

VD KLABAVA – ZABEZPEČENÍ VD PŘED ÚČINKY EXTRÉMNÍCH POVODNÍ A MOŽNOSTI EFEKTIVNĚJŠÍHO VYUŽÍVÁNÍ DISPONIBILNÍHO RETENČNÍHO PROSTORU NÁDRŽE

VD KLABAVA – PROTECTION THE DAM BEFORE EXTREME FLOODS IMPACT AND EVENTUALITIES HOW TO USE THE RETENTION VOLUME OF THE RESERVOIR MORE EFFICIENT

Karel Zelenka, Petr Vicenda

Abstrakt:

Vodní dílo Klabava bylo v průběhu posledních 12 let vystaveno účinku několika extrémních povodní. Z posudku bezpečnosti vodního díla Klabava při povodni, který v roce 2005 zpracovala organizace VODNÍ DÍLA – TBD a.s., vyplynulo, že VD Klabava nevyhovuje současným požadavkům bezpečnosti při povodních.

Projekt „VD Klabava – zabezpečení VD před účinky velkých vod“ na zvýšení bezpečnosti VD Klabava při povodních, vypracovaný společností Sweco Hydroprojekt a.s., sestává z rozšíření bezpečnostního přelivu, úpravy skluzu a vývaru a výstavby vlnolamu na koruně hráze. Projekt byl v roce 2010 ověřen na hydraulickém modelu v měřítku 1:30. Hydrotechnický výzkum vodního díla Klabava probíhal na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Studie na zvýšení ovladatelné retenční kapacity nádrže vychází z předpokladu, že původní část bezpečnostního přelivu bude hrazena pohyblivým hradícím zařízením. Díky tomu by mohl být pro zlepšení transformace povodňových vln ovladatelně využíván oproti stávajícímu stavu další prostor o objemu přes 3 mil. m³. Významně vyšších transformačních účinků lze touto úpravou dosáhnout u povodňových vln s teoretickou dobou opakování až do 20 let nebo objemu do cca 15 mil. m³ vody.

Abstract:

The dam Klabava was exposed to a several extreme floods during the last 12 years. The risk analysis performed by VODNÍ DÍLA – TBD a.s. main result is the dam VD Klabava doesn't comply with the present flood safety standards.

The project “VD Klabava – protection the dam before extreme floods impact” raises the safety of the dam Klabava during the flood. It was designed by organization Sweco Hydroprojekt a.s., and it consists of the spillway extension, chute and stilling pool modification and building up the new bulwark. The design was verified by a hydraulic model in scale 1:30 in 2010. The hydraulic research of the dam Klabava was made by Faculty of Civil Engineering at the Czech Technical University in Prague.

The study of the controlled reservoir retentive volume is based on the presumption that the overflow will be partly gated by a movable structure. It means that another volume up to 3 million m³ could be used for the better flood transformation compared to the present state. Significantly better transformation will be applied to the flood that theoretically comes once in 20 years or which has volume up to about 15 millions m³ water.

Klíčová slova: Klabava, bezpečnost, retence, transformace

1. ÚVOD

Vodní dílo Klabava leží na stejnojmenném vodním toku v západní polovině Čech, v Plzeňském kraji asi 10 kilometrů východně od Plzně. Vodní tok Klabava pramení v Brdech v nadmořské výšce cca 760 m n.m. Hráz vodního díla leží na dolní části toku, plocha povodí k hrázi činí 329,87 km². Základní parametry vodního díla, účely a předpisy pro manipulace jsou shrnuty v manipulačním řádu [1].

Původním účelem VD Klabava bylo chránit, v kombinaci s objektem obtokových tunelů, povrchový lom Ejpvovice před zatopením. Přes prostor lomu, původní přirozenou trasu koryta Klabavy, ani při velkých povodních neměla voda vůbec téci, aby mohla i za povodní pokračovat plynule těžba. Návrh soustavy a opatření byl proveden tak, aby povodňové průtoky, částečně transformované nádrží VD Klabava, bylo následně možno provést mimo prostor lomu pomocí dvou profilů obtokových tunelů. Kapacita tunelů byla 140 m³.s⁻¹ v beztlakovém režimu a až 210 m³.s⁻¹ v tlakovém režimu. Teoreticky měla soustava provést okolo lomu, dle tehdejších hydrologických údajů, tlakově i transformovanou povodňovou vlnu s kulminací Q₁₀₀₀ a beztlakově Q₁₀₀. V roce 1972 byla těžba v lomu Ejpvovice definitivně ukončena a soustava VD Klabava - tunely tak přestala plnit svůj původní účel. Lom byl postupně zatopen a koryto Klabavy bylo navráceno do přibližně původní trasy. Na základě pozdějších historických zkušeností (povodně 1980, 1981, 1995, 2002 a 2006) je nutné konstatovat, že soustava byla navržena tak, že by skutečně dokázala prostor lomu ochránit. Pouze při katastrofální povodni v srpnu 2002 by kapacita tunelů nepostačovala, tato povodeň však výrazně překročila návrhové parametry soustavy.

Mezi hlavní účely vodního díla Klabava v současné době patří zajištění minimálního asanačního průtoku o hodnotě 0,39 m³.s⁻¹ (Q_{330d}) v profilu pod hrázi, částečné snížení velkých vod vymezeným neovladatelným retenčním prostorem, individuální rekreace a sportovní rybolov. Vzhledem k poměrně malému zásobnímu prostoru nádrže, který činí 0,492 mil. m³, může být v případě mimořádného sucha asanační průtok v profilu pod hrázi VD zajišťován pouze po dobu několika málo týdnů. Stávající transformační možnosti nádrže jsou také velmi omezené. Vlivem nižší kvality povrchové vody v nádrži není rekreace téměř možná. Ze současných hlavních účelů, které vodní dílo Klabava spolehlivě zajišťuje, je tak pouze možnost sportovního rybolovu. Výhledově se na VD Klabava uvažuje o instalaci malé vodní elektrárny.

Hráz vodního díla je přímá zeminí sypaná, se šikmým těsnícím jílovým jádrem na návodní straně, s maximální výškou nad terénem 12,60 m. Vodní dílo je podle významu a potenciálního rizika ohrožení území pod vodním dílem zařazeno z pohledu technickobezpečnostního dohledu do III. kategorie. Požadovaná míra ochrany, vyjádřená teoretickou dobou opakování kontrolní povodňové vlny, je N=1000 let.

V průběhu posledních 12 let bylo těleso hráze vystaveno účinkům několika extrémních povodní (08/2002 a 05/2006). Povodeň v srpnu 2002 pak svými parametry překročila návrhovou kapacitu bezpečnostního přelivu (Q₁₀₀). Z posudku bezpečnosti vodního díla při povodních [2], který vypracovala společnost VODNÍ DÍLA – TBD a.s., vyplynulo, že vodní dílo Klabava nevyhovuje požadavkům bezpečnosti při povodních ve smyslu TNV 75 2935 – Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních. Kontrolní maximální hladina při teoretické kontrolní povodni PV₁₀₀₀ (KPV) překračuje stanovenou mezní bezpečnou hladinu (MBH) i kótu koruny hráze. K přelévání koruny hráze by však díky stávajícího vlnolamu nedocházelo, ten však není na tento stav staticky navržen. Nápravná opatření byla zpracována v projektové dokumentaci „VD Klabava – Zabezpečení vodního díla před účinky velkých vod“ [3] a spočívají zejména v rozšíření bezpečnostního přelivu o jedno přelivné pole,

rozšíření spadiště a skluzu, navýšení bočních zdí skluzu a výstavbě nového vlnolamu na koruně hráze, který bude propojen s těsnícím jádrem tělesa hráze. Těmito opatřeními dojde ke zvětšení kapacity bezpečnostního přelivu a skluzu a možnosti zvýšení kóty mezní bezpečné hladiny. Následně bude vodní dílo Klabava vyhovovat požadavkům bezpečnosti při povodních. Návrh zkapacitnění bezpečnostního přelivu dle projektu na zabezpečení vodního díla Klabava při povodních [3] byl v roce 2010 ověřen na ČVUT v Praze hydrotechnickým výzkumem [4].

2. STÁVAJÍCÍ MOŽNOSTI TRANSFORMACE POVODŇOVÝCH VLN

Vymezený zásobní prostor nádrže je vzhledem k ploše povodí a objemu teoretických povodňových vln velmi malý, a to pouze 0,492 mil. m³. Pro srovnání je objem teoretické povodňové vlny s teoretickou dobou opakování $N=5$ let (PV_5) celých 8,05 mil. m³ vody. Nad hodnotu dlouhodobého průměrného průtoku (Q_a) se pak jedná o objem povodně 7,46 mil. m³. Míra transformace povodňové vlny v nádrži VD Klabava je tedy při povodňových epizodách s vyšší četností opakování, i v případě operativního předvypuštění zásobního prostoru, závislá především na využití retenčního prostoru. V současné době nelze retenční prostor ovladatelně využívat. Neovladatelný retenční prostor, který je vymezen mezi kótami 345,70 m n.m. a 351,10 m n.m., má objem 4,472 mil. m³.

Stávající bezpečnostní přeliv vodního díla Klabava se skládá z pevného přelivného tělesa o výšce 4,40 m, které je středovým pilířem rozděleno na dvě pole po 15 m, s kótou přelivné hrany 350,10 m n.m. Celková délka přelivné hrany je 30 m. V dolní části přelivného bloku je 6 otvorů o rozměrech 2,76 x 1,50 m. Úroveň vtoku do otvorů je na kótě 345,70 m n.m. Boční i horní stěny otvorů na vtoku i na výtoku jsou hydraulicky zaobleny. Okna jsou od sebe oddělena pilíři šířky 2,0 m. Návodní líc přelivu je svislý, vzdušný líc je proveden jako tlaková přelivná plocha dle křivky akademika J. Smetany pro přepadovou výšku paprsku $h=1,0$ m. Kapacita otvorů při hladině 350,10 m n.m. je 164 m³.s⁻¹, celková kapacita bezpečnostního přelivu při hladině 351,10 m n.m. (MBH) je 249 m³.s⁻¹. Na těleso bezpečnostního přelivu navazuje spadiště, skluz, vývar a odpadní koryto.

Obr. 1: Skluz VD Klabava v srpnu 2002.



Obr. 2: Skluz VD Klabava (05/2007).



3. ZVÝŠENÍ TRANSFORMAČNÍCH MOŽNOSTÍ NÁDRŽE

Stávající transformační možnosti nádrže vodního díla Klabava jsou velmi omezené. Retenční prostor je pouze neovladatelný a nelze jej při povodních efektivně využívat. Možnosti zvýšení transformačních možností nádrže byly posuzovány ve studii „VD Klabava – posouzení transformačních možností nádrže VD Klabava v kombinaci s hrazeným bezpečnostním přelivem a jejich vliv na Berounku“ [5]. V rámci studie byly testovány transformace vybraných teoretických a empirických povodňových vln při různých variantách manipulací v průběhu povodní. U všech variant bylo již uvažováno s úpravami bezpečnostního přelivu zajišťující bezpečnost vodního díla před účinky velkých vod tak, jak byly navrženy v projektu [3], které spočívají zejména v rozšíření bezpečnostního přelivu o jedno pole šířky 15 m s přelivnou hranou na kótě 350,07 m n.m., a tím zvýšení celkové kapacity bezpečnostního přelivu. Aby bylo možné ovladatelně využívat retenční prostor nádrže, byl zaveden předpoklad instalace nezávislých hradicích zařízení stávajících šesti oken v přelivném bloku. Dále byl pro potřeby studie [5] uvažován neškodný průtok v profilu pod vodním dílem o hodnotě $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Stávající stanovený neškodný odtok o hodnotě $35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ již plně neodpovídá současnému stavu koryta v dolní části toku, kde byla v uplynulých letech realizována některá protipovodňová opatření (Ochranná hráz Dýšina – Nová Hut’).

3.1. Testované povodňové vlny

V rámci studie [5] byly posuzovány transformační možnosti nádrže vodního díla Klabava pro tři teoretické povodňové vlny, kontrolní povodňovou vlnu (PV_{1000}) a čtyři empirické povodně. V případě skutečných povodňových vln se jednalo o dvě extrémní situace z let 2002 a 2006, dále pak o významnou epizodu z června 2013 a v neposlední řadě o povodňovou vlnu z června 1995, jejíž průběh je pro povodí Klabavy typický, tedy štíhlá vlna s rychlým průběhem a vysokým kulminačním průtokem. Základní parametry testovaných vln jsou uvedeny v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1: Základní parametry testovaných povodňových vln.

Povodňová vlna	TPV 5	TPV 20	TPV 100	TPV 1000	EPV 06/1995	EPV 08/2002	EPV 05/2006	EPV 06/2013
Kulminační přítok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	68,9	132	233	459	186	293	277	131
Objem vlny nad Q_a (mil. m^3)	7,46	13,48	23,85	40,97	8,38	39,07	24,60	38,41

3.2. Variantní řešení manipulací za povodně

Instalace hradicích zařízení na okna v tělese bezpečnostního přelivu, která je uvažována v rámci studie [5], dává možnost efektivněji využívat retenční prostor nádrže. Pro jednotlivé povodňové vlny byly testovány transformace při dvou odlišných způsobech manipulace s hrazením oken přelivu a také ve variantě bez využití hradicích zařízení. Pro účely simulace průběhu povodňových vln nádrží a stanovení transformačních efektů nádrže vodního díla Klabava byl sestaven jednoduchý bilanční výpočetní nástroj. Charakteristiky nádrže a konzumční křivky spodních výpustí byly převzaty z manipulačního řádu [1], konzumční křivka bezpečnostního přelivu byla převzata z hydrotechnického výzkumu [4]. Konzumční křivka bezpečnostního přelivu při zahrazených oknech byla stanovena základními hydrotechnickými výpočty [6].

Ve variantě A nebylo hrazením manipulováno, okna přelivu po celou dobu plně průtočná, a výsledky simulace tak odpovídají stavu po provedení nápravných opatření pro zajištění bezpečnosti vodního díla při povodni [3]. Při nástupu povodně tak byly po dosažení odtoku $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ postupně uzavírány spodní výpusti až do úplného uzavření. Po jejich uzavření je voda převáděna již pouze nehrazeným bezpečnostním přelivem a nastává neovladatelný odtok z nádrže.

Varianta B simuluje manipulace s hrazením oken přelivu za účelem maximálního oddálení okamžiku překročení neškodného odtoku z vodního díla. Po dosažení neškodného odtoku v hodnotě $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ jsou postupně přivírány spodní výpusti a následně i hradící uzávěry oken přelivu. K neovladatelnému odtoku dochází až v momentě úplného uzavření spodních výpustí i všech oken v přelivném tělese. Z důvodu bezpečnosti hráze, aby nedošlo při extrémních povodních k překročení úrovně nově navrhované mezní bezpečné hladiny, muselo být při simulacích přistoupeno u některých povodňových vln (PV₁₀₀, PV₁₀₀₀, EPV 08/2002, EPV 05/2006) k opětovnému částečnému otevření oken přelivu, aby hladina v nádrži nepřekročila v kulminaci MBH. Tato manipulace má za následek částečné zhoršení situace. U těchto povodňových vln je tedy efekt oddálení překročení neškodného odtoku vykoupen vyšším kulminačním odtokem z vodního díla.

Varianta C taktéž využívá hrazení oken bezpečnostního přelivu, ale se snahou o dosažení co nejvyššího transformačního účinku, a tedy maximální snížení kulminačního odtoku. Neškodný odtok je na nástupní větvi povodňové vlny udržován jen přivíráním spodních výpustí až do jejich úplného uzavření. Hradící zařízení oken přelivu jsou otevřena. K jejich přivírání dochází až v okamžiku, kdy lze zajistit udržení stávajícího průtoku po celou zbývající dobu trvání povodně. Toto je v praxi jen velmi obtížně realizovatelné z důvodu nejistoty přesné předpovědi budoucího vývoje situace (výsledných parametrů povodňové vlny) v tomto hydrologicky komplikovaném povodí. Výsledky této varianty představují maximálně teoreticky dosažitelný efekt transformace povodňové vlny při realizaci hrazení oken přelivu, využití disponibilního retenčního prostoru nádrže a daném průběhu manipulací s technologickým zařízením vodního díla.

Výsledky simulací pro jednotlivé testované povodňové vlny a uvažované varianty manipulací jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

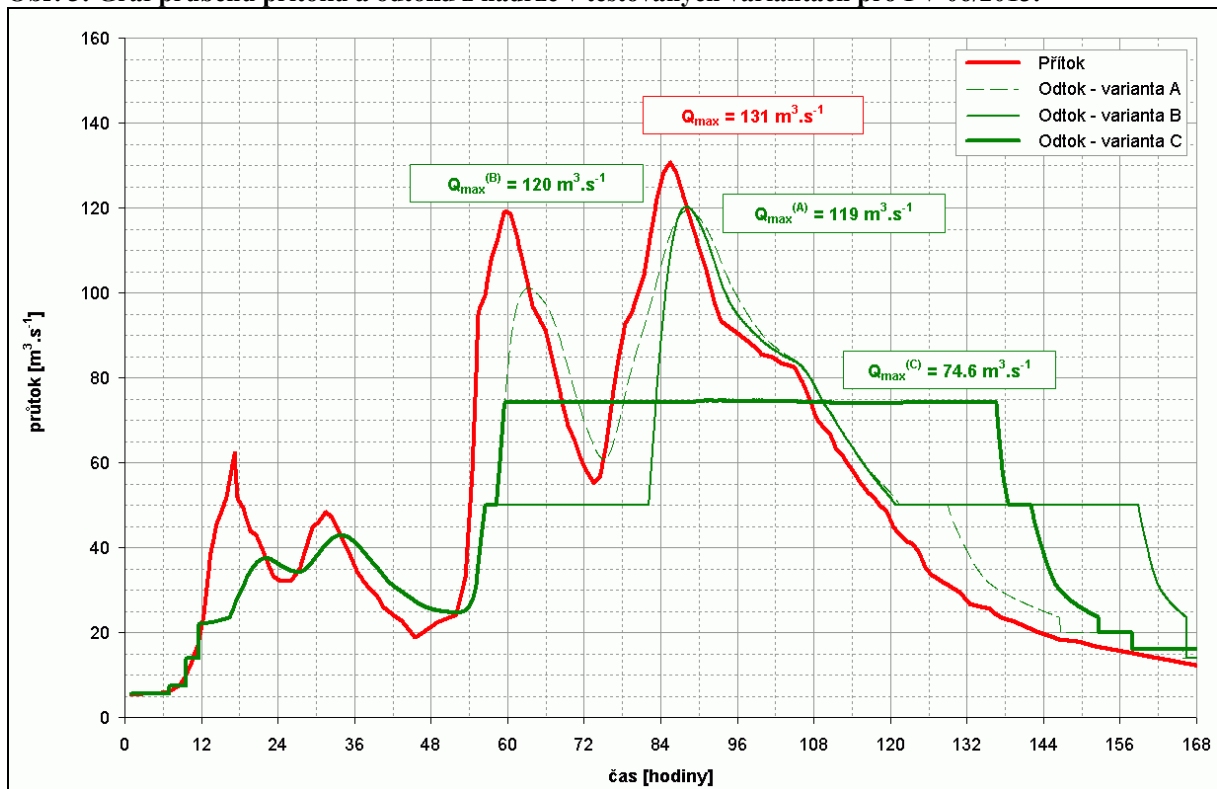
Tab. 2: Výsledky simulací pro všechny testované varianty.

Var.	Povodňová vlna	TPV 5	TPV 20	TPV 100	TPV 1000	EPV 06/1995	EPV 08/2002	EPV 05/2006	EPV 06/2013
A	Kulminační odtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	59,6	125	211	435	74,2	234	202	119
	Kulminační hladina (m n.m.)	347,44	348,41	350,32	352,05	347,63	350,70	350,14	348,30
B	Kulminační odtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	50,0	100	227	446	50,0	255	217	120
	Kulminační hladina (m n.m.)	347,70	351,09	351,73	352,11	348,27	351,85	351,69	351,20
C	Kulminační odtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	50,0	70,8	166	421	50,0	190	119	74,6
	Kulminační hladina (m n.m.)	347,70	350,89	351,44	352,11	348,27	351,55	351,17	350,88

Z výše uvedeného vyplývá, že nejvyšší míry transformace povodňových vln v nádrži vodního díla Klabava lze dosáhnout při využití hrzení oken v tělese bezpečnostního přelivu dle varianty C. Aplikace tohoto scénáře manipulací se však z pohledu dispečerské praxe jeví z výše uvedených důvodů jako komplikovaná (nejistota predikace přesných parametrů povodňových vln v povodí Klabavy). Uvedené výsledky varianty C představují maximální teoreticky možný efekt snížení kulminačního odtoku z nádrže VD Klabava, a to díky teoretické znalosti budoucího vývoje testovaných povodňových vln a ideálního načasování manipulací. Při operativním řízení manipulací v průběhu samotné povodně budou dosažené transformační efekty nižší, tzn. bude dosaženo vyššího kulminačního odtoku i hladiny vody v nádrži, a budou se více či méně přibližovat výsledným efektům varianty B nebo C dle toho, jak budou manipulace vhodně zvoleny a načasovány, což skrývá nemalé potenciální riziko. Po odeznění povodňových stavů bude totiž možné téměř vždy nalézt rezervy ve využití retenčního prostoru nádrže, což může vést k hromadění žalob a soudních sporů o náhradu škod způsobených při povodni.

Průběhy přítoku a odtoků ve všech testovaných variantách manipulací pro povodňovou vlnu z června 2013 jsou znázorněny na obrázku (Obr. 3).

Obr. 3: Graf průběhu přítoku a odtoku z nádrže v testovaných variantách pro PV 06/2013.



3.3. Ovlivnění odtokových poměrů v Rokycanech

Možnosti hrzení oken přelivu přinášejí kromě efektu oddálení okamžiku překročení neškodného odtoku z vodního díla nebo výrazného snížení kulminačního průtoku v profilu pod hrází, případně kombinace obojího, i negativa spojená s řízeným zvyšováním hladiny vody v nádrži nad stávající maximální retenční hladinu. Vlivem manipulací s hradicím zařízením by docházelo k řízenému zaplavování pozemků v zátopové oblasti, přičemž některé tyto pozemky nejsou ve vlastnictví státu, resp. ve správě státního podniku Povodí Vltavy. Vyšší hladina v nádrži při povodni by pak mohla negativně ovlivňovat i průběh povodně

v samotných Rokycanech. Posouzení vlivů na odtokové poměry v Rokycanech by tak nemělo být opomenuto v některé z následujících fází studie proveditelnosti.

3.4. Dílčí opatření v povodí Klabavy

Efektivní využívání disponibilního retenčního prostoru nádrže vodního díla Klabava není zdaleka jediným možným protipovodňovým opatřením v povodí Klabavy. Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod [7] v sobě zahrnuje lokalitu Amerika na horním toku Klabavy, jejíž potenciální objem až 30,9 mil. m³ by umožnil řešit jak vodárenské potřeby, tak i protipovodňovou ochranu. O dalších možných retenčních objemech na Klabavě pojednává například práce „Zhodnocení možností ovlivnění průběhu povodní na Berounce. Návrh retenčního objemu na Klabavě“ [8]. Jistý potenciál z pohledu povodňové ochrany může poskytnout i prostor bývalého zatopeného povrchového lomu Ejpovice, který se nachází asi 2 km pod hrází vodního díla Klabava.

4. ZÁVĚR

Vodní dílo Klabava v současné době nespĺňuje požadavky bezpečnosti při povodni [2]. Nápravná opatření jsou zahrnuta do projektové dokumentace na zabezpečení vodního díla před účinky velkých vod [3]. Transformační možnosti nádrže VD Klabava posuzuje nedávná studie [5]. Relativně jednoduchým koncepčním řešením, které spočívá v hrazení oken v tělese stávajícího bezpečnostního přelivu, lze efektivně využívat disponibilní retenční prostor nádrže. Při manipulacích za účelem maximálního oddálení okamžiku překročení neškodného odtoku ($Q_{neš}$) z vodního díla však může docházet u povodňových vln s nižší četností výskytu (PV_{50} , PV_{100}) ke zhoršení situace pod vodním dílem z důvodu opětovného otevírání hrazení a navyšování odtoku pro zajištění bezpečnosti vodního díla, aby nedošlo k překročení mezní bezpečné hladiny. Pod vodním dílem navíc dochází při překročení $Q_{neš}$ ke zvýšení strmosti nástupní větve povodňové vlny. Při snaze maximálního snížení kulminačního průtoku v profilu pod vodním dílem lze teoreticky vhodnou manipulací s hrazením dosáhnout dobrých výsledků. Ty jsou však závislé na správném načasování vycházejícím ze znalosti budoucího vývoje povodně, což lze v praxi jen obtížně uplatnit (nejistota predikce přesných parametrů vlny). V praxi by se pak dosažené výsledky více či méně přibližovali efektům dříve uvedeného způsobu manipulace s cílem oddálení okamžiku překročení $Q_{neš}$. V povodí Klabavy se nachází ještě další profily vhodné k realizaci opatření zvyšujícím ochranu území před povodněmi, jakými jsou např. lokalita Amerika [7], prostor zatopeného povrchového lomu Ejpovice [8], nebo několik menších nádrží (poldrů) na přítocích Klabavy. Všechna výše uvedená protipovodňová opatření a jejich parametry by mohly významnou měrou pomoci protipovodňové ochraně území na dolním toku Klabavy, částečně pak i středním a dolním toku Berounky.

SEZNAM LITERATURY

- [1] VICENDA P., BLÁHA J.: *Manipulační řád pro vodní dílo Klabava na Klabavě*. Povodí Vltavy, státní podnik, závod Berounka, oblastní vodohospodářský dispečink. 2008. Plzeň.
- [2] PLECITÝ S., SMRŽ P.: *VD Klabava – Posudek bezpečnosti při povodních*. VODNÍ DÍLA – TBD a.s. 2005. Praha.

- [3] TUČEK H. A KOL.: *VD Klabava – Zabezpečení vodního díla před účinky velkých vod. Souhrnná technická zpráva. Dokumentace pro stavební povolení.* Sweco Hydroprojekt a.s. 2012. Praha.
- [4] SATRAPA L. A KOL.: *Hydrotechnický výzkum VD Klabava – Modelový výzkum pro ověření kapacity bezpečnostního přelivu, skluzu a popis proudění vody ve skluzu, ve vývaru a odpadním korytě. Zpráva o provedeném výzkumu.* České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydrotechniky. 2010. Praha.
- [5] ZELENKA K.: *VD Klabava - posouzení transformačních možností nádrže VD Klabava v kombinaci s hrazeným bezpečnostním přelivem a jejich vliv na Berounku.* Povodí Vltavy, státní podnik, závod Berounka, oblastní vodohospodářský dispečink. 2014. Plzeň.
- [6] ČIHÁK F., MEDŘICKÝ V.: *Hydrotechnické stavby 20 – Navrhování jezů.* České vysoké učení technické v Praze. 2001. Praha.
- [7] *Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území.* Ministerstvo zemědělství České republiky, Ministerstvo životního prostředí České republiky. 2011. Praha.
- [8] VESELÝ R.: *Zhodnocení možností ovlivnění průběhu povodní na Berounce. Návrh retenčního objemu na Klabavě.* České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydrotechniky. 2005. Praha.

AUTORI

Ing. Karel Zelenka

Povodí Vltavy, státní podnik, závod Berounka, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň

e-mail: karel.zelenka@pvl.cz

Ing. Petr Vicenda

Povodí Vltavy, státní podnik, závod Berounka, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň

e-mail: petr.vicenda@pvl.cz