

PRŮCHOD POVODNĚ V ČERVNU 2013 VLTAVSKOU KASKÁDOU

VLTAVA RIVER CASCADE DURING THE FLOOD IN JUNE 2013

Tomáš Kendík, Karel Březina

Abstrakt:

Povodňová situace, kterou bylo zasaženo území povodí Vltavy na začátku června roku 2013, beze zbytku naplňuje termín „extrémní hydrologický jev“. Charakteristickým byl totiž pro tuto povodeň extrémně rychlý nárůst průtoků především na středních a dolních částech vodních toků, způsobený velmi silným nasycením povodí a příčinnými srážkami, které v době nástupu povodně dosahovaly úhrnů přes 100 mm za 24 hodin. Z hlediska vodohospodářského řízení a funkcí Vltavské kaskády při ochraně před povodněmi tak vznikl mimořádný veřejný zájem na využití jejího retenčního potenciálu a poskytnutí času na realizaci protipovodňových opatření v Praze a na dolním toku Vltavy a Labe. Tento příspěvek má přiblížit význam Vltavské kaskády při ochraně před povodněmi, kdy je nutné zmírnit jejich škodlivé účinky, bezpečně převést povodeň a současně zabezpečit všechny účely nádrží a dodržet další omezující podmínky vycházející z aktuálního stavu nádrží a pravidel daných manipulačními řády.

Abstract:

The flood event that affected the Vltava River basin in June 2013 perfectly meets the definition of an „extreme hydrological phenomenon“. This flood was characterised by an extremely fast flow rate increase particularly in the middle and lower reaches of the watercourses caused by very strong saturation in the river basin and causal rainfalls exceeding 100 mm in 24 hours at the outset of the flood. In terms of the water management and the Vltava cascade function in relation to flood protection, this has resulted in a strong public interest in using the cascade's retention potential and the time it provides for flood-protection arrangements to be implemented in Prague and in the lower Vltava and Labe rivers reaches. The purpose of this paper is to describe the significance of the Vltava cascade in the floods protection when it's necessary to eliminate their harmful effects, to transfer the flood safely and ensure all reservoirs purposes, while observing all the limiting factors which are based on the current status of the reservoirs and the water management rules.

Klíčová slova: povodeň, soustava vodních děl, retence, účely vodních děl, celospolečenský zájem.

1. ÚVOD

Vltavská kaskáda jako nejvýznamnější soustava vodních děl v České republice ovlivňuje situaci na dolním toku Vltavy a Labe nad hustě osídlenou aglomerací středních Čech a Prahou. Provoz při povodni v červnu 2013 ukázal v plné míře možnosti soustavy vyrovnat se s takovým hydrologickým extrémem a praktická omezení řízení nádrží, se kterými musí provozovatel pracovat.

Vodní díla Vltavské kaskády byla vybudována ve dvacátém století, je to soustava celkem 9 údolních nádrží. Nejvýznamnější z hlediska hospodaření s vodou jsou nádrže Lipno I, Orlický a Slapy, které mají významný zásobní a retenční objem (Lipno I a Orlický), rozhodující při manipulacích s vodou. Největší nádrž Orlický má celkový objem 716,5 mil. m³, z něhož zásobní

prostor činí 374,4 mil. m³ a pro ochranu před povodněmi je vyčleněn retenční prostor o velikosti 62,1 mil. m³.

2. VÝCHOZÍ PODMÍNKY

2.1. Vstupní data

Základním vstupním údajem je stav jednotlivých vodních děl před nástupem povodně, resp. před vydáním varovných signálů od Českého hydrometeorologického ústavu, že může dojít k takovému vývoji situace, který zapříčiní zvýšené přítoky do vodních děl nebo přímo povodeň. Dále je to technický stav vodních děl, konkrétně aktuálně probíhající opravy jednotlivých zařízení, kterými je možno vodu převést.

Významným vstupem jsou údaje od ČHMÚ, tedy každodenní hydrologické předpovědi, výstrahy hlásné a předpovědní povodňové služby a rovněž další hodnotící podklady, jako jsou týdenní a měsíční zprávy, z nichž lze odvodit míru nasycení povodí.

A pak jsou to samozřejmě údaje ze společné měřicí sítě státního podniku Povodí Vltavy a ČHMÚ, které poskytují informace o tom, jak se průtoky na jednotlivých měrných profilech skutečně vyvíjejí.

2.1. Technická omezení

Do úvah, jež vyvolá vzrůstající nasycení povodí, nebo přímo výstraha ČHMÚ na možnost vzniku povodně, je nutné zahrnout rovněž všechna opatření, která je před zvýšením odtoku nutné provést, aby preventivní zvýšení odtoku za účelem vytvoření volného prostoru pro transformaci povodně nezpůsobila zbytečné škody. Provádění těchto opatření do jisté míry omezuje možnosti vytvářet před nástupem povodně volný prostor v nádržích, což se projeví právě u povodní, jako byla ta v červnu 2013, která byla výjimečná tím, že ke zhoršení situace významnou měrou přispěly menší přítoky Vltavy a neměřitelné mezipovodí (stráně svažující se přímo do vodních toků či do vzdutí vodních děl), tedy nedošlo k časově prodlevě způsobené dotokovými dobami z vyšších partií povodí a nástupná větev na přítoku do nádrží byla velmi strmá.

2.1. Rozhodovací proces

Výše uvedené vstupy se využívají při rozhodování o zvětšení volného prostoru v nádržích ještě před nástupem povodně a pak během povodně při rozhodování, při kterém nejvyšším odtoku bude nutné povodeň přes vodní díla převést.

Vltavská kaskáda je soustava vodních děl s více účely, které jsou při svém výčtu protichůdné. Zajištění minimálního odtoku nabádá udržovat co největší zásobu akumulované vody a protipovodňová ochrana naopak udržovat co největší volný objem pro zachycení povodně. To, jaká váha je těmto účelům dána v platném manipulačním řádu soustavy vodních děl, je dáno rozdělením funkčních prostorů nádrží a vodohospodářským řešením.

3. PRAVIDLA PRO MANIPULACE

3.1. Využití soustavy vodních děl za běžné provozní situace

Hospodaření s vodou v nádržích Vltavské kaskády je koordinováno tak, aby bylo dosaženo jejího optimálního využití. Podle okamžitých i očekávaných výhledových potřeb elektrizační soustavy České republiky, s ohledem na potřeby ostatních uživatelů vody, je plánován provozní režim na určité časové období.

Přitom se přihlíží k aktuální hydrologické a meteorologické situaci a k jejímu předpokládanému vývoji, k aktuálním a plánovaným hladinám ve vybraných nádržích (se zvážením předpokladů jejich dalšího vývoje a požadavků na jejich řízení), k aktuální i plánované dostupnosti soustrojí vodních elektráren i ostatních vypustných zařízení, k probíhajícímu pracem v přenosové soustavě, k probíhajícímu i připravovanému pracím na vodních dílech a úsecích toků, ovlivněných provozem nádrží a k požadavkům na kvalitu vody ve Vltavě, zejména v Praze s ohledem na ředění vody vypouštěné z Ústřední čistírny odpadních vod.

Roční plán provozu Vltavské kaskády, respektive pohyb hladin v nádržích a odtokový režim, je upravován pro kvartální období, kdy jsou koordinovány např. dlouhodobé opravy vodohospodářských zařízení s provozem a plánovanými opravami dalších funkčních částí vodních děl. Čtvrtletní plán provozu je pak upřesňován zpravidla v týdenních cyklech, do kterých jsou zahrnuty změny v provozu uvažovaném ve čtvrtletním plánu a některé aktuální požadavky dalších uživatelů vody – vodní doprava, sportovní akce, zlepšení hygienických podmínek v toku pod nádržemi apod.

V běžném hydrologickém režimu, za normální provozní situace, probíhá hospodaření s vodou v nádržích Vltavské kaskády tak, aby byla ve spolupráci jednotlivých vodních děl zajišťována zabezpečení průtoků v rozhodujících profilech a dodávky vody pro odběratele. Rozhodující význam z hlediska této zabezpečení mají vodní díla Lipno I, Orlík a Slapy, které mají vyčleněn největší zásobní objem.

V zimním období, tedy v období před jarním táním, jsou hladiny v zásobním prostoru postupně snižovány, přičemž volný objem odpovídá určitému ekvivalentu zásoby vody ve sněhové pokrývce, v povodí nad jednotlivými vodními díly. Při jarním tání je zásoba vody v nádržích doplněna tak, aby byla opět zajištěna zabezpečení průtoků v rozhodujících profilech a dodávky vody pro odběratele.

3.2. Účely vodních děl

Dle platného manipulačního řádu [1] vodní díla Vltavské kaskády zajišťují svou funkci při hospodaření s vodou následující účely:

- minimální průtok ve Vltavě pod VD Vrané v množství $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ve spolupráci vodních děl Lipno I, Orlík a Slapy při hospodaření s vodou a v součinnosti s ostatními vodními díly Vltavské kaskády,
- využití odtoku z nádrží k výrobě elektrické energie ve vodních elektrárnách, které jsou součástí vodních děl,
- snížení povodňových průtoků na Vltavě a ochrana území pod přehradami v míře dané ochranným účinkem nádrží,
- dodávku povrchové vody pro odběratele,
- nadlepšování průtoků ve Vltavě a případně v Labi pro zlepšení plavebních podmínek,
- vypouštění zvýšených průtoků ke zlepšení hygienických podmínek a kvality vody ve Vltavě a k likvidaci následků havárií čistoty vody,
- ovlivňování zimního průtokového režimu pod nádržemi a omezení nežádoucích ledových jevů,
- rekreaci a vodní sporty,
- plavbu v nádrži,
- rybní hospodářství.

3.2. Manipulace za povodní

Před nástupem povodně a v jejím průběhu je provoz soustavy vodních děl zcela podřízen snaze co nejvíce zmírnit účinky povodně.

I přesto, že se jedná zejména v případě VD Orlík o vodní dílo, která ohledně objemu zadržené vody drží prvenství nejen v České republice, ale i ve střední Evropě, jsou možnosti soustavy vodních děl co do možnosti eliminovat účinky povodně značně omezené. V tomto ohledu je třeba dát do vzájemného poměru objem retenčního prostoru (a volný objem v rámci prostoru zásobního, který je možné vytvořit před nástupem povodně, aniž by byly způsobeny škody) a plochu povodí, která je odvodňována tokem v profilech jednotlivých vodních děl. Vltavská kaskáda je – při plnění všech ostatních účelů – schopna významně ovlivnit povodeň s dobou opakování nejvýše 20 let.

U povodní s dobou opakování delší záleží na podmínkách v době před nástupem povodně. Avšak i u těchto povodní Vltavská kaskáda plní významnou úlohu: poskytuje čas, potřebný pro realizaci protipovodňových opatření. Byť se z hlediska celého objemu povodně může jednat o zlomek zadržené vody, několik desítek hodin, o které se oddálí nástup povodně, umožní provést opatření na infrastruktuře a postavit mobilní povodňová opatření, čímž se výrazně zmírní škodlivé účinky povodně.

Pravidla pro manipulace za povodní jsou postavena tak, aby Vltavská kaskáda co nejdéle dobu udržovala průtok ve Vltavě v Praze na hodnotě $1.500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. To je tzv. neškodný průtok, který je však významně ovlivněn dalšími dvěma vodními toky, Sázavou a Berouňkou, jež odvodňují povodí o ploše srovnatelné s povodím Vltavy nad Vltavskou kaskádou, přičemž efekt vodních děl na těchto povodích je při rozsáhlých povodních takřka zanedbatelný. Z tohoto důvodu může dojít k vyčerpání volného prostoru ve Vltavské kaskádě pro transformaci a je nutné zvýšit odtok na hodnotu přítoku, ať už je v daném okamžiku vývoj na neovlivněných vodních tocích jakýkoli.

Pokud by byla k dispozici dostatečně spolehlivá předpověď průtoků, bylo by možné stanovit optimální hodnotu průtoku, při kterém by bylo lze povodeň převést a snížit tak právě kulminační průtok, i když by byl neškodný průtok překročen ještě při dostatku volného prostoru pro transformaci vysokých průtoků. Tuto spolehlivost předpovědi však ve specifických hydrologických podmínkách České republiky není v současné době možné dosáhnout, tedy uvedený přístup nelze promítnout do pravidel pro manipulace.

4. VLTAVSKÁ KASKÁDA PŘI PRŮCHODU POVODNĚ V ČERVNU 2013

Z hlediska snížení povodňových průtoků na Vltavě a ochrany území pod vodními díly mají rozhodující vliv nádrže Lipno I a Orlík, které mají za tímto účelem administrativně vyčleněn retenční objem o celkové hodnotě $95,228 \text{ mil. m}^3$.

Před příchodem povodňové situace v červnu roku 2013 byla s ohledem na předpovědi srážek pro následující období od 20.5.2013 snižována hladina v nádrži Orlík. I přes postupně narůstající průtoky ve vodních tocích, se nádrž prázdnila postupným zvyšováním odtoku až do 1.6.2013. První výstrahu na povodňovou bdělost pro Plzeňský kraj (převážně povodí Berouňky) vydal Český hydrometeorologický ústav dne 29.5.2013.

Nádrže Vltavské kaskády byly na povodňovou epizodu, která začala v noci z 1.6. na 2.6.2013 připraveny v souladu s hydrologickými předpověďmi ČHMÚ. V ranních hodinách dne 1.6.2013 byl v nádržích Lipno I, Orlík a Slapy vytvořen volný objem o celkové hodnotě 180 mil. m³. Jde o objem téměř dvojnásobný než je hodnota jejich vymezeného retenčního prostoru.

První předpověď výraznějšího vzestupu přítoku do nádrže Orlík, v kulminaci na celkových 910 m³.s⁻¹, byla vydána dne 1.6.2013 v 18.00 hod. Následně byla na základě dalšího předpokládaného výskytu a množství dešťových srážek průběžně upřesňována. Skutečné přítoky do Vltavské kaskády, jejich objemové množství a průtoky na Berounce i Sázavě byly vyšší, než předpokládaly hydrologické předpovědi.

Manipulace na Vltavské kaskádě před povodní a během povodně byly koordinovány tak, aby umožnily přípravu organizačních a technických protipovodňových opatření na dolní Vltavě a dolním Labi, včetně přilehlých území. Nárůst průtoků na Vltavě, pod soutokem s Beroučkou, byl pro možnost realizace těchto opatření oddálen tak, aby mohl být odtok z Vltavské kaskády dále navýšen s ohledem na aktuální situaci na Sázavě a Berounce, aktuální volný prostor v nádržích a aktuální přítok do nádrží.

Dne 1.6.2013 do 19.00 hod. byl pro možnost vyvázání lodí do ochranných přístavů v Praze udržován průtok na Vltavě v profilu Malá Chuchle pod hodnotou 600 m³.s⁻¹. Odtok z vodního díla Vrané v tuto dobu činil 240 m³.s⁻¹, průtok na Berounce v profilu Beroun 330 m³.s⁻¹. Předpověď přítoku do VD Orlík byla dne 2.6.2013 od půlnoci do 14.00 hod. pětkrát navýšena z původních 910 m³.s⁻¹ na 2.087 m³.s⁻¹ (v kulminaci dne 3.6.2013 v 17.00 hod). Během noci dne 2.6.2013 došlo k prudkému vzestupu průtoků na všech tocích na území povodí Vltavy. V 03.50 hod došlo v profilu Malá Chuchle k překročení průtoků 1.000 m³.s⁻¹ (2. SPA) a ve 12.00 hod byl překročen průtok 1.500 m³.s⁻¹ (3. SPA). V tuto dobu činil odtok z vodního díla Orlík 172 m³.s⁻¹, přičemž přítok do nádrže dle změny hladiny činil 1.671 m³.s⁻¹. Manipulacemi na Vltavské kaskádě byl v profilu Malá Chuchle do 18.00 hod udržován průtok do 2.100 m³.s⁻¹, poté byl dále navýšen a udržován kolem hodnoty 2.900 m³.s⁻¹.

Na nádrži Lipno I byl snížen kulminační přítok v době kulminace z cca 320 m³.s⁻¹ (Q₅₀ – Q₁₀₀) na odtok 60 m³.s⁻¹. Do nádrže Orlík byl maximální kulminační přítok stanoven na cca 2.150 m³.s⁻¹ (Q₁₀₀). Maximální odtok z Vltavské kaskády nad soutokem se Sázavou (VD Štěchovice) byl 1.930 m³.s⁻¹. Retenční prostor na VD Orlík byl využit na maximum, hladina dne 3.6.2013 v 17.30 hod se nacházela 2 cm pod maximální hladinou retenčního prostoru. Sázava v profilu Nespeky kulminovala dne 3.6.2013 v 05.10 hod na hodnotě 515 m³.s⁻¹, Beroučka v profilu Beroun kulminovala dne 3.6.2013 v 22.30 hod na hodnotě 960 m³.s⁻¹. Kulminace na Vltavě v Praze v profilu Malá Chuchle proběhla dne 4.6.2013 v 04.50 hod na hodnotě 3.040 m³.s⁻¹.

Po kulminaci dolní Vltavy v Praze Malé Chuchli plnila kaskáda funkci, kdy jednak obnovovala volný prostor k zadržení vody a zároveň docházelo ke snižování průtoků na úseku Vltavy pod kaskádou s cílem snížit kulminaci dolního toku Labe.

V reakci na nepříznivou předpověď byl v období po kulminaci až do 11.6.2013 udržován vyšší odtok, aby se vytvořil prostor pro transformaci případných dalších zvýšených průtoků. Vytváření volného prostoru bylo v tomto případě možné rychleji, protože již byla provedena všechna protipovodňová opatření na dolním úseku Vltavy pod kaskádou a na Labi a prázdňení tak mohlo probíhat vyšším odtokem – povodňovými stavy. Tímto způsobem byl

před druhou vlnou povodně v nádržích Vltavské kaskády vytvořen volný objem o velikosti cca 215 mil. m³, což odpovídá celkovému objemu vodního díla Slapy. Je nutno dodat, že druhá vlna povodně se neuskutečnila.

Vltavská kaskáda měla pozitivní vliv v době nástupu povodně, při poskytnutí času pro realizaci protipovodňových opatření. Byla snížena kulminace průtoku na dolní Vltavě a poté mohl být odtok z kaskády snižován tak, aby byl snížen též kulminační průtok na dolním toku Labe.

Povodeň v červnu 2013 se vyznačovala především extrémně rychlým nástupem, kdy zasaženy byly zejména střední a níže položené vodní toky, vzestupy průtoků na měrných profilech tak nebylo možné pozorovat s předstihem na horních úsecích vodních toků. Zásadní význam z hlediska celkového přítoku do nádrží měl odtok z mezipovodí, kde byly na menších, jindy málo vodných tocích překročeny hodnoty průtoků odpovídající Q_{100} , např. Brzina v profilu Hrachov nebo Kocába ve Štěchovicích.

5. ZÁVĚR

Hospodaření s vodou v nádržích Vltavské kaskády je dáno více účely, které je nutné v průběhu roku zajistit. V běžném režimu, v období, kdy se průtoky ve vodních tocích pohybují v mezích dlouhodobých průměrů, je nutné udržovat v zásobním prostoru nádrží takové množství vody, které svým objemem zajistí zabezpečení průtoků v rozhodujících profilech a dodávky vody pro odběratele. Je nutné plnit zejména primární účel soustavy nádrží daný vodohospodářským řešením, tedy vytvářet dostatečné množství vody k nadlepšení průtoků v obdobích hydrologického sucha. Tento účel je ovšem v kontrastu s dalším účelem Vltavské kaskády – snížením povodňových průtoků a ochrana území pod nádržemi.

Zajistit prostřednictvím Vltavské kaskády v optimální míře ochranu před povodněmi v územích pod nádržemi je ovšem vždy dáno kvalitou hydrologické předpovědi a zejména odhadem kulminačního přítoku do nádrží, a to v dostatečném časovém předstihu tak, aby byl včas vytvořen volný objem v zásobních prostorech nádrží pro zachycení povodně. Vzhledem ke složitosti tohoto procesu není v dnešní době možno dosáhnout takových výsledků, které by byly použitelné pro delší časové období. Povodňová událost, která proběhla v červnu 2013 je toho důkazem, avšak lze konstatovat, že Vltavská kaskáda v tomto směru svůj účel splnila a byla využita optimálním způsobem, vzhledem k charakteru povodně v červnu 2013. Zůstává otázkou, zda by ochrana před povodněmi případně zvýšení celkového retenčního objemu nádrží Vltavské kaskády byla z pohledu celospolečenského přínosu významnější než ochrana před škodlivými účinky hydrologického sucha.

Úvahy o tom, jak velký odtok měl být v které fázi povodně, pokud se činí zpětně, když už je celý průběh znám, lze vést a vycházet z nich při úvahách o následném zvyšování efektivity povodňových opatření. Posuzovat rozhodnutí činěná při proběhlé povodni, by se však mělo pouze z perspektivy časového okamžiku, kdy byla rozhodnutí přijímána a na základě informací, dostupných v daném okamžiku.

SEZNAM LITERATURY

- [1] VODNÍ DÍLA – TECHNICKOBEZPEČNOSTNÍ DOHLED, a.s.: *Komplexní manipulační řád Vltavské kaskády*. 1997.

AUTOŘI

Ing. Tomáš Kendík

Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 8, 150 24 Praha 5 – Smíchov

e-mail: Tomas.Kendik@pvl.cz

Ing. Karel Březina

Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 8, 150 24 Praha 5 – Smíchov

e-mail: Karel.Brezina@pvl.cz