

## ZVYŠOVÁNÍ BEZPEČNOSTI VODNÍCH DĚL STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ VLTAVY, V SOULADU SE SOUČASNÝMI STANDARDY

### ENHANCING THE SAFETY OF DAMS OF THE STATE ENTERPRISE POVODÍ VLTAHY, ACCORDING TO CURRENT STANDARDS

*Jan Střeščík, Richard Kučera*

#### **Abstrakt:**

Zvyšování bezpečnosti přehrad je v dnešních dnech rozšířené téma nejen v České republice. Bez ohledu na skutečný technický stav vodních děl, řada z nich zestárla proto, že požadované standardy uplatňované v době jejich výstavby jsou již dnes překonané a nedostačující z hlediska bezpečnosti. Tam kde dříve bylo požadováno převést bezpečně stoletou vodu, vyžaduje dnešní legislativa převedení průtoků tisíciletých či desetitisíciletých. Změnily se hydrologické podklady, očekávané změny v klimatu dávají předpoklad další rozkolísanosti. Proměnou prošlo i osídlení a využití území podél vodních toků pod přehradami. Příspěvek popisuje aktivitu státního podniku Povodí Vltavy v této oblasti, od zpracování hydrologických studií a posudků bezpečnosti přehrad až po realizaci nutných opatření.

#### **Abstract:**

Nowadays, to enhance the safety of dams represents an extended topic, not only in the Czech Republic. Regardless of actual technical state of dams, many of them became old, because the required standards applied at the time they were built, are already obsolete and insufficient from the point of view of security. Where previously it was required to safely transform a hundred-year-flood, the current legislation requires to transform one-thousand-year or ten-thousand-year-floods. The hydrological fundamentals have changed, expected climate changes give the presumption of more volatility. The settlements and the use of land along water courses below dams underwent a transformation. This paper describes the activities of the State Enterprise Povodí Vltavy in this field, from the elaboration of hydrological studies and reviews on dams safety, until carrying out of necessary measures.

**Klíčová slova:** Povodí Vltavy, technickobezpečnostní dohled, posudky bezpečnosti, kontrolní povodňová vlna, mezní bezpečná hladina

## 1. ÚVOD

Vlastníci vodních děl mají v České republice podle zákona č. 254/2001 o vodách, mimo jiné, povinnost udržovat vodní díla v řádném stavu tak, aby nedocházelo k ohrožování bezpečnosti osob, majetku a jiných chráněných zájmů. Kromě odpovědnosti vlastníků vodních děl za škody způsobené eventuální havárií, mají i povinnost věnovat se v rámci technickobezpečnostního dohledu posuzování bezpečnosti vodních děl při povodni. Tato povinnost vychází z definice technickobezpečnostního dohledu v § 61 a z definice povinností vlastníků vodních děl v § 84 zákona č. 254/2001 o vodách. Výsledky přezkoumání bezpečnosti vodního díla při povodních jsou pak požadovány v rámci každé souhrnné etapové zprávy o technickobezpečnostním dohledu. Při současném trendu zvyšování bezpečnosti

vodních děl při průchodu extrémních povodní v souladu s doporučeními ICOLD logicky dochází k tomu, že některá vodní díla tomuto trendu nevyhovují.

Státní podnik Povodí Vltavy spravuje 32 přehrad I. až III. kategorie dle technickobezpečnostního dohledu (dle TBD). Ke každému vodnímu dílu, podle jeho zařazení do kategorie, je nutné vypracovat nebo v případě nutnosti aktualizovat posudek bezpečnosti při povodních v intervalu 5, 10 nebo 20 let. Posudky jsou zpracovávány podle normy ČSN (dříve TNV) 75 2935 – Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodni. Cílem posudků je prověřit, zda stav vodního díla, stav jeho bezpečnostních a výpustných zařízení z hlediska jejich parametrů, odpovídá současným zvýšeným nárokům na bezpečnost vodního díla.

## 2. HYDROLOGICKÉ PODKLADY

Východním podkladem pro zpracování posudků vodních děl při povodních jsou parametry kontrolní povodňové vlny. Norma pro posuzování vodních děl při povodni [1] pro jednotlivá vodní díla, podle jejich významu – kategorie dle TBD, určuje požadovanou míru bezpečnosti. To například znamená, že nejvýznamnější vodní díla I. kategorie dle TBD je nutné posoudit na průchod kontrolní povodňové vlny s dobou opakování 10 000 let. Vodní díla IV. kategorie dle TBD na průchod kontrolní povodňové vlny s dobou opakování 200 nebo 100 let podle pravděpodobnosti ztrát lidských životů. V odůvodněných případech, kdy škody vyvolané případnou havárií vodního díla postihnou pouze vlastníka, je podle výše zmíněné normy možné vodní dílo posuzovat na průchod kontrolní povodňové vlny s dobou opakování 20 let.

Parametry kontrolních povodňových vln jsou pro potřeby státního podniku Povodí Vltavy objednávány u Českého hydrometeorologického ústavu. Pro jednotlivá vodní díla jsou vypracovány studie, ve kterých je posouzeno pro danou lokalitu sezónní rozložení průtoků. Parametry kontrolních povodňových vln jsou obvykle v těchto studiích odvozovány variantním způsobem. Jednak statistickou metodou s pravděpodobnostním vyjádřením jednotlivých charakteristik povodně a dále deterministickým přístupem, který je založen na určení tvaru povodňové vlny na základě velikosti a prostorového rozložení návrhové srážky. Pro vodní díla Vltavské kaskády byly ještě parametry kontrolních povodňových vln ověřeny některými zahraničními přístupy v tomto oboru.

Vzhledem k požadované zvýšené bezpečnosti vodních děl při povodních dochází u některých vodních děl k významnému navýšení parametrů kontrolních povodňových vln. Příkladem může být vodní dílo Vltavské kaskády Orlík, které bylo v padesátých letech minulého století navrženo a posouzeno na tisíciletou povodeň s hodnotou kulminačního průtoku 3 150 m<sup>3</sup>/s, nyní jsou zde připravována opatření, která umožní bezpečné převedení desetitisícileté povodně s hodnotou kulminačního průtoku 5 300 m<sup>3</sup>/s.

## 3. ZPRACOVÁNÍ POSUDKŮ BEZPEČNOSTI VODNÍCH DĚL PŘI POVODNI

V rámci posudku bezpečnosti vodního díla při povodni je pro jednotlivá vodní díla stanovena mezní bezpečná hladina (MBH). MBH je stanovena pro konkrétní typ vodní díla jako nejvyšší hladina v nádrži, při které je ještě zaručena bezpečnost hráze vodního díla. Nejedná se tedy o hladinu, při které nenastanou na vodním díle žádné škody, obecně lze při této hladině připustit škody na vodním díle, které bezprostředně neohrožují stabilitu jeho vzdouvacího prvku. Mimo typu a konstrukčního uspořádání vzdouvacího prvku mají na úroveň MBH také vliv zkušenosti z dosavadního provozu a technickobezpečnostního dohledu a případně i výška výběhu větrových vln. Dalším krokem při zpracování posudku je určení kontrolní maximální

hladiny (KMH). KMH je určena transformací kontrolní povodňové vlny v nádrži posuzovaného vodního díla, případně, u vodních děl se zanedbatelným retenčním účinkem, odečtením ze souhrnné konzumpční křivky bezpečnostních a výpustných zařízení. Výsledkem posudku je potom porovnání vztahu mezi MBH a KMH. Obecně se vodní dílo pokládá za bezpečné, pokud je MBH vyšší než KMH.

Státní podnik Povodí Vltavy zajišťuje zpracování posudků postupně, podle významu a typu vodních děl, přednostně se zpracovávají posudky na vodních dílech se sypanou hrází, které jsou náchylnější na poškození při přelítí hráze. V současné době byly vypracovány posudky pro 27 vodních děl. U deseti vodních děl měly díky nedostatečné kapacitě bezpečnostních a výpustných zařízení tyto posudky negativní výsledek.

#### 4. REALIZACE NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Nápravná opatření pro zabezpečení vodních děl při povodních byla již realizována na sedmi vodních dílech s nevyhovujícím posudkem. Jednalo se například o vodní dílo Římov (v současné době vodní dílo I. kategorie dle TBD), kde nápravná opatření spočívala především ve vybudování nového vlnolamu propojeného s vnitřním těsnícím prvkem kamenité hráze. Dále v navýšení části zdi skluzu od bezpečnostního přelivu a prodloužení rozdělovacích pilířů jednotlivých polí bezpečnostního přelivu (viz obr. 1). Realizací těchto opatření byla, v tomto případě za poměrně nízké finanční náklady, zvýšena kapacita bezpečnostních zařízení tak, že vodní dílo bezpečně převede kontrolní povodňovou vlnu s kulminačním průtokem  $900 \text{ m}^3/\text{s}$ , přičemž toto vodní dílo bylo navrženo v 70 letech minulého století na průchod kontrolní povodňové vlny s kulminačním průtokem  $430 \text{ m}^3/\text{s}$ . Této hodnoty průtoku bylo dosaženo při povodni v roce 2002 a kapacita skluzu se ukázala i v reálném případě na mezní hranici – boční zeď byla již místy přelévána.



Obr. 1 VD Římov - navýšení části zdi skluzu od bezpečnostního přelivu a prodloužení rozdělovacích pilířů jednotlivých polí bezpečnostního přelivu



Dalším vodním dílem s nevyhovujícím posudkem bezpečnosti, kde již byla realizována nápravná opatření, je vodní dílo Zászkalská (vodní dílo II. Kategorie dle TBD). Zde podobně jako u vodního díla Římov spočívala nápravná opatření ve vybudování nového vlnolamu propojeného s těsnícím prvkem zemní hráze. Dále v rozšíření spadiště bezpečnostního přelivu a v rozšíření navazujícího skluzu od bezpečnostního přelivu. Realizací těchto opatření byla, zvýšena kapacita bezpečnostních zařízení tak, že vodní dílo bezpečně převede kontrolní povodňovou vlnu s kulminačním průtokem  $118 \text{ m}^3/\text{s}$ , přičemž toto vodní dílo v původním stavu bylo schopné při mezní bezpečné hladině převést pouze  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  (cca  $Q_{100}$ ).



Obr. 2 VD Zászkalská – před a po realizaci nápravných opatření

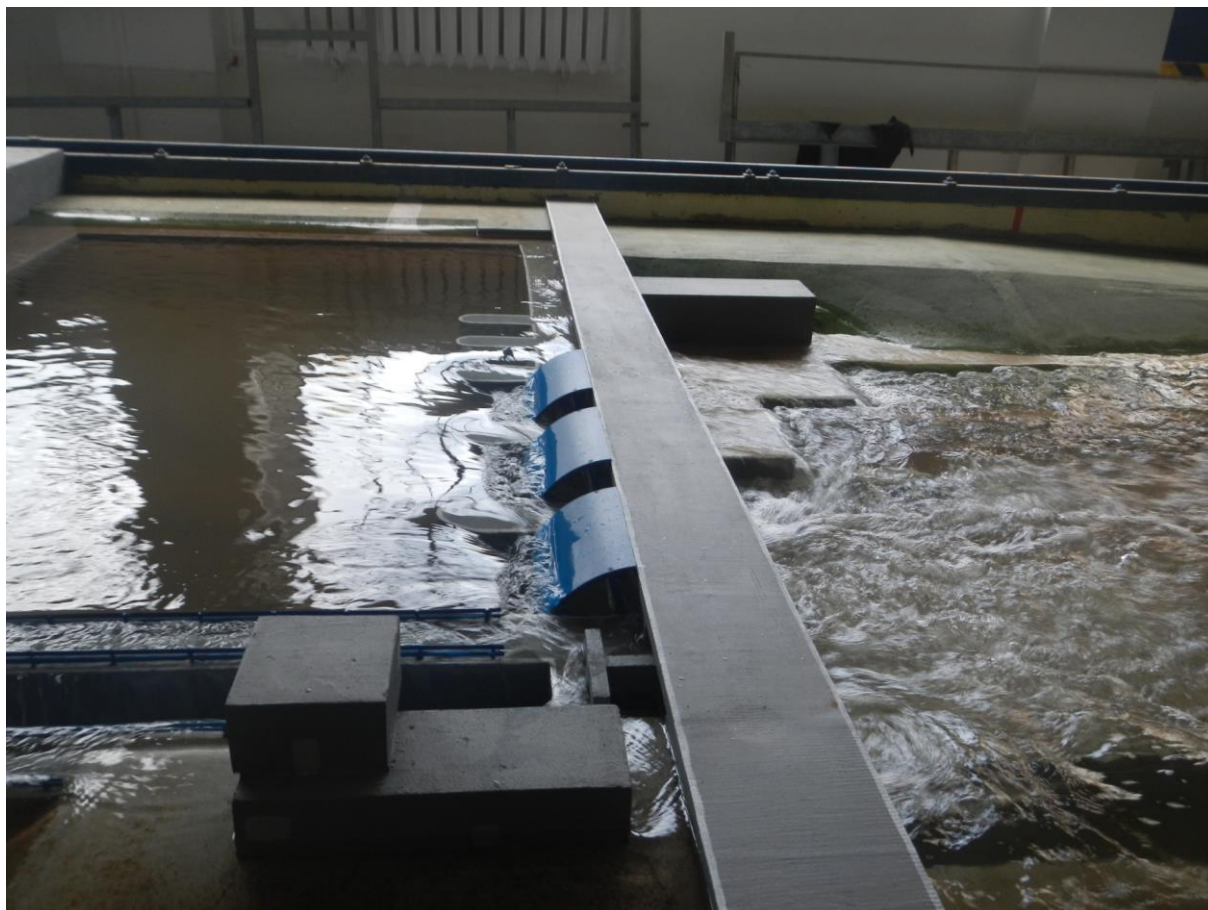
Dalšími vodními díly, na která po realizaci nápravných opatření již splňují současné standardy na bezpečnost, jsou například vodní díla Lipno II (II. kategorie dle TBD), Pilská v Brdech (II. kategorie dle TBD), Pilská u Žďáru nad Sázavou (III. kategorie dle TBD), Suchomasty (III. kategorie dle TBD) a Dráteník (III. kategorie dle TBD). Dále se v současné době připravují, případně prověřují, navrhnutá nápravná opatření na vodních dílech Orlik (I. kategorie dle TBD), Hněvkovice (I. kategorie dle TBD) a Klabava (III. kategorie dle TBD). Na některých z uvedených vodních děl stačilo realizovat pouze méně rozsáhlá, a tedy i nákladná opatření, spočívající v navýšení vlnolamů, bočních zdí nebo zabezpečení podhrází proti zpětné erozi. A to bez zásahu do kapacity přelivů a skluzů. Jinde bylo přistoupeno k variantě zkapacitnění skluzu v kombinaci s přírodní bermou pro převedení extrémní povodně, jednalo se o vodní dílo Suchomasty, kterému je ve sborníku věnován samostatný příspěvek.



Obr. 3 VD Suchomasty – zkapacitnění skluzu v kombinaci s přírodní bermou

## 5. ZÁVĚR

Tento příspěvek obecně popisuje aktivitu státního podniku Povodí Vltavy v oblasti zvyšování bezpečnosti vodních děl od zpracování hydrologických studií a posudků bezpečnosti vodních děl až po realizaci nutných opatření. O přípravě a realizaci nápravných opatření na některých výše zmíněných vodních dílech mají v tomto sborníku podrobnější příspěvky naši kolegové ze státního podniku Povodí Vltavy. Všechny činnosti spojené se zvyšováním bezpečnosti vodních děl při povodních jsou v tomto příspěvku popsány jen obecně. Podle charakteru navrhovaných nápravných opatření jsou přípravné práce na jejich realizaci doplňovány dalšími činnostmi, jako jsou podrobné výpočty stability hráze, v některých případech je pro ověření konzumpčních křivek bezpečnostních přelivů nepostradatelný hydraulický výzkum na fyzikálním modelu vodního díla. Na těchto model je v některých případech nutné ověřit nejen kapacitu současných bezpečnostních zařízení a dalších případně přeléváných konstrukcí vodního díla (zdi přilehlých plavebních komor, otvorů, kterými může proudit voda při přelítí hydrotechnických korun hrází apod.), ale je nutné také i ověřit funkci projektem navržených nápravných opatření. Zde se jedná například o ověření dostatečného navýšení zdí skluzů převádějící povodňové průtoky od bezpečnostních přelivů, ověření umístění usměrňovacích prvků k odstranění nebo snížení nepříznivých jevů spojených s příčným prouděním na skluzech a podobně.



Obr. 4 VD Hněvkovice – fyzikální model v měřítku 1:50

Výsledky hydraulického výzkumu na fyzikálním modelu mohou někdy poukázat i na předimenzování některých bezpečnostních zařízení a případně tak následně snížit finanční prostředky na jejich realizaci. Zde je ale nutné poznamenat, že není účelné dimenzovat tato zařízení přesně na kontrolní povodňovou vlnu, naopak je dobré uvažovat s bezpečnostní

rezervou, na jejíž velikosti by se měli shodnout zástupci vlastníka vodního díla, projektant a zástupců organizace provádějící technickobezpečnostní dohled. Rezervu v kapacitě bezpečnostních zařízení je dobré zachovat i s ohledem na odbornou veřejnost a médii zmiňovanou klimatickou změnu. V rámci přípravy nápravných opatření je dobré prověřit více možných řešení. Vzhledem k tomu, že na některých vodních dílech je nutné po 50 letech jejich provozu realizovat opatření, která umožní bezpečné převedení povodňových vln i s dvojnásobným kulminačním průtokem než na který byla navrhována, není zcela vyloučené, že na zabezpečení vodních děl mohou být v dohledné době využity i méně výhodné varianty, ať už z hlediska situačního umístění nebo z hlediska finančních nákladů na jejich realizaci.

## SEZNAM LITERATURY

[1] ČSN 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních

## AUTOŘI

Ing. Jan Střeštík  
Povodí Vltavy, státní podnik  
Holečkova 8  
150 24 Praha 5  
e-mail: [jan.strestik@pvl.cz](mailto:jan.strestik@pvl.cz)

Ing. Richard Kučera  
Povodí Vltavy, státní podnik  
Holečkova 8  
150 24 Praha 5  
e-mail: [richard.kucera@pvl.cz](mailto:richard.kucera@pvl.cz)