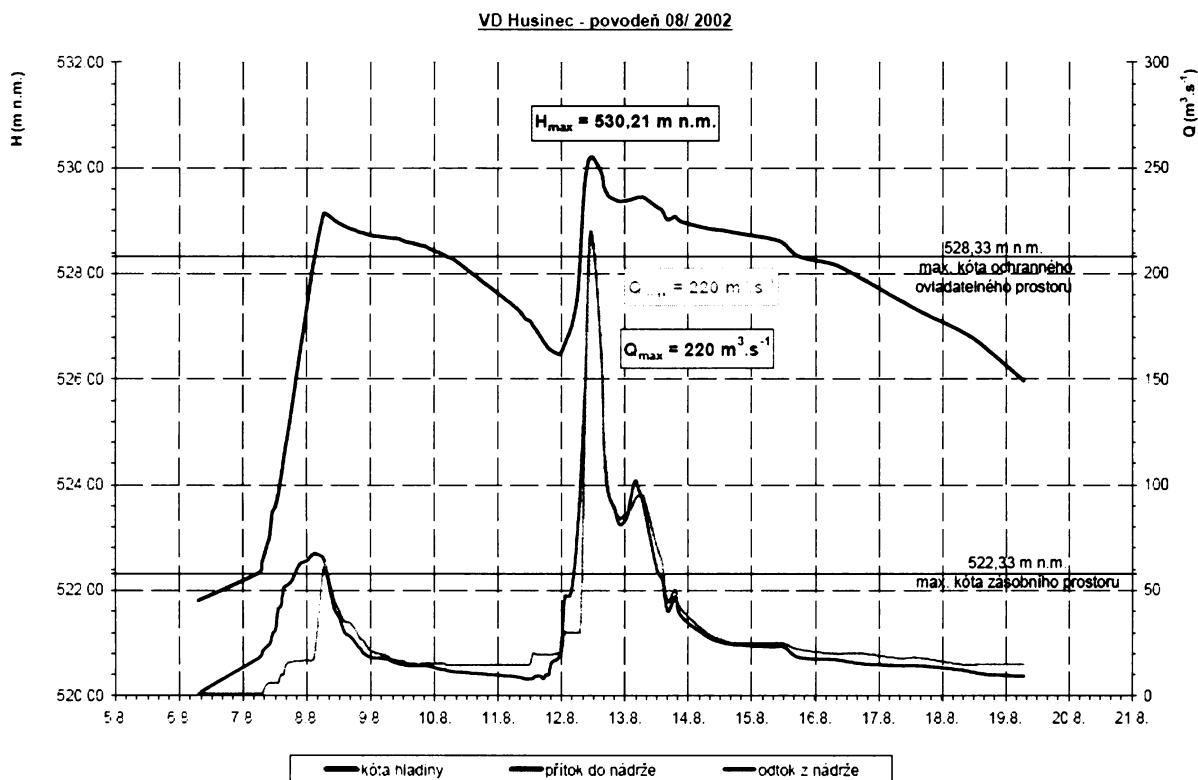
Průběh povodně:

Z dat Povodí Vltavy vyplývá, že na vodním díle Husinec byl před příchodem povodně odtok z nádrže vyrovnán s přítokem ve výši 1 m³s⁻¹. Hladina na vodním díle se nacházela v zásobním prostoru na kótě 521,81 m n.m. – tj. 52 cm pod maximální úrovní zásobního prostoru. Ochranný prostor nádrže o velikosti 3,7 milionu m³ byl zcela volný. Celkový volný prostor v nádrži činil cca 3,9 mil. m³.

Jak lze sledovat na Grafu č. 5.5, při nástupu první povodňové vlny byl dle manipulačního řádu zvyšován odtok z nádrže až do dosažení maximálního neškodného průtoku. Při vypouštění tohoto odtoku byl naplněn ovladatelný ochranný prostor nádrže a další odtok z nádrže byl realizován přes přelivy. Kulminační průtok 67 m³s⁻¹ byl účinkem nádrže transformován na pouze mírně snížený odtok ve výši 62 m³s⁻¹. Prázdňení ovladatelného ochranného prostoru probíhalo nejprve vypouštěním maximálního neškodného odtoku. Na základě nepříznivé meteorologické předpovědi byl po projednání s OPK Prachatice zvýšen odtok na 20 m³s⁻¹ resp. 30 m³s⁻¹ ještě před nástupem druhé povodňové vlny. I přes tato opatření se nepodařilo vyprázdnit celý ovladatelný ochranný prostor.

Druhá povodňová vlna se vyznačovala velice strmým nárůstem průtoků. Rychle došlo k opětovnému naplnění ovladatelného ochranného prostoru nádrže a další odtok z nádrže byl realizován přes přelivy. Vzhledem k extremitě kulminačního průtoku, který činil 220 m³s⁻¹ (odpovídá Q1000), se již neprojevil transformační účinek nádrže (Povodí Vltavy, 2003). Komárková s Kučerou poznamenávají, že hladina dosáhla dva metry nad korunu přelivné

hrany a téměř omývala spodní hranu mostovky přes přelivy. Z toho důvodu byla značná obava z ucpání otvorů přelivů značným množstvím splávi na hladině nádrže. Jako účinné se ukázalo provedené nouzové opatření, kdy bylo nataženo napříč nádrží lano přibližně sto metrů před návodním lícem hráze. V kombinaci s příznivými povětrnostními podmínkami a současně dalšími zásahy v nádrži bylo toto nebezpečí eliminováno. Na koruně hráze byla připravena mechanizace pro případ nouzového uvolňování zachycených kmenů (Komárková, Kučera, 2003).



Graf č. 5.5: Průběh povodňových vln na VD Husinec (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Poměr zpomalené vody obou povodňových vln se u VD Husinec značně lišil. ΔV za první vlny činil přibližně 1,5 mil. m^3 (31,60 % V_{zr}), tedy téměř třetinu. Do druhé povodňové vlny se však nádrž nepodařilo dostatečně vyprázdnit, proto ΔV byl už jen 170 tis. m^3 , tedy 3,55 % V_{zr} .

Zhodnocení:

VD Husinec patřilo během srpnových povodní k nejvíce zatíženým přehradám a Q100 zde byl překročen téměř dvojnásobně. I přes tento fakt nenastaly ztráty z užitku v důsledku omezení plné funkce elektrárny a ani nedošlo k významným škodám na vlastním zařízení hráze a zabudovaných zařízeních technickobezpečnostního dohledu. Současně za povodně ani bezprostředně po ní nemusela být prováděna nákladná nápravná opatření.

5.8. ORLÍK

rok dokončení stavby	1966
říční km	144,65
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	280 000
zásobní prostor (tis. m ³)	374 428
retenční prostor (tis. m ³)	62 072
max. zatopená plocha (ha)	2 732,70

Zdroj dat: www.pvl.cz

Charakteristika vodního díla:

Toto vodní dílo je nejvýznamnějším na Vltavě. Vybudováno bylo především pro účely výroby elektrické energie, značný je však i jeho význam vodohospodářský a společně s lipenskou nádrží má rozhodující vliv na řízení víceletých průtoků na Vltavě i na dolním Labi. Určitý význam má i nadlepšování průtoků pro vodárnu v Praze-Podolí, rozsáhlá letní rekreace, plavba po jezeře a rybní hospodářství. Přímá gravitační betonová hráz přehrady (Pechar, 2005) o výšce 91,5 m a délce její koruny 450 m je vybavena třemi přelivy s rozměry 15 x 8 m s celkovou kapacitou 2184 m³s⁻¹ (stoletá voda) a dvěma spodními výpustmi o průměru 4 000 mm a kapacitě 2 x 180 m³s⁻¹. Vodu dále převádí i vodní elektrárna pomocí čtyř turbin o hltnosti 4 x 150 m³s⁻¹ (Komárková, Kučera, 2003).

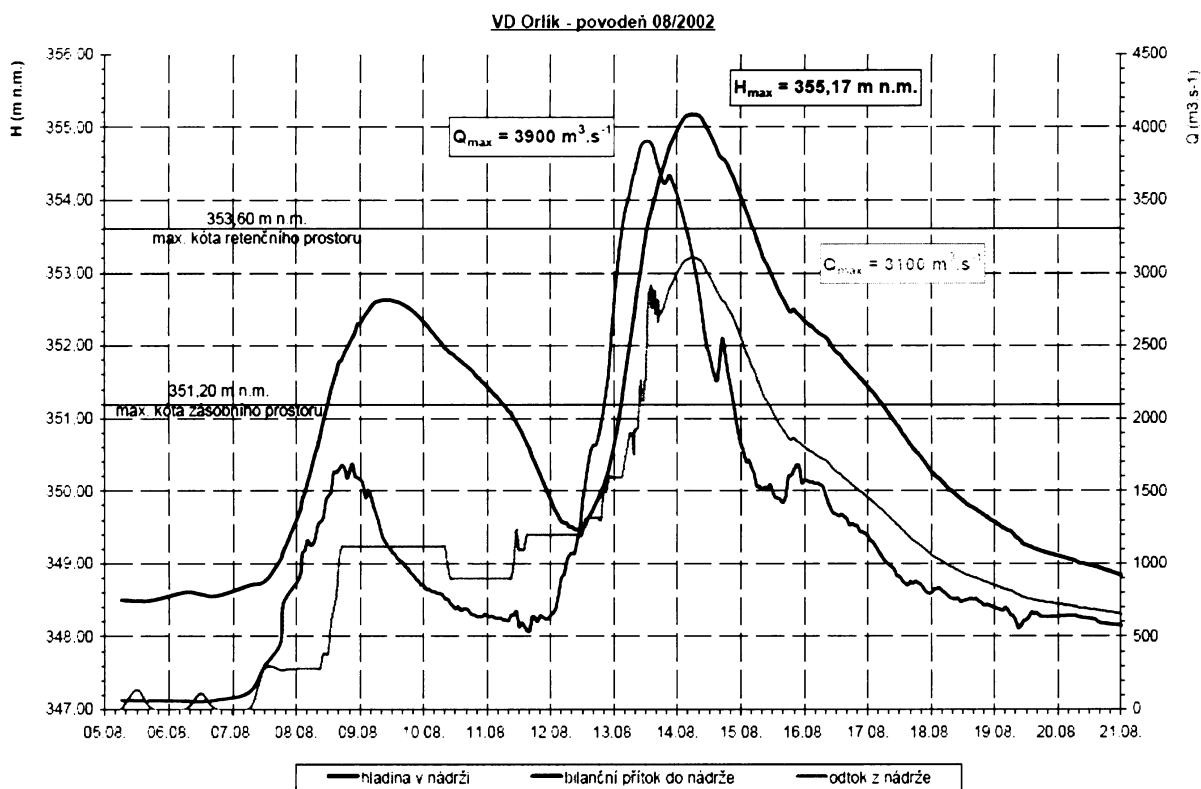
Průběh povodně:

Nejvyšší a největší přehrada Vltavské kaskády v době povodně sehrála nejvýznamnější funkci při transformaci povodňové vlny a zároveň jejím průchodem nejvíce utrpěla. Před příchodem povodně byl retenční objem nádrže zcela volný a hladina nádrže byla ještě 5.8. na kótě 348,50 m n.m., tj. 5,1 m pod maximální kótou hladiny v nádrži a 2,7 m pod spodní úrovní retenčního prostoru (viz Graf č. 5.6), což odpovídá 126 mil. m³ volného objemu nádrže (Komárková, Kučera, 2003; Pechar, 2005).

Při povodňových průtocích se po naplnění zásobního prostoru manipuluje tak, aby nebyla překročena maximální hladina a pokud možno nebyl překročen neškodný průtok Vltavy v Praze-Chuchli 1 500 m³s⁻¹. Vlivem výrazných srážek na povodích horní Vltavy, Malše, Otavy i Lužnice se večer 8. srpna zvětšil přítok do nádrže z 45 m³s⁻¹ (Pechar, 2005) na hodnotu asi 1 700 m³s⁻¹. Po nezbytných opatřeních na dolním toku Vltavy byl odtok z nádrže zvětšen na 1 120 m³s⁻¹, čímž již byla překročena velikost neškodného průtoku Vltavy před soutokem s Beroučkou. Při první vlně povodně byl využit retenční prostor po úroveň 1 m pod maximální hladinu, tj. na kótu 352,63 m n.m.. V době mezi povodňovými vlnami probíhalo

neustálé vyprazdňování nádrže a až 11. srpna byl kvůli nepříznivé předpovědi odtok zvětšen na $1\,200\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ z předchozích $900\text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

V době nástupu druhé povodňové vlny byla hladina v nádrži na úrovni 4,1 m pod maximální hladinou, čemuž odpovídá velikost volného prostoru přibližně 104 mil. m^3 . Vlivem souběhu povodňových vln na Vltavě, Lužnici a Otavě a mimořádně vydatných srážek na celém povodí ve dnech 11.–13. srpna došlo během 38 hodin k prudkému nárůstu přítoku z $620\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ až na kulminační průtok $3\,900\text{ m}^3\text{s}^{-1}$, což odpovídá tisícileté vodě. Odtok z nádrže byl zvětšován postupně, aby se umožnilo v Praze a v obcích na dolních úsecích toku provést nezbytná opatření, jako je stavba protipovodňových bariér, evakuace obyvatel apod.. Postupné zvyšování hladiny vody v nádrži v mezích ovladatelného ochranného prostoru nezpůsobilo žádné provozní obtíže. Jak uvádí Povodí Vltavy, až po výpadku elektrárny 13.8. v 15:00 a úplném vyhrazení segmentů nastal neovladatelný stav, načež hladina vystoupala až na kótu 355,17 m n.m. (14.8., 04:00) a odtok kulminoval na hodnotě $3\,100\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Povodí Vltavy, 2003). Kulminující přítok zvýšil hladinu v nádrži až na 1 m nad projektovanou maximální hladinu, což je úroveň plata otevřených plošin a vstupů na návodní straně hráze. Při dalším vzestupu hladiny až na 1,57 m nad maximální hladinu došlo shora k masivnímu zaplavování prostor uvnitř hráze. Voda přepadala i do žlabu lodního výtahu (lodě do 300 t) a výtahu sportovní plavby. Přelitím bočních stěn žlabu docházelo ke značné erozi zemního materiálu až na skalní masiv. Výrazné zpětné vzduť Orlíka však způsobilo zmenšení průtočné kapacity koryta vodních toků nad nádrží (Otava v Písku, Lužnice v Bechyni), což zhoršilo průchod povodně v těchto úsecích toků. Zvýšení hladiny nad vodohospodářsky stanovenou maximální hladinu o 1,57 m mělo i příznivý účinek – zvětšilo kapacitu ochranného prostoru a významně přispělo ke zmenšení kulminačního průtoku z $3\,900\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ na $3\,100\text{ m}^3\text{s}^{-1}$, tj. o $800\text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Zároveň byla kulminace povodňové vlny v Praze zpožděna o 18 hodin. To bylo zejména pro průběh povodně v Praze velmi významné (VÚV T.G.M., 2005).



Graf č. 5.6: Průběh povodňových vln na VD Orlik (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

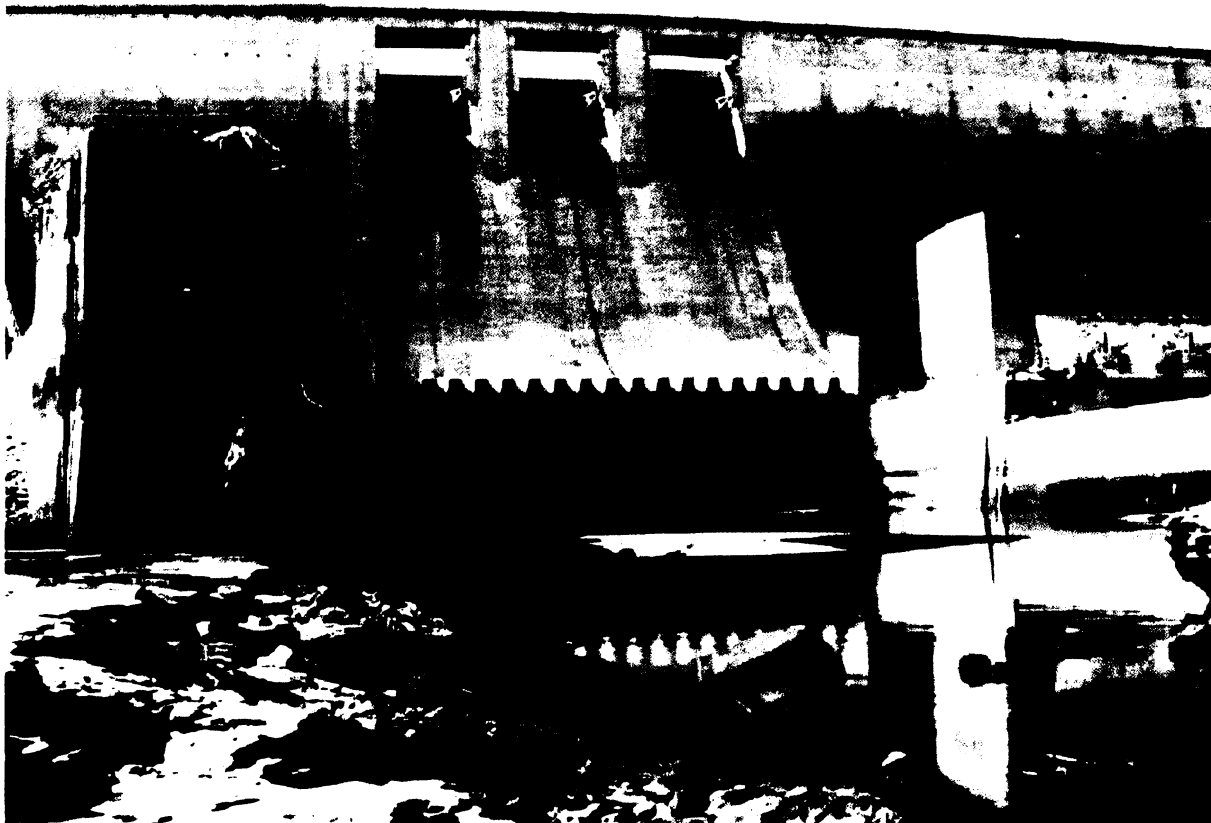
U naší největší přehrady byl logicky i největší objem zpomalené vody ΔV , za první vlny (cca 84,7 mil. m^3 , tedy 19,41 % V_{zr}) a za druhé vlny dokonce 131,7 mil. m^3 (30,16 % V_{zr}).

Zhodnocení:

Přelitím hráze nedošlo k porušení stability ani bezpečnosti vodního díla. U hrází tohoto typu (betonové, tížné) lze přelití tělesa hráze při průběhu opravdu mimořádné, katastrofální povodně z hlediska stability připustit. Přetížení tělesa hráze o necelá 4% nebylo vzhledem k bezpečnostním rezervám stavby nebezpečné a na chování tělesa hráze se nijak neprojevilo. Pro srovnání: při zvýšených průtocích v srpnu 1977 bylo při přítoku $820 m^3 s^{-1}$ převáděno přes vodní dílo $700 m^3 s^{-1}$, z toho $450 m^3 s^{-1}$ přes jeden přeliv, $100 m^3 s^{-1}$ jednou spodní výpustí, zbytek provozem VE. Přítok v srpnu 2002 byl pětinašobný a odtok více než čtyřnásobný. Stoletá voda má v tomto profilu hodnotu $2050 m^3 s^{-1}$ (Komárková, Kučera, 2003).

Co se týče škod, tak první potíže v elektrárně způsobil zřejmě vysoký sloup vodní tříště, jehož část zalévala jímky blokových transformátorů. Ty jsou odvodněny do studny prosáklé vody. Přítok z jímek spolu s průsaky překročily kapacitu čerpadel a voda ze studny zaplavovala elektrárnu. Další drobné přítoky byly z drobných netěsností na východní stěně

budovy elektrárny. Hlavní příčinou nastalých problémů bylo to, že při vlnobití ve vývaru došlo až k pádu a poškození hradidlových tabulí, a tím k postupnému vyřazení všech čtyř turbosoustrojí z provozu .



Obr. č. 5.2: VD Orlík po povodních 2002 (VÚV T.G.M., 2005).

Při průchodu extrémní povodně byly překročeny stanovené mezní hodnoty jen u výšky hladiny v nádrži a u hladiny vody za vývarem. Nelze vyloučit také krátkodobé překročení velikosti mezních hodnot průsaků. Povodňové škody ve vlastní hrázi spočívaly v zanesení hrázových chodeb, poškození elektroinstalace, mechanických měřicích zařízení i automatického monitorovacího systému, čerpací stanice prosáklé vody a výtahu v hrázi.

Mnohem větší byly důsledky úplného zaplavení elektrárny. Byly to jednak škody na její technologii, jednak následné ztráty z jejího dlouhodobého odstavení. Další škody vznikly ve vývaru a navazující části koryta. Přes překročení v projektu uvažovaného maximálního zatížení bylo VD Orlík po celou dobu trvání povodně bezpečné a stabilní (VÚV T.G.M., 2005). Šetření VÚV T.G.M. po povodni nezaznamenala žádné výrazné změny oproti předchozímu stavu a potvrdila dobrou polohovou stálost konstrukce a příznivé vztahové a

průsakové poměry. Za plně provozuschopné se ale VD Orlík dalo pokládat až po ukončení oprav vodní elektrárny, plavebního zařízení a vývaru v listopadu 2004 (VÚV T.G.M., 2003).

5.9. KAMÝK

rok dokončení stavby	1962
říční km	134,73
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	8 150
zásobní prostor (tis. m ³)	4 650
retenční prostor (tis. m ³)	0
max. zatopená plocha (ha)	195,00
<i>Zdroj dat: www.pvl.cz</i>	

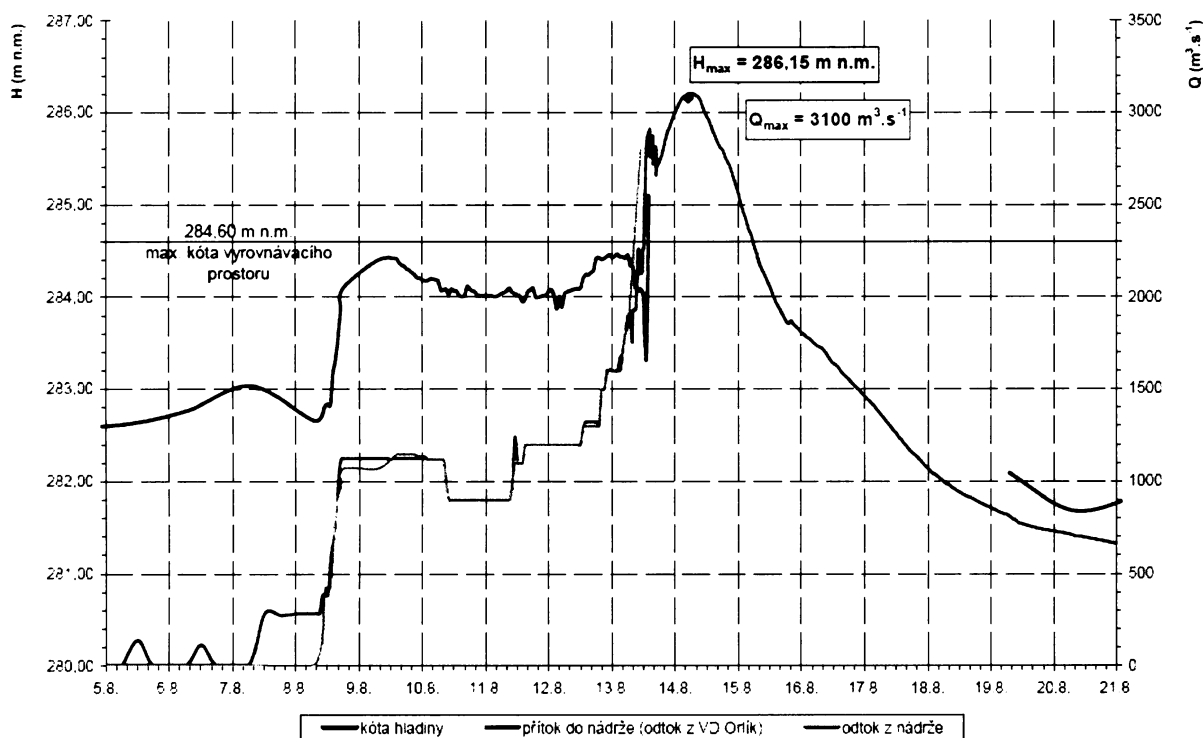
Charakteristika vodního díla:

VD Kamýk slouží především pro vyrovnání kolísavého odtoku z 10 km vzdáleného Orlíku. Řeku hradí betonové těleso 24,5 m vysoké a v koruně 158 m dlouhé. V tělese jsou umístěny 4 hrazené přelivy o kapacitě 4 x 500 m³s⁻¹ a VE s turbinami o hltnosti 4 x 90 m³s⁻¹. Jelikož zde není vymezen žádný ochranný retenční prostor, nemá nádrž žádný vliv na vyrovnávání průtoků.

Průběh povodně:

Za celé srpnové povodně kopíroval průtok nádrží Kamýk odtok z Orlické přehrady, jak je patrné z grafů č. 5.6 a 5.7. První povodňová vlna se především díky regulaci Orlíku výrazně neprojevila. Problémy nastaly až při druhé povodňové vlně, protože 13.8 ve 14:00 došlo k samočinnému odpojení soustrojí vodní elektrárny z důvodu dosažení limitních spádových hodnot (rozdíl hladin) a prostory spodní stavby se začaly plnit vodou prosáklou netěsnostmi ze vzdušné strany elektrárny (VÚV T.G.M., 2005). Kulminační odtok z nádrže byl rovný odtoku z Orlíku, tedy 3100 m³s⁻¹. Neovladatelný stav nastal 13.8. v 09:00 po úplném vyhrazení segmentových uzávěrů nad přelivy. Vzhledem k extrémní velikosti povodně byla následně překročena i maximální hladina v nádrži a to o 155 cm (Komárková, Kučera, 2003, b).

VD Kamýk - povodeň 08/2002



Graf č. 5.7: Průběh povodňových vln na VD Kamýk (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Zhodnocení:

Stejně jako u ostatních vyrovnávacích nádrží, nemohl ani Kamýk nijak transformovat povodňovou vlnu. Došlo ale ke značným škodám. Jen díky nepřetržitému čerpání se podařilo ochránit konstrukci turbin před zaplavením. Významné povodňové škody vznikly narušením dna vodohospodářského vývaru a jeho závěru i mezi rejdou plavební komory a vývarem, kde se vylomila betonová konstrukce o rozměrech 15 x 7 m rovněž zde voda způsobila výmoly až 3,2 m hluboké. Navíc na obou březích pod přehradou došlo k porušení břehových opevnění. Následné opravy probíhaly až do konce října 2003 (Stratílek, 2003). I když zatížení značně převýšilo návrhové podmínky uvažované v projektu díla, VD Kamýk bylo po celou dobu povodně stabilní a bezpečné (VÚV T.G.M., 2005).

5.10. SLAPY

rok dokončení stavby	1955
říční km	91,61
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	68 800
zásobní prostor (tis. m ³)	200 500
retenční prostor (tis. m ³)	0
max. zatopená plocha (ha)	1 162,60

Zdroj dat: www.pvl.cz

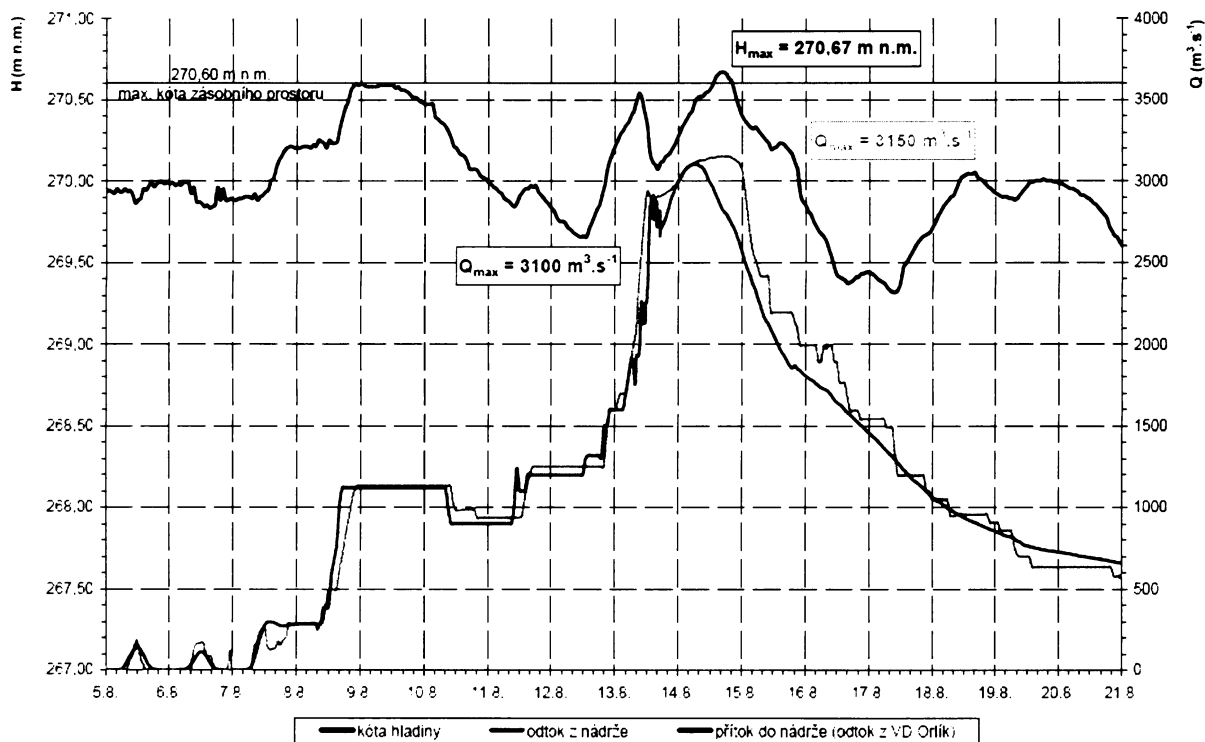
Charakteristika vodního díla:

I přes značnou plochu zatopení nemá nádrž žádný retenční prostor, který by dokázal výrazně pozměnit povodňové průtoky. VD bylo vystavěno především pro energetické účely, ale i vodohospodářský význam je značný. Ve spolupráci s výše situovanými vodními díly Vltavské kaskády zajišťuje minimální průtok pro Prahu $40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ v profilu Vrané, umožňuje odběry vody z nádrže a částečně přispívá i k ochraně Prahy a území nad Prahou před povodněmi. V hrázi vysoké 67 m a dlouhé 260 m jsou zabudovány čtyři segmenty hrazené přelivy o kapacitě $4 \times 750 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ a ve spodní části jsou instalovány ještě dvě základové výpusti (kapacita 170 a $195 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) a 3 turbíny elektrárny o hltnosti $3 \times 100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, která se nachází přímo v tělese hráze, jsou schopny převést průtok $3 \times 100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Průběh povodně:

Za povodňového stavu nebylo možno při vypouštění limitních průtoků z VD Orlík vytvářet další kapacitní rezervu ve Slapské nádrži. Nádrž proto povodňovou vlnu netransformovala ale jen převáděla (viz Graf č 5.8), i když bylo dosaženo úrovně maximální hladiny. Z důvodu netěsností v přelivových korytech bylo upřednostňováno používání spodních výpustí, a teprve při překročení jejich kapacity se přidaly přelivy. K tomuto kroku bylo podle Komárkové a Kučery přistoupeno již při průchodu první vlny 8.8. a 9.8., kdy byly částečně otevřeny dva segmenty a celkový průtok vodním dílem dosáhl hodnoty $1250 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Již při těchto průtocích došlo k průsakům do elektrárny, které se však podařilo svést do prostor připravených k čerpání této prosáklé vody. 13. 8. ve 12:00 došlo k maximálnímu otevření zbylých dvou segmentů, aby byl kulminační průtok $3 150 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, který nastal 14.8. v 16:00, vzhledem k namáhání vývaru rozložen do celé šířky přelivu. Hodnota stoleté vody je pro toto vodní dílo $2503 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Komárková, Kučera, 2003).

VD Slapy - povodeň 08/2002



Graf č. 5.8: Průběh povodňových vln na VD Slapy (Povodí Vltavy, s.p., 2003).



Obr. č. 5.3: VD Slapy za povodně 2002 (VÚV T.G.M., 2005).

Zhodnocení:

I přes očekávání Povodí Vltavy, s.p. i ČEZ a.s., že elektrárna Slapy bude z důvodů velkých průsaků a netěsnostem vyřazena z provozu jako první, podařilo se díky maximálnímu úsilí prosakující vodu svést do připravených nádrží a bazénů a při nepřetržitém provozu ji čerpat z vnitřních prostor. Slapy se tak se vzniklou katastrofální situací vypořádaly k překvapení mnohých odborníků s naprostou elegancí. Škody na tomto vodním díle byly zejména na březích těsně pod vývarem. Došlo i k poškození povrchových vrstev přelivných polí a jejich dilatací.

5.11. ŠTĚCHOVICE

rok dokončení stavby	1945
říční km	84,44
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	7 860
zásobní prostor (tis. m ³)	3 340
retenční prostor (tis. m ³)	0
max. zatopená plocha (ha)	95,70

Zdroj dat: www.pvl.cz

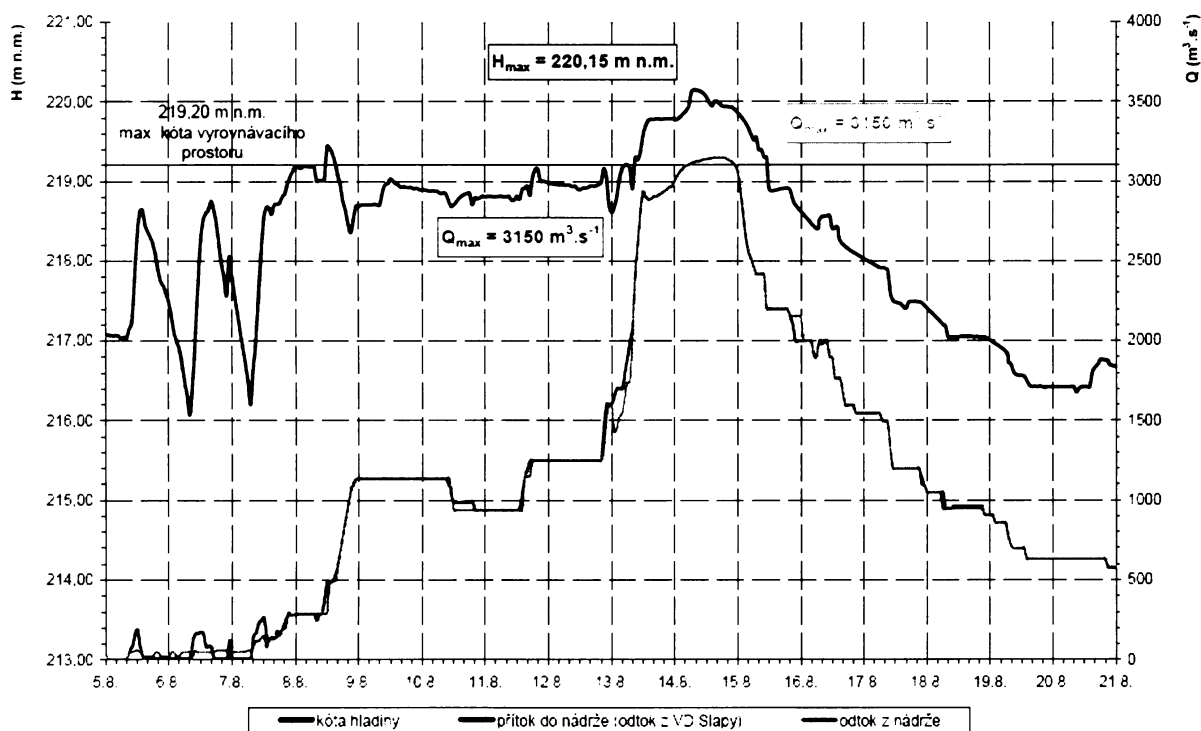
Charakteristika vodního díla:

Hráz VD je betonová s žulovým obkladem o výšce 22,5 m a délce 120 m. Tvoří ji 5 přelivů o celkové kapacitě 2400 m³s⁻¹ a plavení komora. Součástí díla je i elektrárna turbinami o hltnosti 2 x 75 m³s⁻¹. Přehrada slouží především k vyrovnání kolísavého průtoku ze špičkové elektrárny Slapy.

Průběh povodně:

V nádrži není vymezen ochranný prostor, tudíž nemá vliv na zmenšení povodňových průtoků a manipulace byly řízeny v těsné spolupráci s VD Orlík, VD Kamýk a VD Slapy. Maximální odtok (3150 m³s⁻¹) byl dosažen souběžně s max. odtokem z VD Slapy a k vyhrazení všech tabulí přelivů došlo jen o 2 hodiny dříve než na Slapech, poté nastal neovladatelný stav. Tím byla překročena maximální vodoprávně stanovená hladina o 0,95 m (Povodí Vltavy, 2003).

VD Štěchovice - povodeň 08/2002



Graf č. 5.9: Průběh povodňových vln na VD Štěchovice (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Zhodnocení:

Na vlastním zařízení hráze nedošlo k žádným výraznějším škodám. Značné škody však utrpěly obě elektrárny (středotlaká a vysokotlaká, přečerpávací) umístěné v budově pod hrázi, které byly odstaveny 13.8. v 9:00. Škody způsobené zaplavením byly natolik vážně, že si vyžádaly opravy, které trvaly až do konce roku 2003. Další škody zahrnují poškození části závěrného prahu vývaru a erozi levého břehu se silnicí pod mostem ve Štěchovicích. Plavební komora byla po odstranění nánosů uvedena do provozu v srpnu 2003 (VÚV T.G.M., 2003).

5.12. VRANÉ

rok dokončení stavby	1935
říční km	71,325
prostor stálého nadržení (tis. m ³)	8 577
zásobní prostor (tis. m ³)	2 523
retenční prostor (tis. m ³)	0
max. zatopená plocha (ha)	263,00
Zdroj dat: www.pvl.cz	

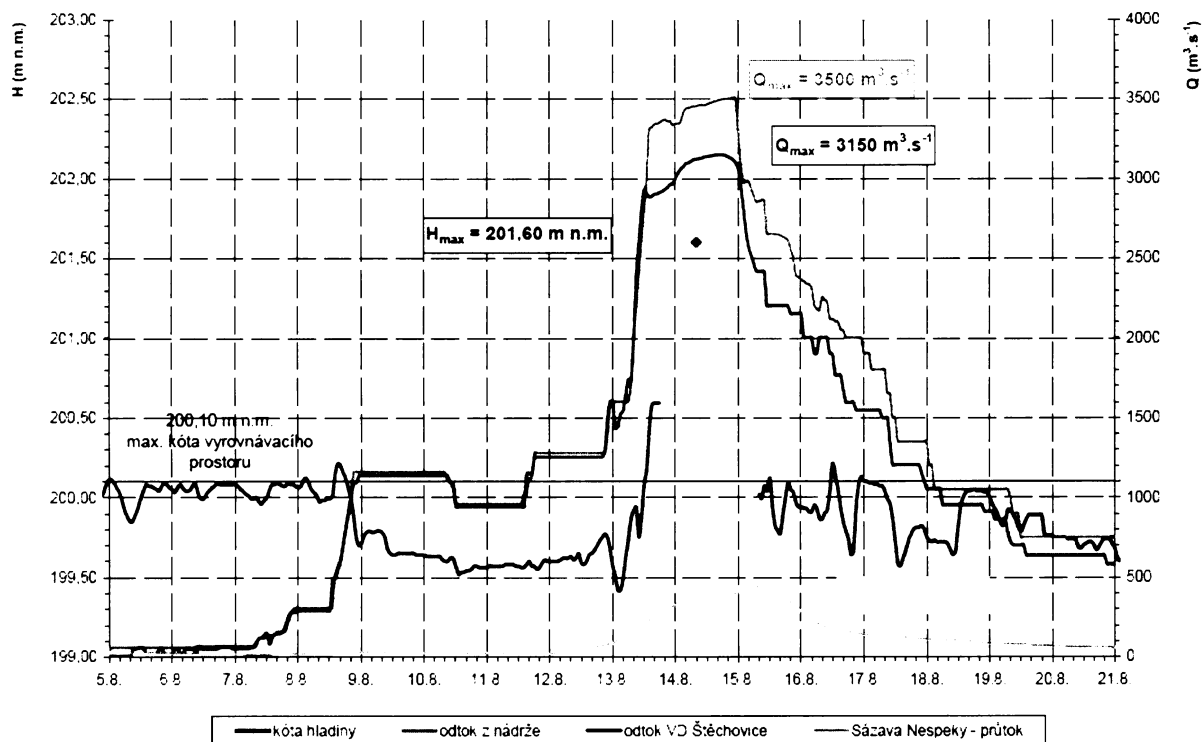
Charakteristika vodního díla:

Vrané je první postavenou a zároveň poslední přehradou Vltavské kaskády, tím pádem jako poslední může korigovat průtok z výše položených děl a zároveň tvoří nádrž pro přečerpávací elektrárnu Štěchovice. Nádrž nemá vliv na zmenšení povodňových průtoků. Vzdouvací zařízení, které je 23 m vysoké a 93 m dlouhé v koruně, je tvořeno čtyřmi přelivy o šířce 20 m a celkové kapacitě 2800 m³s⁻¹ a dále dvěma plavebními komorami. Vodu jsou schopny převést i turbíny o hltnosti 2 x 90 m³s⁻¹. Zdrž VD Vrané vzhledem k absenci ochranného prostoru nemá podstatný vliv na zmenšení velkých průtoků.

Průběh povodně:

VD dílo musí manipulovat s průtoky nejen v závislosti na předchozích nádržích, ale již i v návaznosti na průtoky v řece Sázavě. Během první vlny byl odtok po provedení nejnutnějších opatření zvýšen na 1120 m³s⁻¹, což byl průtok, při němž nebylo ohroženo obyvatelstvo v obcích pod vodními díly a průtok pod soutokem s Beroučkou v dolním toku Vltavy byl na úrovni neškodného průtoku 1500 m³s⁻¹ (Brožková, Kendík, 2003). Jak se uvádí v (VÚV T.G.M., 2005) snížili-li se při povodňovém průtoku rozdíl mezi hladinami horní a dolní vody pod 8 m, je nutno odstavit VE a celý průtok převádět jezem. Při druhé povodňové vlně tato situace nastala a dospěla až do stavu, kdy byly za průtoků 3 460 m³s⁻¹ dne 14. srpna hladiny horní a dolní vody vyrovnané. Maximální přítok i odtok z nádrže byl dán součtem odtoku z VD Štěchovice a průtoků v Sázavě. K vyhrazení všech přelivových polí došlo 13.8. ve 14:00 a nastal neovladatelný stav, čímž byla překročena i maximální hladina v nádrži (Povodí Vltavy, 2003).

VD Vrané - povodeň 08/2002



Graf č. 5.10: Průběh povodňových vln na VD Vrané (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Zhodnocení:

Přestože kulminační průtok překročil i 100letý průtok ($Q_{100} = 2\,970\text{ m}^3\text{s}^{-1}$) i maximální vodopravně stanovenou hladinu o 1,5 m, nebyla i při mimořádně dlouhodobém zatížení ovlivněna funkčnost díla ani stabilita jeho základních stavebních konstrukcí (VÚV T.G.M., 2003).

Na vlastním zařízení jezu nebyly zjištěny žádné výraznější škody. Těsně pod zdí VE došlo k devastaci pravého břehu, v nadjezí vznikl výmol před pravým pilířem. Došlo také k propadu plat plavebních komor. Nízkotlaká elektrárna byla částečně zaplavena (spodní vodou prostupy technologických zařízení), provoz byl však obnoven již 27. srpna 2002 (VÚV T.G.M., 2005).

6. HODNOCENÍ VLIVU VLTAVSKÉ KASKÁDY:

Co se týče vlivu přehrad Vltavské kaskády za povodně v srpnu 2002, je zprvu nutné konstatovat, že objem vody, který povodeň přinesla byl tak velký, že jakákoliv manipulace na vodních dílech nemohla přinést výrazné zmenšení povodňové vlny, což prokazatelně ověřil simulační model.

Před vlastním nástupem povodně se hladiny všech nádrží pohybovaly v zásobních či vyrovnávacích prostorech v souladu s manipulačními řády. Volný prostor v nádrži Lipno I byl 45 mil. m³, v nádrži Orlik 126 mil. m³. Celkový volný prostor ve všech nádržích činil přibližně trojnásobek předepsaného retenčního objemu ve Vltavské kaskádě, který činí 75 mil. m³. Ostatní nádrže Vltavské kaskády měly na průběh povodně jen zanedbatelný vliv - odtoky časově i velikostí se v podstatě rovnaly přítokům do nádrží.

Většina posuzovaných nádrží jsou víceúčelová vodní díla, u nichž je ochrana před negativními účinky povodní pouze jedním z několika záměrů, pro něž byly vybudovány. Podle hodnocení VÚV T.G.M. mají nádrže na horních úsecích toků vesměs pozitivní vliv na zmírnění nepříznivých účinků povodní. Jejich účinek se projevuje dočasným zdržením části objemu povodňových vln, příznivým transformačním účinkem, časovým posunem kulminací a tím oddálením výskytu maximálních průtoků níže po toku. Zároveň dochází k přerušení chodu splavenin. Avšak ani nádrže nejsou zcela bezvýhradně účinnou ochranou, zejména před mimořádnými povodněmi a nemusí úplně ochránit ani před povodněmi menší extremity. Situace, kdy dochází k překročení maximální projektované hladiny v nádrži, je nebezpečná nejen z hlediska ohrožení bezpečnosti vodního díla, ale v důsledku významnějšího zpětného vzduťi dochází i ke zmenšení průtočné kapacity koryta na úsecích toků nad nádrží.

Průběh první povodňové vlny byl na nejvíce rozvodněné Vltavě podstatně ovlivněn nádržemi Vltavské kaskády, které zachytily významnou část jejího objemu a zároveň zmenšily výrazně i kulminační průtoky. Při druhé povodňové vlně se retenční prostory nádrží rychle zaplnily a jejich vliv na další průběh povodně byl proto již minimální. Pouze nádrže Lipno I a Orlik významněji přispěly ke zmenšení kulminačních průtoků, přičemž došlo k překročení maximální přípustné hladiny v nádrži Orlik.

Optimální řízení provozu těchto vodních děl k dosažení co největšího ochranného účinku je velmi náročné a vyžaduje vycházet z věrohodných informací, které jsou zajišťovány rozsáhlou sítí centralizovaných měření. Proto mají správci významných nádrží (státní podniky Povodí) vybudovány vodohospodářské dispečinky. Z provedeného posouzení vlivu nádrží na průběh povodně ze srpna 2002 vyplývá, že jejich účinek na zmenšení kulminačních průtoků

byl pozitivní a že manipulace probíhaly v souladu s ustanoveními platných manipulačních řádů (VÚV T.G.M., 2003). Kromě toho také Povodí Vltavy, s.p. během povodně úzce spolupracovalo s Českým hydrometeorologickým ústavem, aby vyhodnotily hydrologickou situaci a následné informace předávaly povodňovým komisím v ohrožených oblastech.

Jak zdůrazňuje Komárková a Kučera, Vltavská kaskáda během povodně svůj účel splnila a to především tím, že poskytla čas. Za prvé pro zastavení plavby a odklizení lodí do ochranných přístavů, podruhé pro evakuaci obyvatel v obcích pod samotnými vodními díly, a naposledy postavení protipovodňových bariér v Praze a pro evakuaci pražského Karlína (Komárková, Kučera, 2003, b).

Povodeň způsobila na přehradách značné škody zejména na elektrárnách, ale i na některých hydrotechnických zařízeních a okolí hrází (komunikace pod hrázemi, vývary). Nádrže, zejména však Orlík a Slapy, zachytily na svých hrázích velké množství různého splávi v odhadovaném množství cca 430 tun (Orlík 300 tun, Slapy 130 tun). Výrazně tak snížily riziko poškození mostů a dalších staveb v korytě níže po proudu, zvláště v Praze. Přitom právě nahromaděné splávi bylo příčinou destrukce tří oblouků Karlova mostu při průtokově výrazně menší povodni v září 1890.

VÚV T.G.M. dále ověřil správnost vyhodnocených přítoků a odtoků nádrží pomocí hydrologického matematického modelovacího systému AquaLog, který je založen na počítačovém zpracování reálných dat a popisu proudění sadou platných rovnic. Bylo simulováno celkem 23 variant manipulací a počátečního plnění nádrže Orlík a jeho důsledků na velikost maximálního průtoku v Praze. Hlavním cílem simulace bylo ověřit správnost vyhodnocení přítoků a odtoků nádrží od Orlíku po Vrané. Kromě tří zcela nereálných variant se simulovaný kulminační průtok v Praze lišil o +387 až -390 m^3s^{-1} od naměřeného (vyhodnoceného) průtoku, tedy max. o 7,5 %. Tyto výsledky se pohybují na hranici možné přesnosti modelování a použitých vstupů do modelu. Vcelku však ukazují, že při této extrémní povodni nemohly jiné varianty manipulací na nádržích Vltavské kaskády velikost kulminace druhé povodňové vlny v Praze výrazně ovlivnit (VÚV T.G.M., 2003).

Řešena byla také nulová varianta, tedy pravděpodobný průběh povodně při neexistenci nádrží Vltavské kaskády. Z důvodu složitosti problému a nedostatku podkladů byla použita značná zjednodušení a výsledky těchto simulací jsou pouze orientační. Z výsledků vyplývá, že vliv nádrží na rychlost postupu povodně po střední Vltavě byl velmi malý a nedošlo ke kritiky zmiňovanému urychlení postupu vlny nádržemi. Důvodem bylo zřejmě zdržení na VD Orlík. Lze tedy usuzovat, že při této povodni by i za přirozeného stavu toku došlo pravděpodobně k souběhu vln na Vltavě a Berounce (MKOL, 2004).

7. POVODNĚ NA JAŘE 2006

7.1. ÚVOD

Letošní povodně, které postihly Českou republiku se vzhledem ke své velikosti a škodám nemohou rovnat povodni ze srpna 2002. Rozdílný je i vznik povodně. Na rozdíl od roku 2002, kdy způsobily povodeň intenzivní srážky, letošní povodně zapříčinila rychlá obleva. Přes tato rozdílná fakta, bych rád v této kapitole ukázal určitá pojítka, z nichž lze rozpoznat změnu v manipulaci na vodních dílech Vltavské kaskády. Bohužel, vzhledem k aktuálnosti letošních povodní nelze toto srovnání podložit konkrétními daty z odpovědných institucí, protože se výsledky stále zpracovávají a konečné zhodnocení jarní povodně bude publikováno nejdříve na podzim roku 2006.

7.2. PŘÍČINY POVODNĚ

Jak uvádí Povodí Vltavy, s.p. společně s ČHMÚ byla povodňová situace na přelomu března a dubna 2006 způsobena prudkým vzestupem teplot od pondělí 27.3., který výrazně urychlil tání velmi vysokého množství sněhu. Náhlý a rychlý odtok z tajícího sněhu byl navíc doprovázen dlouhodobými dešťovými srážkami.

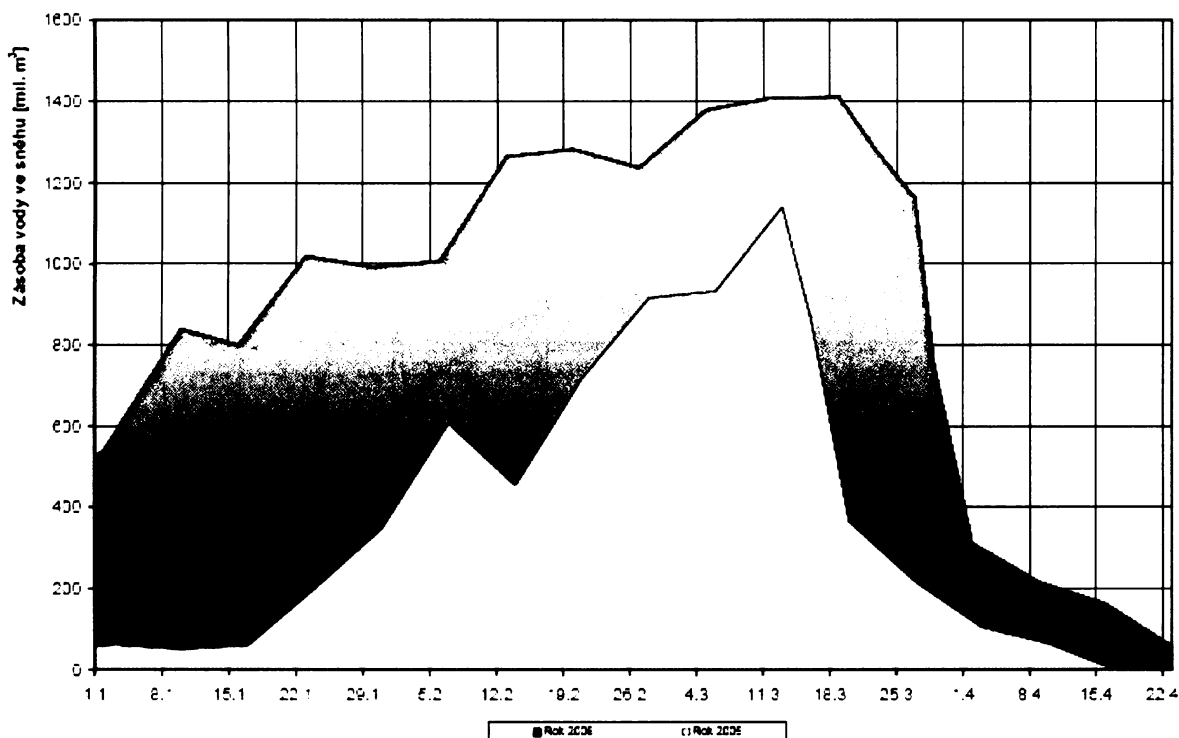
Extrémní zásoby sněhu jsou ČHMÚ odhadovány na 1 411,7 mil. m³ v povodí nad VD Orlík. Tato mohutná pokrývka byla způsobena dlouhodobými teplotami pod bodem mrazu až do poloviny března a ojedinělé oblevy se týkaly pouze menších povodí v nižších nadmořských výškách, které ještě nebyly doprovázeny vyššími průtoky. Rychlé odtávání bylo dále doplněno územně rozsáhlými srážkami trvajícím od neděle 26.3. do středy 5.4.. Teploty nad 0°C se začali objevovat už od 14.3. a od neděle 19.3. začaly denní teploty výrazně stoupat, od pondělí 20.3. bylo místy až +14°C. Denní teploty se v průběhu celého následujícího týdne pohybovaly mezi +5°C a +14°C. V tomto období nadále klesaly teploty v noci pod 0°C nebo na hodnoty blízké nule, takže odtávání sněhu neurychlovaly ani ojedinělé srážky. Souvislá srážková činnost začala až v neděli 26.3., kdy na většině povodí Vltavy vypadlo okolo 10 mm srážek ve formě deště. Tato srážková činnost trvala až do následující neděle 2.4. Denní úhrny neklesaly pod 10 mm, přičemž v úterý 28.3. a ve středu 29.3. činily až 25 mm. Teploty se rovněž zvýšily a nejvyšší byly denní až +20°C, nejnižší noční dosahovaly +3°C.

Z těchto příčin došlo k vzestupu vodních stavů a průtoků téměř na všech vodních tocích. Extrémní hydrologické jevy však byly zaznamenány pouze na části povodí Vltavy (Povodí Vltavy, 2006).

7.3. VLTAVSKÁ KASKÁDA

Povodí Vltavy ve své zprávě uvádí, že všechna vodní díla ve správě Povodí Vltavy (přehrady, jezy, hráze) byla před začátkem povodně v provozuschopném stavu. Na vodních dílech se v průběhu povodně manipulovalo dle platných schválených manipulačních řádů a všechny manipulace probíhaly tak, aby byl povodňový přítok maximálně transformován a nedocházelo ke zhoršování situace na tocích pod vodními díly.

Vzhledem k vývoji zásob vody ve sněhu v celém zimním období 2005-2006 byly již od prosince roku 2005 snižovány hladiny na nádržích a tím se vytvářel volný prostor pro snížení povodňových průtoků. Celkem bylo odpuštěno asi 300 mil. m³. Vývoj zásoby vody ve sněhu pro profil VD Orlick je na Grafu č. 7.1 (provedeno srovnání pro rok 2005 a 2006). Na všech dílech Vltavské kaskády byly prováděny manipulace pro bezpečné převedení povodňových průtoků s cílem neohrozit obce pod vodními díly (Kamýk, Štěchovice, Hradištko a Davle) a nepřekročit neškodný průtok v Praze (1500 m³s⁻¹), což vedlo k tomu, že v obcích pod vodními díly Vltavské kaskády nedošlo k významnému zaplavení zástavby. Na všech vodních dílech Vltavské kaskády (s výjimkou VD Lipno I) byla pro převedení povodňových průtoků použita kapacita vodních elektráren a z části i vodohospodářské zařízení – bezpečnostní přelivy a spodní výpusti (Povodí Vltavy, 2006).



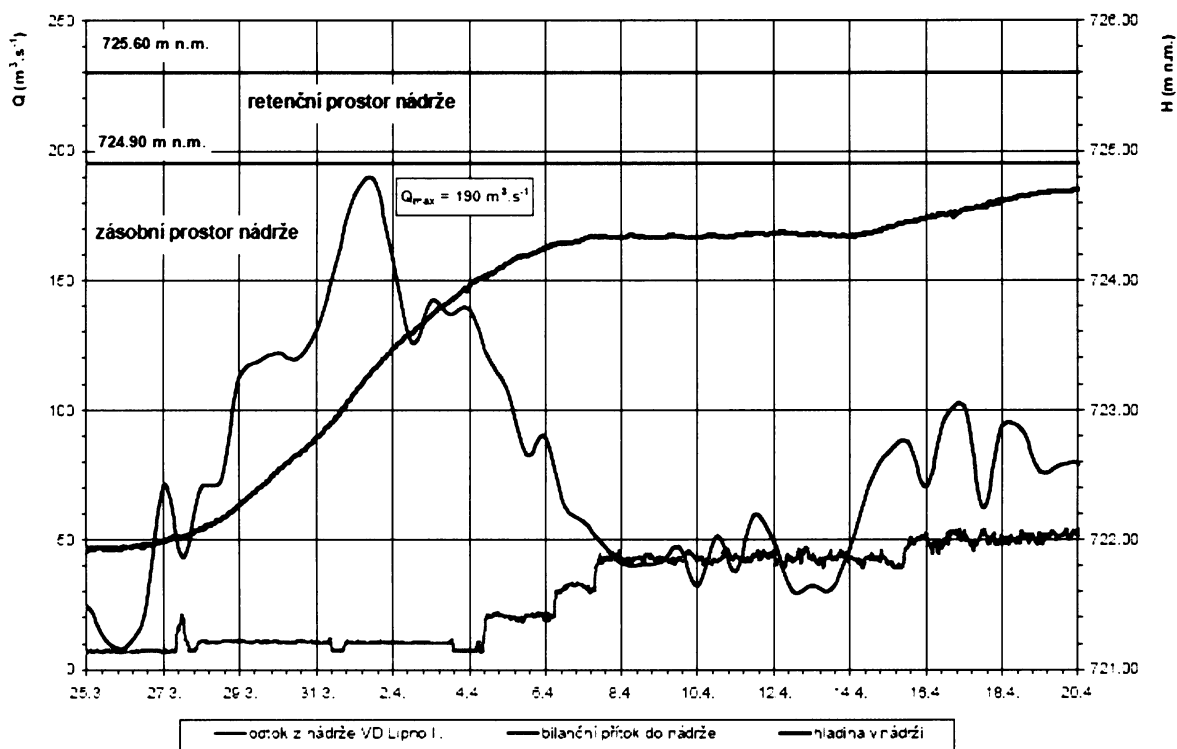
Graf č. 7.1: Zásoby vody sněhu v povodí nad VD Orlick (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

7.4. LIPNO I A LIPNO II

Zásoba vody ve sněhu před začátkem povodňové situace byla po profil vodního díla Lipno velmi významná a proto byla vzhledem k zásobám vody ve sněhu snížena významně hladina na vodním díle Lipno I a vytvořen volný objem pro zachycení povodňových průtoků. Povodňová situace proběhla ve dvou po sobě jdoucích vlnách s tím, že ta první byla větší než ta druhá a poté docházelo k postupnému poklesu s periodicky opakovaným denním chodem zvýšených průtoků v důsledku dobíhajícího tání. Na horním toku Vltavy nikde nedošlo k vybřežení do zástavby.

Na počátku povodně byla hladina v nádrži vodního díla Lipno I na kótě 721,95 m n.m. (21.3. 7:00 hod) a celkový volný objem v nádrži činil 153 mil. m³. Na vzestupné fázi povodně a po celou dobu kulminace byl odtok z nádrže Lipno II. minimální a celý povodňový přítok byl zachycován v nádrži. Kulminační velikost přítoku do nádrže byla bilančně vyhodnocena o velikosti 190 m³s⁻¹ (přibližně Q10 až Q20). Odtok z nádrže byl zvyšován až po odeznění povodňových průtoků na toku Vltavy, avšak nebyla překročena hodnota neškodného průtoku pod vodním dílem Lipno II., která je 90 m³s⁻¹. Retenční prostor nádrže Lipno I. nebyl během povodně využit. Podrobný průběh hladiny v nádrži Lipno I., přítoku do nádrže i odtoku, který se víceméně rovná odtoku z VD Lipno II lze sledovat na Grafu č. 7.2 (Povodí Vltavy, 2006).

VD Lipno I. - povodeň březen - duben 2006



Graf č. 7.2: Průběh povodně na VD Lipno I a Lipno II (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

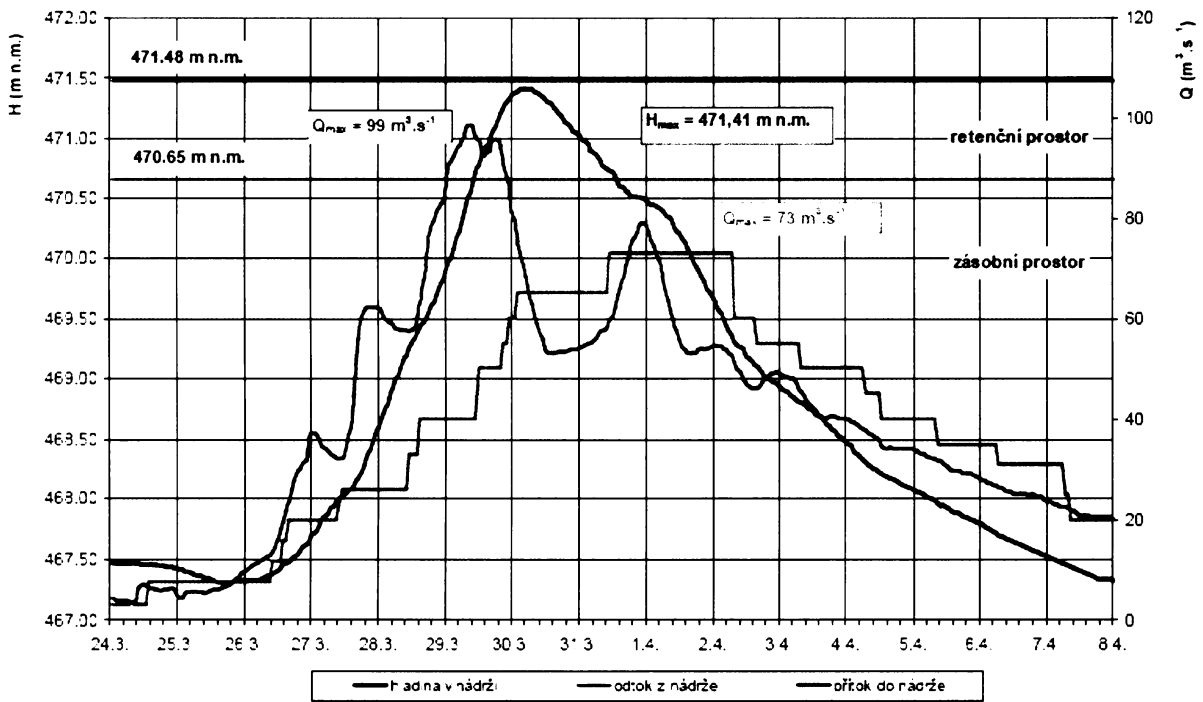
7.5 ŘÍMOV

Před příchodem povodně byla na vodním díle Římov normální provozní situace a hladina na vodním díle byla na kótě 467,31 m n.m. – tj. 3,34 m pod maximální úrovní zásobního prostoru. Retenční prostor nádrže o velikosti 1,7 mil m³ byl zcela volný. Celkový volný prostor v nádrži činil cca 8 mil m³.

Při nástupu povodňové vlny byl postupně zvyšován odtok z nádrže až po velikost neškodného odtoku 40 m³s⁻¹. Při vypouštění tohoto odtoku byl naplněn zásobní prostor nádrže. Vzhledem k situaci na toku pod nádrží a předpovědi srážek a průtoků byla Krajským úřadem Jihočeského kraje schválena mimořádná manipulace spočívající ve zvýšení odtoku na 50 m³s⁻¹ ještě před dosažením kóty 471,40 m n.m. Další zvyšování odtoku následovalo ve třech krocích po přiblížení se maximální hladině ovladatelného ochranného prostoru. Tyto manipulace byly předem projednány v povodňové komisi ORP České Budějovice a v krajské povodňové komisi. Jak ukazuje Graf č. 7.3, kulminační přítok do nádrže dosáhl hodnoty 99 m³s⁻¹, odtok v době kulminace hladiny byl 40 m³s⁻¹. Po kulminaci hladiny v nádrži bylo zahájeno prázdnění ochranného prostoru nádrže. Vzhledem k poklesu průtoků na toku pod nádrží a k další nepříznivé předpovědi srážek a průtoků byl po projednání v povodňové komisi ORP České Budějovice a v krajské povodňové komisi Jihočeského kraje zvýšen odtok na 73 m³s⁻¹ a tímto průtokem pokračovalo i prázdnění části zásobního prostoru.

Hlavním přínosem provedených manipulací bylo kromě snížení kulminačního průtoku také časové oddálení maxima na odtoku. Tím se podařilo zabránit střetu povodňových vln z horní Malše a ze Stropnice.

VD Římov - povodeň březén - dubén 2006



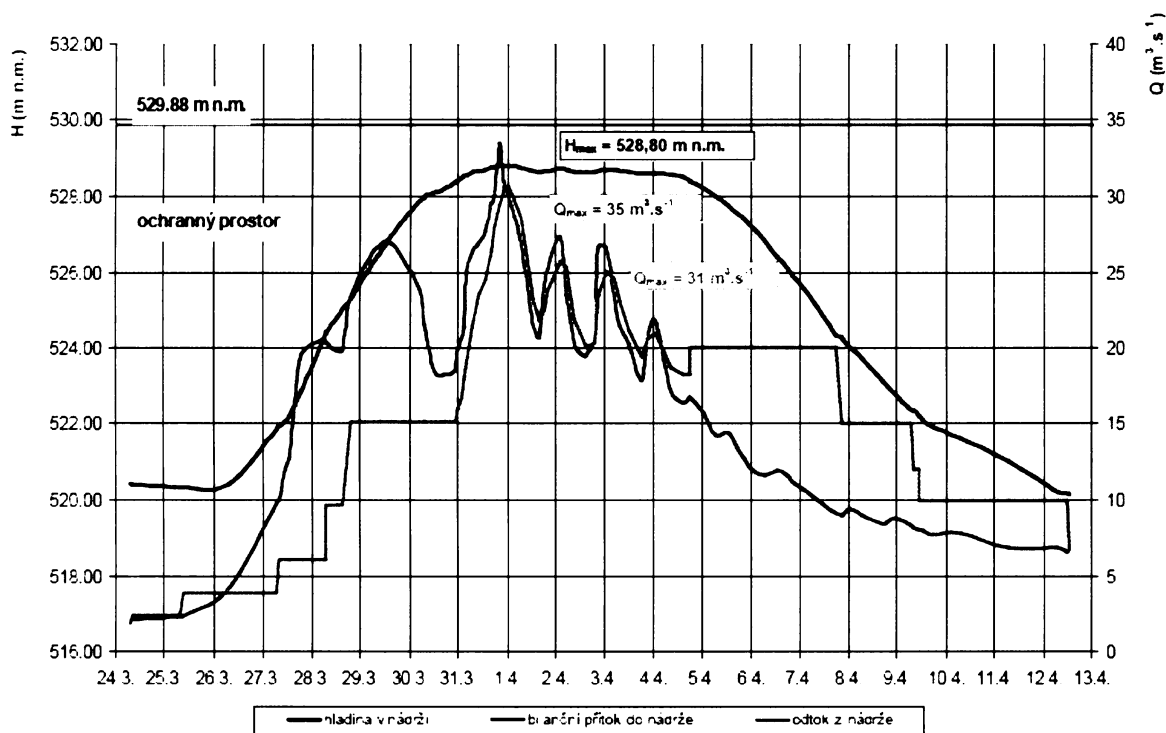
Graf č. 7.3: Průběh povodně na VD Římov (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

7.6. HUSINEC

Na vodním díle Husinec se hladina před příchodem povodně nacházela v zásobním prostoru na kótě 520,38 m n.m. – tj. 195 cm pod maximální úrovní zásobního prostoru (viz Graf č. 7.4). Ochranný prostor nádrže o velikosti 3,7 mil. m³ byl zcela volný. Celkový volný prostor v nádrži činil cca 4,4 milionu m³. Při nástupu povodňové vlny byl zvyšován odtok z nádrže až na hodnotu 10 m³s⁻¹. Za účelem zabránit střetu kulminací z přítoků Blanice pod nádrží se zvyšováním odtoku z vodního díla, byla Krajským úřadem Jihočeského kraje schválena mimořádná manipulace, spočívající v udržování tohoto odtoku i po překročení kóty 524,33 m n.m. Odtok z nádrže na plný neškodný odtok 15 m³s⁻¹ byl zvýšen až po proběhnutí kulminací na přítocích pod nádrží. Při vypouštění tohoto odtoku byl naplněn ovladatelný ochranný prostor nádrže a začal se plnit neovladatelný retenční prostor. Kulminační přítok 35 m³s⁻¹ byl v nádrži transformován na odtok o velikosti 31 m³s⁻¹. V zájmu rychlejšího vyprázdnění ovladatelného ochranného prostoru rozhodla povodňová komise ORP Prachatice práznit nádrž až do dosažení kóty 524,33 m n.m. odtokem ve výši 20 m³s⁻¹. Možnost využití zvýšeného odtoku byla umožněna příznivou hydrologickou situací pod nádrží.

Hlavním přínosem provedených manipulací bylo zabránění střetu povodňových vln z horní Blanice a z přítoků Blanice pod nádrží. V důsledku tání a dešťových srážek na celém povodí však došlo i tak k výraznému vzestupu na středním a dolním toku.

VD Husinec - povodeň březen - duben 2006

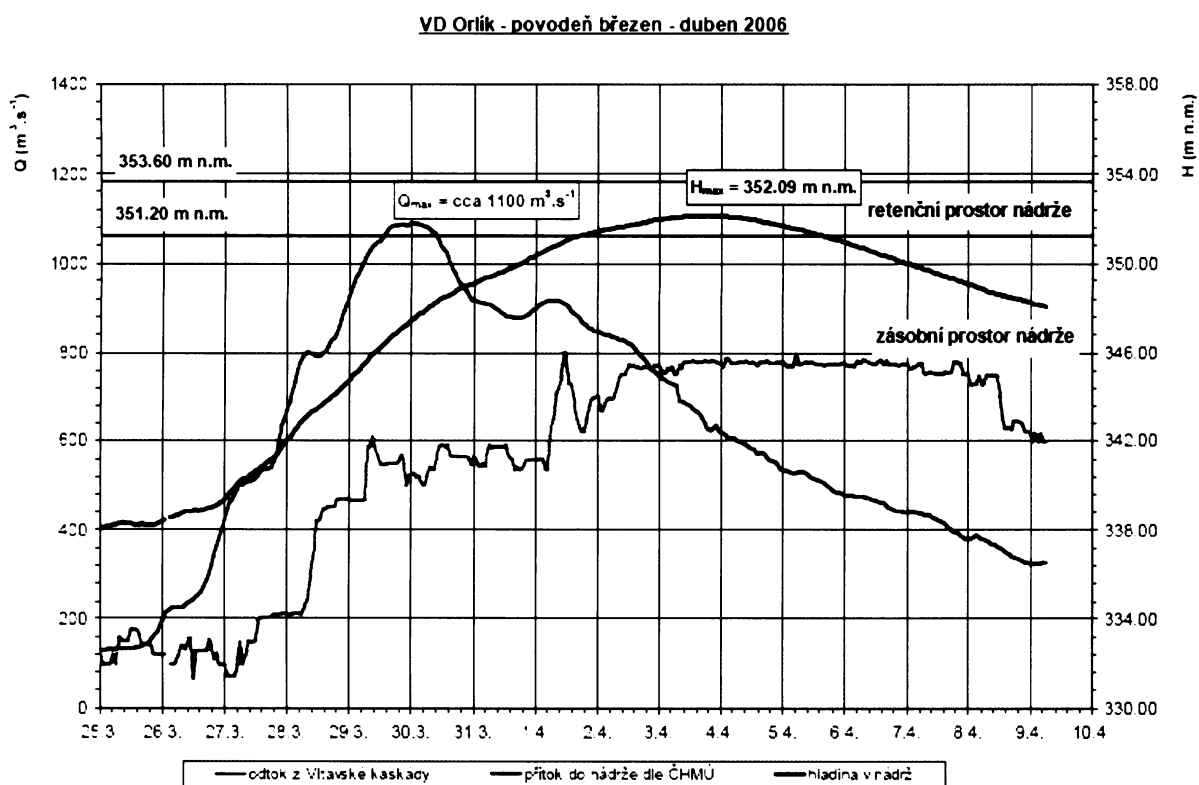


Graf č. 7.4: Průběh povodně na VD Husinec (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

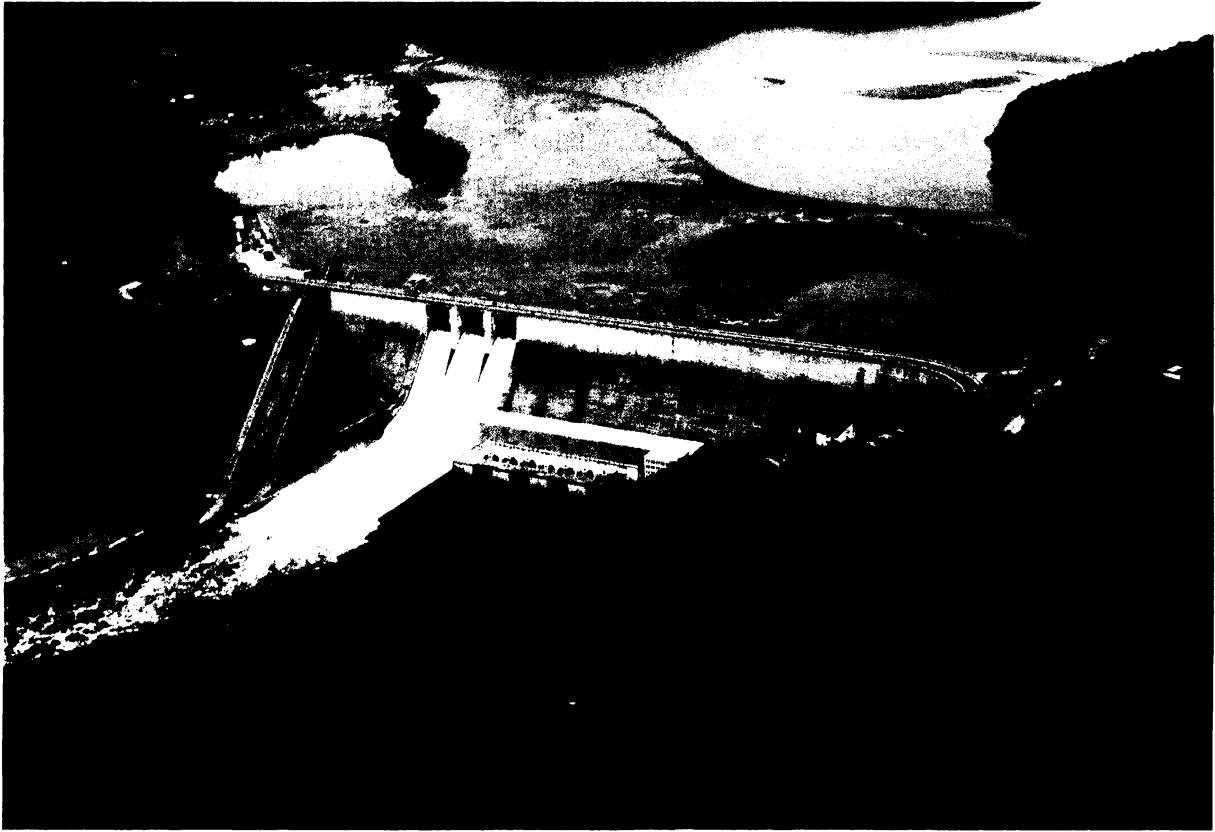
7.7. ORLÍK

Během celé zimy až do 27. března se preventivně snižovala hladina a tak hladina poklesla až o 15 metrů. Před nástupem povodně byla hladina v nádrži vodního díla Orlík snížena na kótu 338,22 m n.m. (21.3. 7:00 hod) a celkový volný objem v nádrži činil 320 mil. m³. Maximální přítok do nádrže během této povodně činil cca 1100 m³s⁻¹ a byl postupně transformován tak, aby průtok v Praze (profil Malá Chuchle) nepřekročil hodnotu 1 500 m³s⁻¹. Všechny manipulace na vodním díle probíhaly s ohledem na hydrologickou situaci v celém povodí Vltavy a podle vývoje průtoků na Sázavě a Berounce. Tyto manipulace spolu s transformačním účinkem nádrže Orlík pomohly velmi výrazně zlepšit povodňovou situaci nejenom na dolním toku Vltavy, ale i na dolním toku Labe. Manipulace na Vltavské kaskádě byly průběžně konzultovány s příslušnými povodňovými orgány a rozhodnutí o zajištění nepřekročení průtoku 1500 m³s⁻¹ v Praze bylo Povodí Vltavy, státnímu podniku nařízeno usnesením Ústřední povodňové komise ze dne 2.4. 2006 (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

Podrobný průběh hladiny v nádrži, přítoku do nádrže a odtoku Vltavy z Vltavské kaskády je uveden v Grafu č. 7.5.



Graf č. 7.5: Průběh povodně na VD Orlík (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

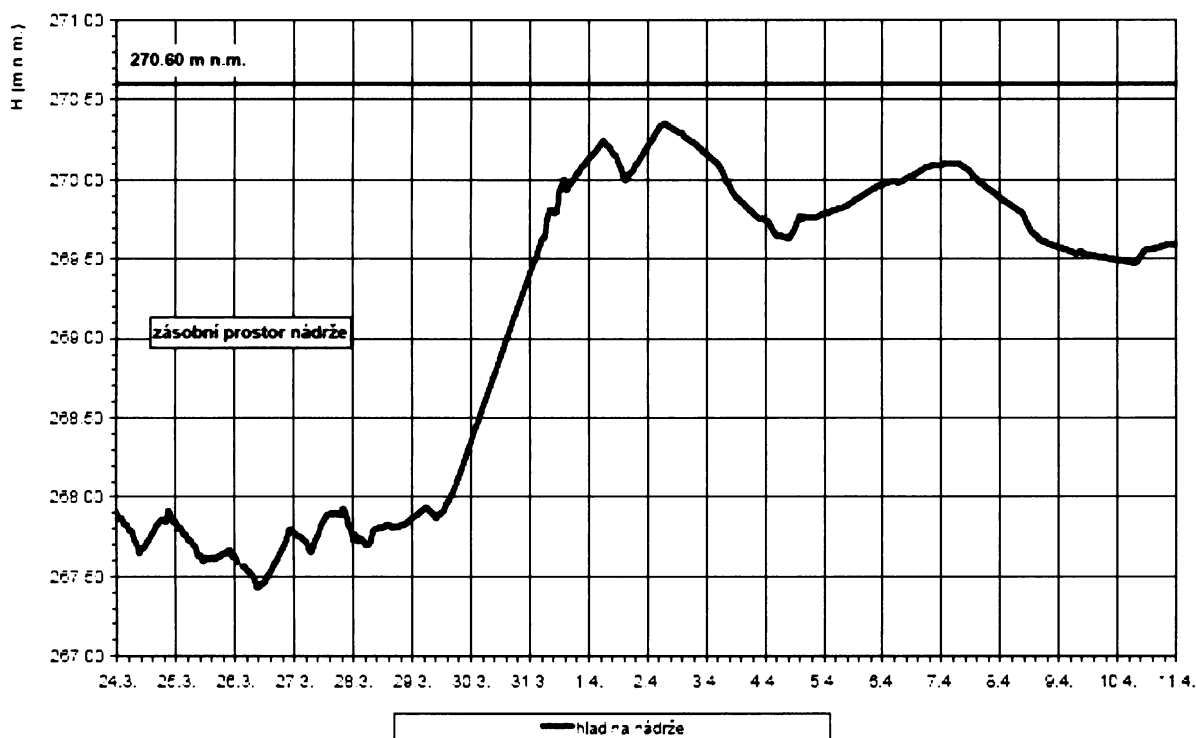


Obr. č. 7.1: VD Orlický náhon za povodní 2006 (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

7.8. SLAPY

Jak shrnuje Povodí Vltavy, s.p. na vodním díle Slapy bylo využito možnosti, schválené platným rozhodnutím OkÚ Praha – západ ze dne 23.8.2002, k navýšení volného objemu za účelem efektivnějšího využití zásobního prostoru k ovlivnění povodňových průtoků. Celkem byl v nádrži vytvořen volný objem o velikosti 35 mil. m³. Toto vodní dílo potom v součinnosti s ostatními díly Vltavské kaskády pomohlo zmírnit povodňovou situaci. Přehled o pohybu hladiny v nádrži lze lépe získat z Grafu č. 7.6 (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

VD Slapy - povodeň březen - duben 2006



Graf č. 7.6: Průběh povodně na VD Slapy (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

8. DISKUZE

Jak již bylo naznačeno v úvodu práce, povodně se stávají čím dál více aktuální záležitostí, se kterou se budeme stýkat čím dál častěji. Jak poukazuje mnoho odborníků (např. Kukla), vyšší četnost extrémních povodní v poslední dekádě je pravděpodobně spojena s dlouhodobými pohyby vesmírných těles a to jak samotné Země, tak i Slunce. Vliv člověka na extrémní povodně je v porovnání podřadný, ale rozhodně ne zanedbatelný.

Jedna z teorií je spojena se specifickým pohybem Slunce kolem těžiště sluneční soustavy. Úplný solární cyklus, tedy oběh Slunce kolem těžiště sluneční soustavy, je 179 let z čehož prvních 130 let je období chaotického pohybu a posledních 50 let je období pravidelného pohybu spojeného s teplejším a méně rozkolísaným klimatem. V povodí Vltavy se naprostá většina extrémních povodní vyskytla v prvních 130-letých částech slunečního cyklu, jen velmi málo v částech 50-letých. Posledním takovým příznivým obdobím by bylo 1907-1955, současný zvýšený výskyt extrémních povodní odpovídá tomu, že se nacházíme v 130-leté části cyklu, s častějším výskytem geofyzikálních extrémních jevů (Elleder, 2005). Periodický kolísavý pohyb Země po dráze ekliptiky pak způsobuje rozdílné rozložení dopadu sluneční energie na povrch Země, čímž jsou narušeny dlouhodobé klimatické cykly. To podle klimatologů způsobuje na Zemi tzv. doby ledové, které se nejvíce projevují růstem ledovců na světových pólech (Kukla, 2006).

Jedno z možných opatření do budoucna lze nalézt v moderních informačních technologiích. Spolehlivost simulačních modelů předpovídající velikost a trvání povodně je v dnešní době již poměrně vysoká, ovšem její účinná realizace, která spočívá v časném varování obyvatel v ohrožených sídlech, musí být podložena dostatečně hustou sítí srážkoměrných a vodočetných stanic (Beven, 2001).

Přehradní nádrže jsou pouze jedním, ale v podstatě posledním z možných prostředků jak regulovat ničivou sílu povodní, protože na rozdíl od inundačních území v nížinách, lužních lesů nebo ochranných hrází může pomocí přehrad člověk pohotově reagovat na vývoj povodňové situace a tím zmírnit ničivé následky. Tímto zásadním vlivem se přehrady stávají jediným spojením mezi ničivým živlem a člověkem, a proto se zájem veřejnosti během povodní obrací právě na vodní díla a manipulace na nich je veřejností bedlivě sledována. Bohužel se tento zájem zvýšil až po katastrofálních povodních v srpnu 2002, kdy se hledal viník následných škod. Tento poměrně necitlivý útok měl podle mne pozitivní vliv na budoucí vývoj.

Pod tlakem médií i rozhořčených obyvatel zasažených povodněmi byl správce přehrad na Vltavě, Povodí Vltavy, státní podnik, donucen aktualizovat a pozměnit zastaralé manipulační řády, podle kterých se řídí hrázni při manipulaci s odtoky. Během zpracovávání práce jsem nabyl pocitu, že manipulační řády slouží jako prostředek odůvodnění všech manipulací, který zaručuje správnost všech rozhodnutí. Především věta: *Na vodním díle bylo manipulováno v souladu s platným manipulačním řádem* se objevuje ve všech zprávách vydaných Povodím Vltavy, s.p. hodnotících funkci přehrad. To neumožňuje běžnému zájemci proniknout do bližšího systému předpisů o odpouštění vod za povodní, přestože by měly být manipulační řády veřejně dostupné. Na druhou stranu může být jistá nevole v poskytování informací o přehradě dána bezpečnostními zájmy o ochranu díla. Nová aktualizace řádů mimo jiné již počítá i s mimořádnými situacemi, kdy je v krizových situacích povoleno odpouštět i větší než neškodný průtok po únosnou dobu, čímž je umožněno rychlejší vyprazdňování nádrže. Bohužel se tato aktualizace týká pouze nejvýznamnějších a největších přehradních nádrží, především na Vltavě, ale menší nádrže na méně významných tocích se dále řídí pomaleji reagujícími a méně účinnými předpisy. Možná právě tento fakt zapříčinil rozporuplnou a ne příliš vhodnou manipulaci na VD Vranov na řece Dyji za letošních jarních povodní.

V souvislosti s manipulačními řády se také objevuje diskuse ohledně hladiny v nádržích před příchodem povodňových vln v roce 2002. Při porovnání s jarem 2006 můžeme názorně sledovat ponaučení managementu Povodí Vltavy, s.p.. Snižování hladiny v přehradách Vltavské kaskády je sice z části každoroční rutinou, ale do jisté míry se na něm podílí i tlak veřejnosti a jisté obavy z možných následků. Hladina nádrží byla postupně během zimy snižována tak aby se zvýšil retenční prostor, což se ukázalo mít zásadní význam a ochránilo se tak sídla na Vltavě. Bohužel jiná vodní díla (např. Josefův Důl, Vranov) pod takovým podrobným dohledem médií jako Vltavská kaskáda nebyly a co víc neaktualizované manipulační řády ani nedovolovaly snížit hladinu před oblevou na potřebnou kótu, čímž se mohl zvýšit vliv přehrad na transformaci povodňových průtoků. Tyto indicie vedou k tomu, že ze srpnových povodní se pravděpodobně ponaučilo pouze Povodí Vltavy, s.p., které ze vzniklých škod vyvodilo účelné důsledky a opatření, na rozdíl od Povodí Labe, s.p. a Povodí Moravy, s.p.. Což potvrzuje i vedoucí Geologického ústavu AV ČR Václav Cílek (Cílek, 2006).

Po opadnutí velké vody a následných emocí se začaly hledat příčiny povodní, ale i opatření do budoucnosti, která by zamezily opakování takové katastrofy. Objevilo se několik návrhů spojených z přehradami, mezi nimiž se hledá optimální řešení. Finančně nejvíce

náročné a prostorově nejkomplicovanější je řešení pomocí výstavby nových přehrad. Přesto že již od dob výstavby přehrad Vltavské kaskády existují plány na nádrže v profích Český Krumlov, Rájov a Dívčí Kámen (Záruba, 1967) je tato varianta velmi nereálná a to především kvůli odporu obyvatelstva a ochrany přírody a kulturních památek. Významnou roli zde hraje i konfrontace zájmů MŽP ČR a MZe ČR, mezi kterými je nutno hledat kompromis a vhodné lokality tak spadají pod územní ochranu prostoru budoucích možných akumulací. Podobné řešení navrhuje i Čerencev (Čerencev, 2004). Ten navrhuje výstavbu zemních hrází a stěn z důvodu zvýšeného vzdušného tlaku, nebezpečným rychlostem vody a zvýšené erozi dna a břehů koryta a navrhuje výstavbu nové akumulací nádrže poblíž Orlicku. Šlo by vlastně o komplex staveb na levém břehu Vltavy, kde by vznikly 2 přečerpávací nádrže o objemu 220 a 60 mil. m³. Jak však věcně dodává redakce Vodního hospodářství, je tato varianta reálná až v budoucnu, kdy k tomu bude společenská vůle a ekonomické možnosti.

S objektivním řešením zároveň realizovatelným v dohledné době přichází Povodí Vltavy, s.p.. Jeho technický ředitel Ing. Václav Báča uvádí, že prosazení záměrů prevence před povodněmi je složitá záležitost a v demokratické společnosti vyžaduje důkladnou přípravu. Jejich strategie je založena na národní strategii protipovodňové ochrany a kombinuje možnosti zvýšení retenčních objemů nádrží Vltavské kaskády s budováním systémů protipovodňové ochrany v sídlech pod nádržemi Vltavské kaskády. Samotné zvýšení retenčního objemu se týká hlavně VD Lipno I a Orlicku a vychází z možnosti zvýšení úrovně maximální hladiny v nádrži a případného snížení hladiny zásobního prostoru. V úvahu připadá také VD Slapy, které má ochranný význam pro Středočeský kraj, ale zde omezuje realizaci manipulační řád díla, ve kterém je zakotveno využití díla pro rekreaci (Báča, 2004). Zvýšením retenčního prostoru má Báča na mysli, jen změnu hladinových kót jednotlivých prostorů, protože dodatečné stavební úpravy hrází jsou konstrukčně velmi náročné a vyžadují pečlivou časovou přípravu, aby se dosáhlo monolitického působení celé zesílené přehrad (Kratochvíl, 1961).

Účinek těchto realizací by pak měl být dále umocněn vhodnou koordinací povodňových plánů sídel a manipulačních řádů vodních děl. Dalšími doprovodnými realizacemi by pak bylo zvyšování retenční schopnosti krajiny, snížení erozních jevů v území, zvětšování kapacity koryt v intravilánech, revitalizace nevhodně upravených úseků toků v extravilánech, prosazení aktivních zón záplavových území a další. Takto navržený program Povodí Vltavy, s.p. je zařazen do programu MZe ČR 229 060 Prevence před povodněmi a měl by být realizován s pomocí Evropské Unie ve střednědobém horizontu (Báča, 2004).

9. ZÁVĚR

Tato práce se snaží podat přehled jednotlivých přehrad Vltavské kaskády a popsat manipulace, které probíhaly na těchto vodních dílech za povodňových stavů v srpnu 2002 a na jaře 2006. Především po povodni v roce 2002 bylo sepsáno mnoho hodnotících správ (ČHMÚ, VÚV T.G.M., Povodí Vltavy, s.p.) popisující příčiny, průběh i následky povodně, ale význam manipulací na přehradách v nich je často omezen jen na výčet přítoků, odtoků, výšku hladiny a následné škody, což znalý čtenář dokáže pohodlně vyčíst z příložených grafů. V bakalářské práci jsem se pokusil podložit takto popsany průběh povodně bližšími informacemi o vodních dílech, jako jsou plocha a rozdělení objemu nádrže, parametry hráze, účel přehrad a další. Takto ucelená a přehledná charakteristika umožňuje čtenáři lépe se orientovat v uvedených datech a tím si i lépe představit vyhrocenou situaci, která na vodních dílech za povodní panovala. Dalším prvkem, který neobsahují výsledné správy odborných institucí, je určité kartografické vyjádření významu přehrad Vltavské kaskády. Výstižné a názorné zobrazení významu přehrad za povodni je bohužel realizovatelné pouze s dostatečným množstvím potřebných dat, což je dnes nejen časově a organizačně složité, ale především finančně náročné a pro běžného studenta bez finančních prostředků a kontaktů téměř nedosažitelné. Přesto jsou v příloze zahrnuty i mapy, vypracované v prostředí Mapinfo Professional, které na základě veřejně dostupných dat doplňují téma práce a nabízí i vizuální představu o prostorovém rozmístění přehrad, velikosti povodí a dalších vlastností.

Úkolem této práce není hodnotit správnost manipulací na vodních dílech za povodni ani hledání účelných řešení, které by zabránily vzniku podobné katastrofy v budoucnu. Takové úkoly náleží odborníkům pověřených institucí, kteří mají zajištěny dostatek informací o dané problematice a i potřebné zkušenosti a prostředky, jak úspěšně své představy realizovat. V závěrečné diskuzi se pouze snažím podat určité návrhy a vize, které se objevily v médiích jako reakce odborných komentátorů na povodně. Závěrem bych však chtěl říci, že mnohem důležitější než kritika a zpětné ohlížení se za povodněmi, je provedení potřebných opatření do budoucna, a to jak technických zabezpečení, tak i administrativní záležitosti, které povedou k úspěšnému cíli a to zabránění výskytu podobné katastrofy jako v roce 2002. Tato cesta je však velmi dlouhá a náročná a vyžaduje naši trpělivost a podporu.

10. SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ A LITERATURY

10.1. SEZNAM PRAMENŮ

10.1.1. Datové zdroje

MZ ČR (2005): Seznam vodních děl I. – III. Kategorie v České republice.
<http://www.mze.cz>. 2.6.2006

10.1.2. Internetové zdroje

ČEZ a.s., <http://www.cez.cz>. 23.3. 2006

ČHMÚ, <http://www.chmi.cz>. 20. 3. 2006

<http://www.prehrady.cz>. 17.3. 2006

PORTÁL MZe ČR, <http://www.voda.mze.cz>. 23.3. 2006

POVODÍ VLTAVY, s.p., <http://www.pvl.cz>. 18.3. 2006

VÚV T.G.M., <http://www.vuv.cz>. 16.12. 2005

WIKIPEDIA, <http://cs.wikipedia.org>. 4.11. 2006

10.2. SEZNAM LITERATURY

PROJEKT:

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T.G.MASARYKA. (2003): Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. 1. Etapa projektu. Meteorologické příčiny katastrofální povodně v srpnu 2002 a vyhodnocení extremity příčinných srážek. Praha. 160 stran.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T.G.MASARYKA. (2003): Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. 2. Etapa projektu. Hydrologické vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. Praha. 146 stran.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T.G.MASARYKA. (2003): Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. 3. Etapa projektu. Hydrologické a hydraulické posouzení povodně na tocích a úsecích toků nesledovaných pozorovacích sítí ČHMÚ. Praha. 200 stran.

LITERATURA:

- BÁČA, V. (2004): Strategie ochrany před povodněmi v povodí Vltavy. Vodní hospodářství. č. 6. s. 176 – 177.
- BALATKA, B. – KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha. Praha. 79 stran.
- BEVEN, J.K. (2001): Rainfall – runoff modelling: the primer. John Wiley & Sons Ltd. Chichester. 360 stran.
- BRÁZDIL, R. (2003): Meteorologické extrémy a povodně v České republice – Přirozený trend nebo následek globálního oteplování?, <http://www.kar.zcu.cz> 11.3. 2006
- BROŽA, V. a kol. (2005): Přehrady Čech, Moravy a Slezska. Knihy 555. Liberec. 256 stran.
- BROŽA, V. – VOTRUBA, L. (1966): Hospodaření s vodou v nádržích. SNTL. Praha. 323 Stran.
- BROŽKOVÁ, B. – KENDÍK, T. (2003): Manipulace na vodních dílech v povodí Vltavy během srpnových povodní. Vodní hospodářství. č. 2. s. 50 – 51.
- CÍLEK, V. (2006): In: Buchert, V.: Budou ještě větší povodně než dnes. Mladá Fronta DNES. 8.4. 2006. str. A7.
- ČERENCEV, L. (2004): Návrh eliminace povodňových průtoků. Vodní hospodářství. č. 10. s. 303 – 305.
- ELLEDER, L. (2005): Kolísání sezonality a četnosti výskytu povodní na Vltavě v Praze za poslední tisíciletí. In: Kašpárek, L., Reidinger, J.: Výzkum v oblasti povodňové ochrany v České republice (přednáška na konferenci v Lipsku), s. 17 – 21.
- HORÁČEK, V. (2004): Energie řek a moří I., <http://www.ceskaenergetika.cz>. 11.3. 2006
- KEMEL, M. (2000): Klimatologie, meteorologie, hydrologie. ČVUT, Praha, 290 stran.
- KOMÁRKOVÁ, M. (2005): 50 let vodního díla Slapy. Vodní hospodářství. č. 6. s. 160 – 161.
- a) KOMÁRKOVÁ, M. – KUČERA, R. (2003): Provoz vodních děl při extrémních povodních. Stavební listy, roč. IX, č 5.
- b) KOMÁRKOVÁ, M. – KUČERA, R. (2003): Vltavská kaskáda pod tlakem vody a událostí. Vodní hospodářství. č. 2. s. 34–36.
- KRATOHVIL, S. (1961): Vodní nádrže a přehrady. Nakladatelství ČS AV. Praha. 955 stran.
- KUKLA, G. (2006): In: Pacner, K.: Oteplování přichází bez lidské viny. Mladá fronta DNES. 22.7.2006. str. B7.
- KŘÍŽ, V. (1996): Vodní nádrže a jezera České Republiky. Atelier Milata. Ostrava. 32 stran.
- MEZINÁRODNÍ KOMISE PRO OCHRANU LABE. (2004): Dokumentace povodně v srpnu 2002 v povodí Labe. MKOL, Magdeburk, 207 stran.

- PECHAR, J. (2005): VD Orlík – oprava vývaru. Vodní hospodářství. č. 4. s. 78 – 79.
- POVODÍ VLTAVY. (2003): Povodeň – srpen 2002 (Souhrnná zpráva za Povodí Vltavy, s.p., Vodohospodářský dispečink Povodí Vltavy, s.p. v Praze). Praha. 95 stran.
- POVODÍ VLTAVY. (2006): Souhrnná zpráva o povodni v oblastech povodí horní Vltavy, Berounky a dolní Vltavy. Povodeň březen – duben . Praha. 48 stran.
- STRATÍLEK, J. (2003): Vodní dílo Kamýk – sanace vývaru po povodni. Vodní hospodářství. č. 11. s. 319.
- SUCHAN, P. (2003): Když voda opadla. Třetí pól. říjen 2003. str. 4.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T.G.MASARYKA. (2003): Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002 a návrh úpravy systému prevence před povodněmi (Výsledná zpráva o projektu, VÚV T.G.M.). MŽP. Praha. 85 stran.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T.G.MASARYKA. (2005): Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002. MŽP. Praha. 68 stran.
- ZÁRUBA, Q. a kol. (1967): Geologie přehrad na Vltavě. ČSAV. Praha. 222 stran.
- ZÍDEK, Z. (2002): Je Lipno viník katastrofy?, <http://www.ckkrumlov.cz>. 11.12. 2005

11. SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A PŘÍLOH

11.1. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1.1: Zájmové území – povodí Vltavy po profil VD Vrané.

Obr. č. 1.2: Zatížení a poškození vodních děl za povodně 2002.

Obr. č. 3.1: Rozdělení prostoru údolní nádrže.

Obr. č. 5.1: VD Římov za povodně 2002 (VÚV T.G.M., 2005).

Obr. č. 5.2: VD Orlík po povodních 2002 (VÚV T.G.M., 2005).

Obr. č. 5.3: VD Slapy za povodně 2002 (VÚV T.G.M., 2005).

Obr. č. 7.1: VD Orlík za povodní 2006 (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

11.2. SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 5.1: Průběh povodňových vln na VD Lipno I (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.2: Průběh povodňových vln v Českém Krumlově 7.8. – 15.8. 2002 (Zídek, 2002, upraveno).

Graf č. 5.3: Průběh povodňových vln na VD Římov (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.4: Průběh povodňových vln na VD Hněvkovice (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.5: Průběh povodňových vln na VD Husinec (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.6: Průběh povodňových vln na VD Orlík (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.7: Průběh povodňových vln na VD Kamýk (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.8: Průběh povodňových vln na VD Slapy (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.9: Průběh povodňových vln na VD Štěchovice (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 5.10: Průběh povodňových vln na VD Vrané (Povodí Vltavy, s.p., 2003).

Graf č. 7.1: Zásoby vody sněhu v povodí nad VD Orlík (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

Graf č. 7.2: Průběh povodně na VD Lipno I a Lipno II (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

Graf č. 7.3: Průběh povodně na VD Římov (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

Graf č. 7.4: Průběh povodně na VD Husinec (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

Graf č. 7.5: Průběh povodně na VD Orlík (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

Graf č. 7.6: Průběh povodně na VD Slapy (Povodí Vltavy, s.p., 2006).

11.3. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Zájmová oblast a plocha dílčích povodí v km².

Příloha č. 2: Úhrn srážek ve sledovaném území od 6. do 15. 8. 2002.

Příloha č. 3: Rozdělení prostorů nádrží Vltavské kaskády.

Příloha č. 4: Rozdělení prostorů nádrží Vltavské kaskády celkem.

Příloha č. 5: Hustota říční sítě v dílčích povodí.

Příloha č. 6: Charakteristika VD Vltavské kaskády za povodně v srpnu 2002.

Příloha č. 7: Charakteristika VD Vltavské kaskády za povodně v srpnu 2002.

Příloha č. 8: Charakteristika VD Vltavské kaskády.

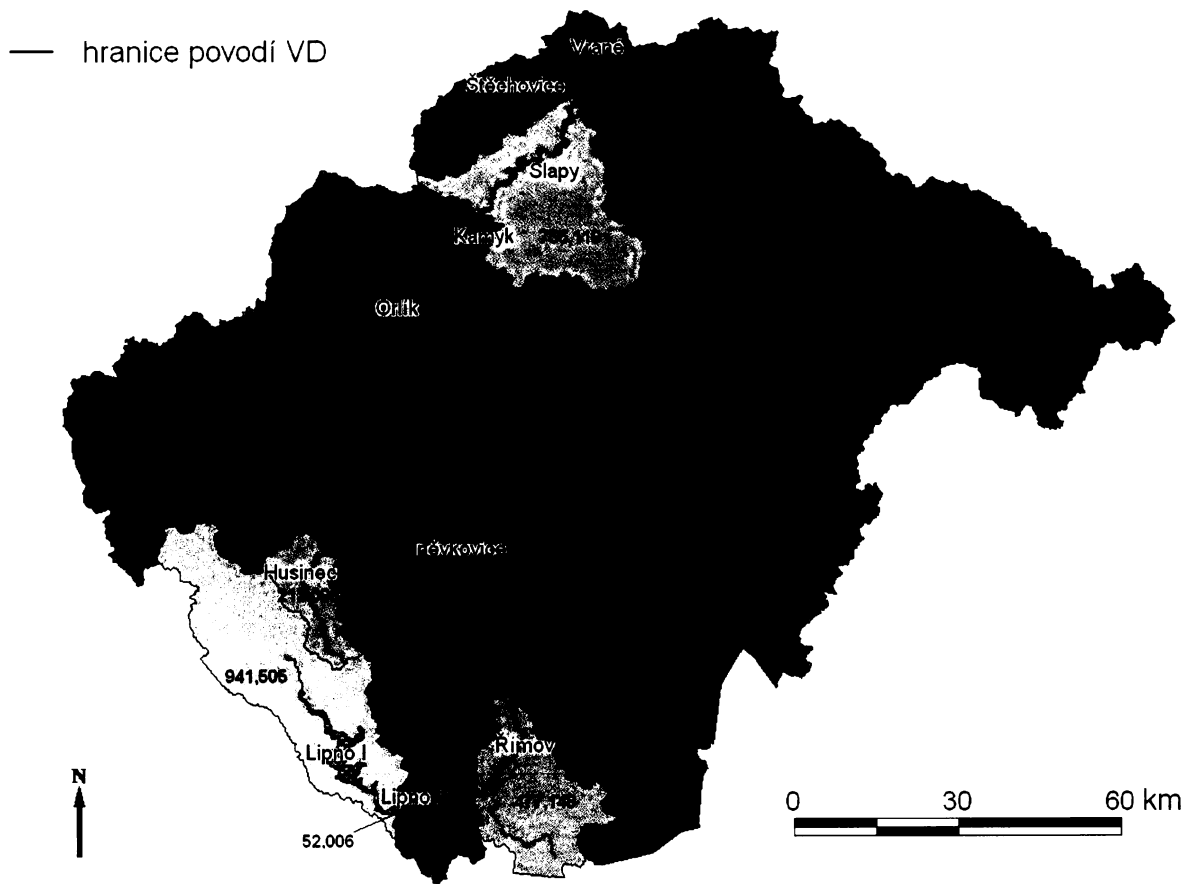
Příloha č. 9: Hydrologické parametry a ukazatele VD Vltavské kaskády za povodně v srpnu 2002.

Použité zkratky:

AV ČR	- Akademie věd České republiky
ČHMÚ	- Český hydrometeorologický ústav
OkÚ	- okresní úřad
OPK	- Okresní povodňová komise
ORP	- Obec s rozšířenou působností
s.p.	- státní podnik
VD	- vodní dílo
VE	- vodní elektrárna

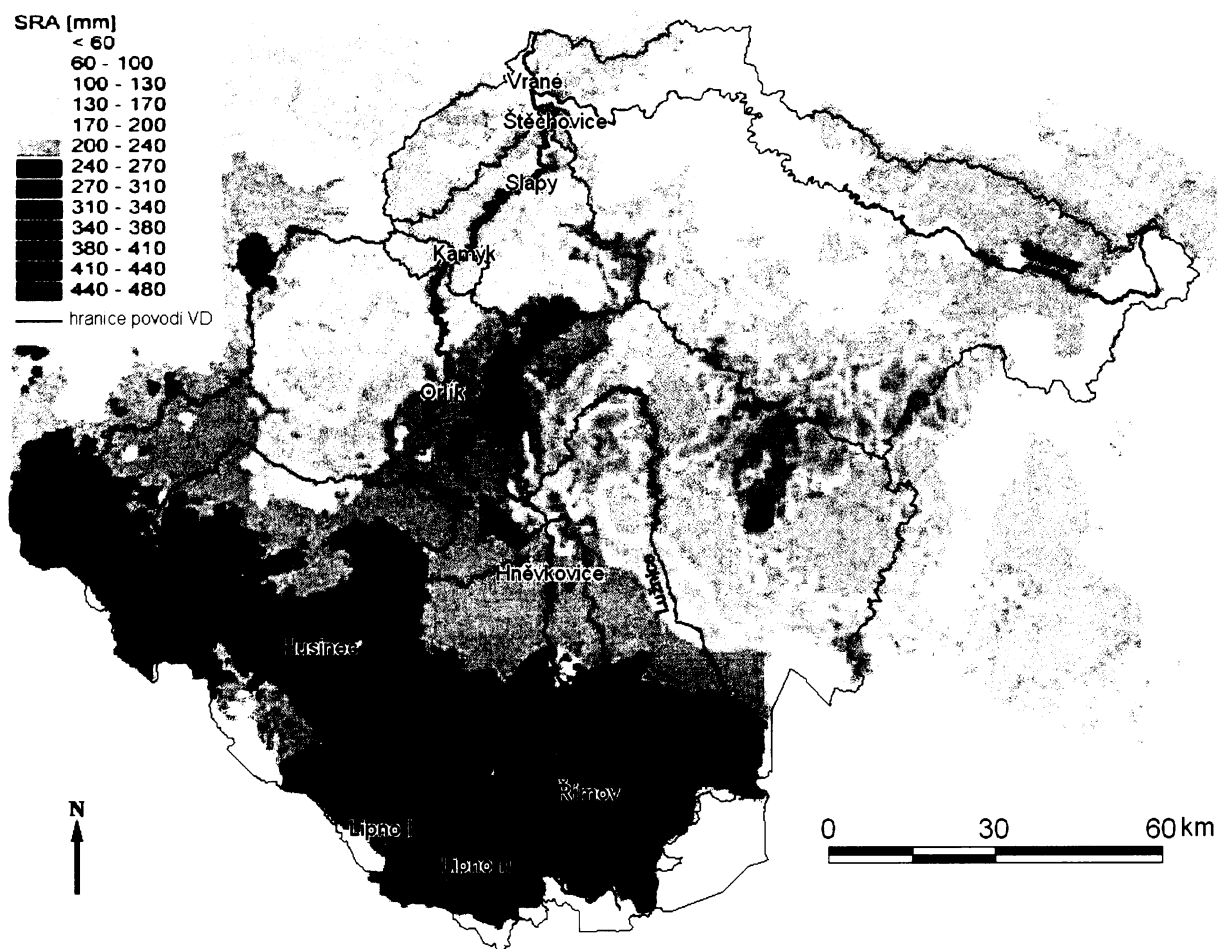
12. PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Zájmová oblast a plocha dílčích povodí v km².



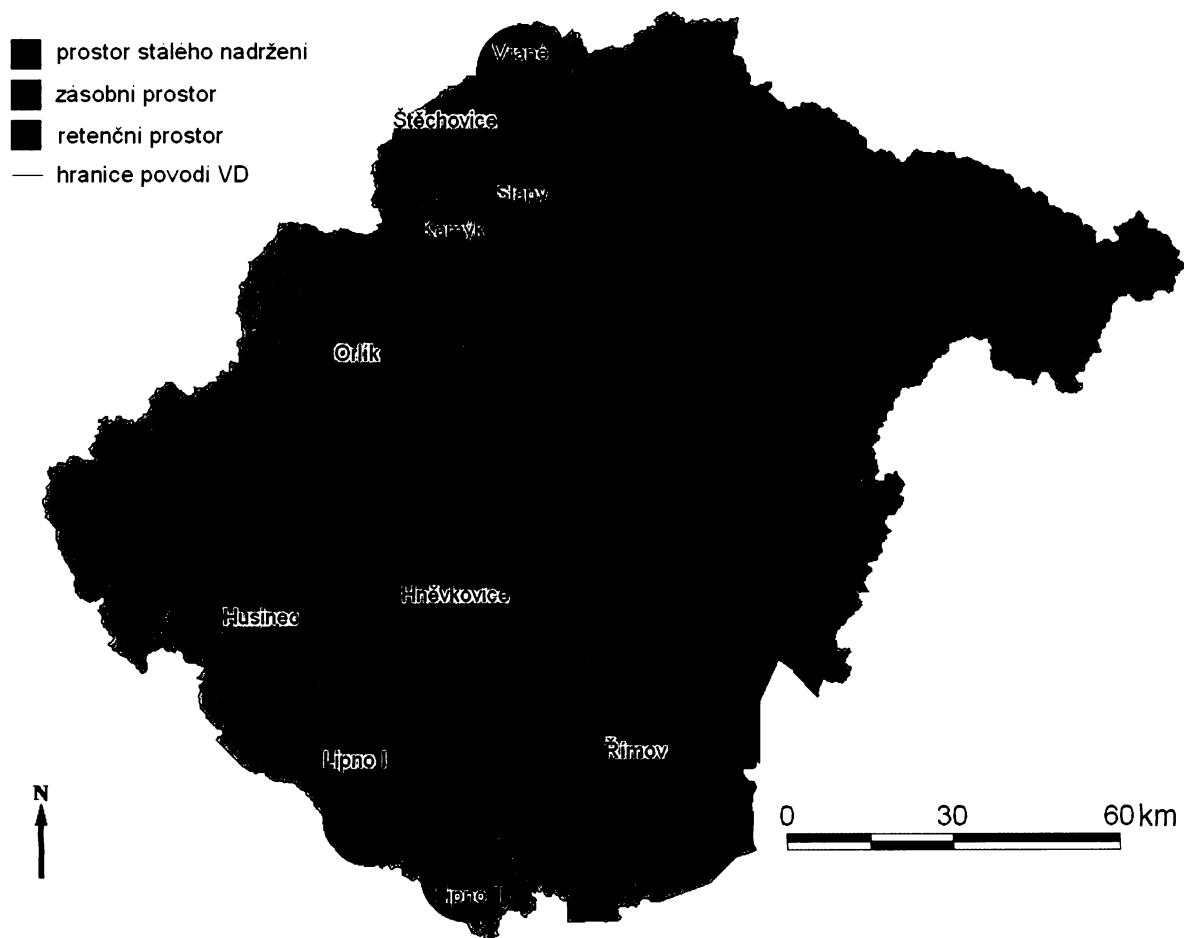
Zdroj dat: VÚV T.G.M., 2005

Příloha č. 2: Úhrn srážek ve sledovaném území od 6. do 15. 8. 2002.



Zdroj dat: ČHMÚ, 2005

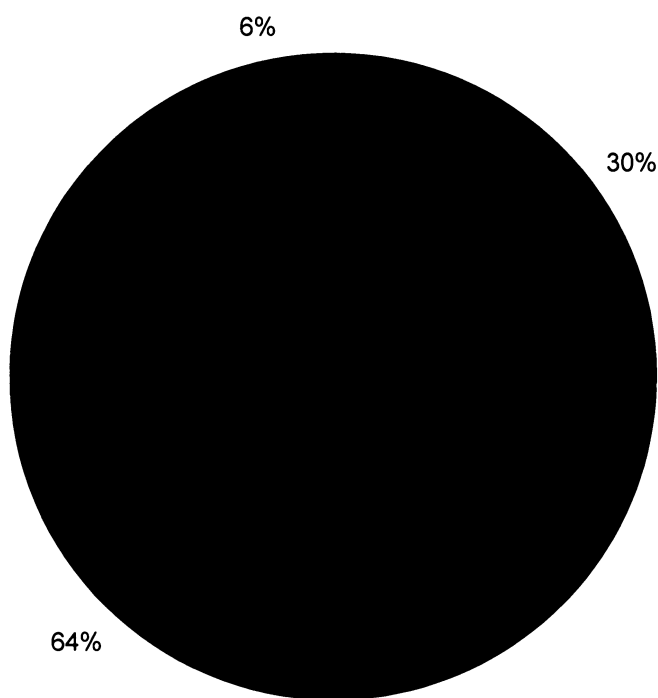
Příloha č. 3: Rozdělení prostorů nádrží Vltavské kaskády.



Zdroj dat: VÚV T.G.M., 2005

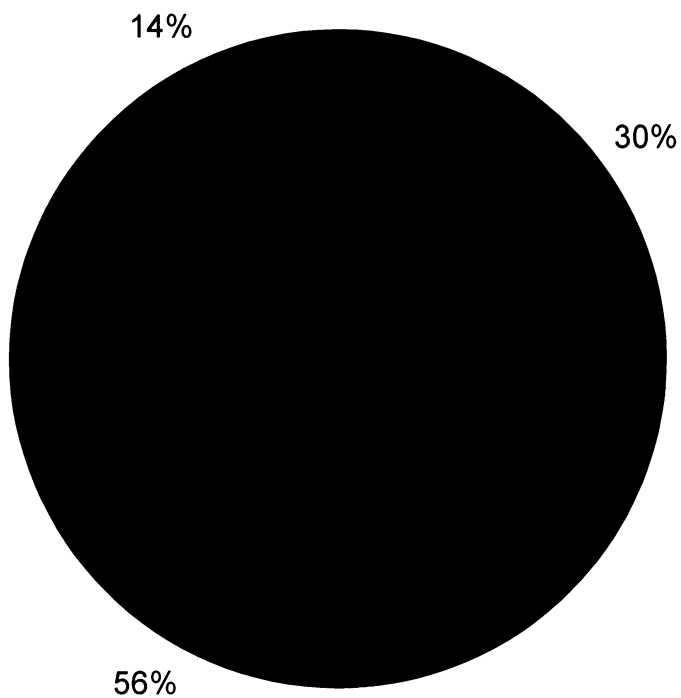
Příloha č. 4: Rozdělení prostorů nádrží Vltavské kaskády celkem.

Rozdělení prostorů dle manipulačních řádů



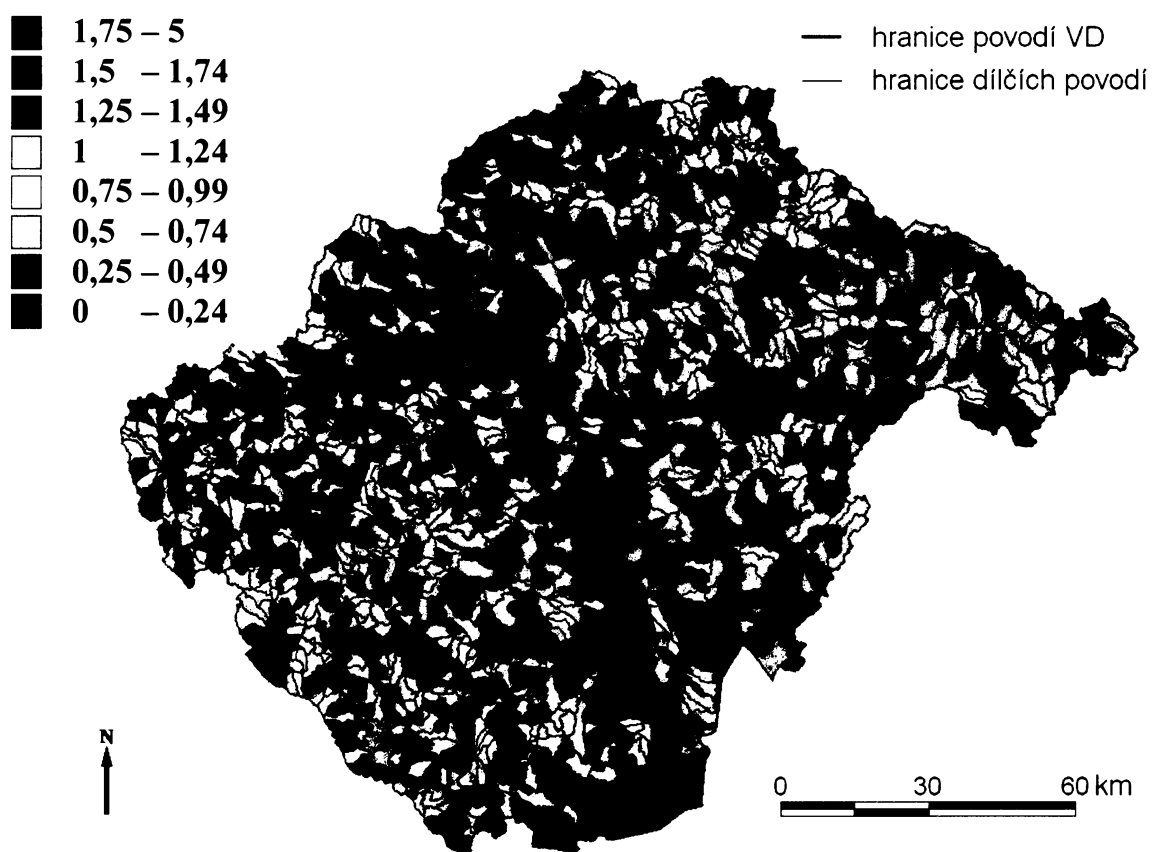
■ Prostor stálého nadržení ■ Zásobní prostor ■ Retenční prostor

Rozdělení prostorů před příchodem povodně v roce 2002



■ Prostor stálého nadržení ■ Zásobní prostor ■ Retenční prostor

Příloha č. 5: Hustota říční sítě (km/km²)v dílčích povodí.



Zdroj dat: ČHMÚ, 2005

Příloha č. 6: Charakteristika VD Vltavské kaskády za povodně v srpnu 2002.

nádrž	tok	první povodňová vlna				druhá povodňová vlna			
		datum	přítok (m ³ s ⁻¹)	doba opakování N let	odtok (m ³ s ⁻¹)	datum	přítok (m ³ s ⁻¹)	doba opakování N let	odtok (m ³ s ⁻¹)
Lipno I	Vltava	8.8.	264	50	60	13.8.	470	>100	320
Římov	Malše	8.8.	448	>100	447	13.8.	476	>100	473
Husinec	Blanice	8.8.	80	<50	63	12.8.	221	>100	220
Hněvkovice	Vltava	8.8.	730	100	730	13.8.	1180	>100	1180
Orlík	Vltava	8.8.	1700	<50	1120	13.8.	3900	>100	3100
Kamýk	Vltava	9.8.	1120	<10	1150	14.8.	3100	>100	3100
Slapy	Vltava	9.8.	1150	<10	1150	14.8.	3100	>100	3100
Štěchovice	Vltava	9.8.	1150	<10	1140	14.8.	3100	>100	3100
Vrané	Vltava	9.8.	1120	<10	1120	14.8.	3500	>100	3500

Zdroj dat: VÚV T.G.M., 2005, upraveno

Příloha č. 7: Charakteristika VD Vltavské kaskády za povodně v srpnu 2002.

nádrž	tok	plnění dílčích prostorů nádrží						celkový prostor (mil. m ³)
		zásobní prostor (mil. m ³)	zásobní prostor (%)	ovladatelný ret. prostor (mil. m ³)	ovladatelný retenční prostor (%)	neovladatelný ret. prostor (mil. m ³)	neovladatelný retenční prostor (%)	
Lipno I	Vltava	32,489	11,90	12,056	100	0	0	47,945
Římov	Malše	5,459	18,20	1,551	100	0,085	50,30	7,095
Husinec	Blanice	0,189	9,20	2,815	100	0,909	100	4,116
Hněvkovice	Vltava	0,74	6,10	0	0	0	0	5,24
Orlík	Vltava	63,53	17,00	62,07	100	0	0	167,3
Kamýk	Vltava	3,8	81,70	0	0	0	0	6,8
Slapy	Vltava	7,5	3,70	0	0	0	0	8,35
Štěchovice	Vltava	2	59,90	0	0	0	0	3
Vrané	Vltava	0,5	19,80	0	0	0	0	0,5

Zdroj dat: VÚV T.G.M., 2005, upraveno

Příloha č. 8: Charakteristika VD Vltavské kaskády (Q100 a Q5 pro přítok do VD).

nádrž	tok	Q100 (m ³ s ⁻¹)	Q5 (m ³ s ⁻¹)	Q _{NEŠ} (m ³ s ⁻¹)
Lipno I	Vltava	317	140	60
Římov	Malše	282	117	30
Husinec	Blanice	122	54	15
Hněvkovice	Vltava	760	374	1500
Orlík	Vltava	2050	966	1500
Kamýk	Vltava	2065	975	1500
Slapy	Vltava	2503	1087	1000
Štěchovice	Vltava	2570	1090	1500
Vrané	Vltava	2970	1330	1200

Zdroj dat: VÚV T.G.M., 2005, upraveno

Příloha č. 9: Hydrologické parametry a ukazatele VD Vltavské kaskády za povodně v srpnu 2002.

Název VD	Q _{max} [m ³ ·s ⁻¹]	Srážkový úhrn			Dosažená maxima za povodňové situace					P _{max} - O _{max} [m ³ ·s ⁻¹]	Míra relvence [%]	Doba posunutí O _{max} [hod]	Trvání napištění > Mz [dny]	Modul kulminace PV [m n. m.]	Dosažené SPA, SPAZPV, poznámka	
		srpnový [mm]	max. denní [mm]	datum	přítok [m ³ ·s ⁻¹]	datum	hladina [m n. m.]	odtok [m ³ ·s ⁻¹]	datum kulminace odtoku							
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lipno 1	317	393,6	61,6	7,9	470	19,6 4:00	726,97	320	320	3,6 19:00	150	31,9	14,0	3	1,48	II, SPA, I, SPA ZPV, P _{max} / Q _{max}
Lipno 2	325	437,6	112,6	7,9	220 ²⁾	13,5 16:00	563,14	325	325	3,6 19:00	0	-	-	-	0,96	II, SPA, P _{max} / Q _{max}
Římov	262	329,7	64,6	11,5	473	13,6 7:00	477,44	473	473	13,5 7:00	3	3,8	3	2,3	1,89	II, SPA, I, SPA ZPV, F _{max} / Q _{max}
Hněvkovice	760	223,9	67,00	5,8	1470	13,5 20:00	371,56	1439	1439	14,9 0:00	30	2,0	4	-	1,32	I, SPA extr. zatlčení P _{max} / Q _{max}
Husinec	122	445	220,00	11,5	221 ²⁾	12,5 11:00	520,21 ²⁾	220 ²⁾	220 ²⁾	2,5 11:00	0	0	-	-	1,90	P _{max} / Q _{max} a přečíslena M _{max}
Orlík	2050	159,2	62,6	12,9	3900	13,5 12:00	355,17	3100	3100	14,6 6:00	600	20,5	11	7	1,30	I, SPA extr. zatlčení P _{max} / Q _{max}
Kamýk	2085	671	32,6	12,5	3100	14,6 6:46	290,16	3100	3100	14,5 5:45	0	-	-	-	1,50	I, SPA extr. zatlčení P _{max} / Q _{max}
Slapy	2503	185,9	71	12,5	3182	14,6 9:00	270,67	3056	3056	14,6 6:00	67	3,0	0	0,26	1,28	II, SPA extr. zatlčení P _{max} / Q _{max}
Štěchovice	2570	-	-	-	3140	14,6 5:00	220,16	3100	3100	14,6 6:00	40	1,3	0	-	1,22	I, SPA extr. zatlčení P _{max} / Q _{max}
Vrané	2970	-	-	-	3460	14,6 9:00	201,6	3469	3469	14,6 6:00	1	0	0	-	1,18	II, SPA extr. zatlčení P _{max} / Q _{max}

Sloupec:

2. Stolety k ulm. náčn. přítok podle ČHMÚ (základní hydrologické údaje) : Q_{max}
 12. Míra relvence v [%] = (P_{max} - O_{max}) / P_{max} · 100
 13. Doba posunutí kulminace odtoku oproti kulminace přítku
 14. Trvání napištění nadže vyšší než max. hladina zascornic prostorů M_z
 15. Modul kulminace PV = P_{max} / Q_{max}
18. SPA = stupeň povodňové aktivity
 SPAZPV = stupeň povodňové aktivity zvláštní povodně
 2) přítok od VD Lipno II. uvažován jako otok z Lipna II.
 3) s ohledem na ne přesnost stanovení hladiny až o +0,11m horní hranice P_{max} = O_{max} = 250 m³·s⁻¹

Zdroj dat: VÚV T.G.M., 2005, upraveno