

STANOVENÍ ÚZEMÍ OHROŽENÉHO ZVLÁŠTNÍ PAVODNÍ

Jan Jandora, Jaromír Říha

Vytvořením vzdouvací stavby a jejím provozem vzniká riziko poruchy její hradicí konstrukce (hráze). Poruchou hráze může vzniknout zvláštní povodeň, přičemž se rozeznávají její tři základní typy podle charakteru situace, která může nastat při stavbě nebo provozu vodního díla (VD). Jde o narušení vzdouvacího tělesa (hráze) vodního díla, o poruchu hradicí konstrukce bezpečnostních nebo výpustných zařízení vodního díla, nebo o nouzové řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodního díla. Území ohrožené zvláštní povodní je dle [4] území, které může být při výskytu zvláštní povodně zaplaveno vodou. Pokud pro krizové situace předpokládán rozsah území ohroženého zvláštní povodní výrazně převyšuje záplavové území přírodní povodně, vymezí se jeho rozsah v krizovém plánu ve smyslu zákona [2]. Pro stanovení plošného rozsahu území ohroženého zvláštní povodní a jejího očekávaného časoprostorového průběhu se používá speciálních postupů obdobných jako při stanovení záplavových území dle vyhlášky [6]. V článku je uveden postup vyhodnocení parametrů zvláštní povodně spolu s metodami hodnocení očekávaných dopadů v zasaženém území.

1. Úvod

Povodeň je hydrologický jev, jehož příčinou mohou být například srážky, tání sněhu, případně další meteorologické jevy nebo lidská činnost, který se zpravidla projevuje například výrazným zvýšením odtoku povrchových vod, zvýšením hladiny podzemních vod, přechodným zaplavením zemského povrchu či erozními procesy. Ve vztahu ke vzniku povodňových škod se často uvádí definice, dle které je povodeň chápána jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém již voda zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Dle [4] se rozeznávají:

- *přírozené povodně* způsobené přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů a různou kombinací uvedených příčin;
- *zvláštní povodně* způsobené jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (prolomení), nouzovým řešením kritické situace na vodním díle apod.

Zvláštní povodeň je tedy průtoková vlna způsobená umělými vlivy. Rozlišují se tři základní typy zvláštní povodně podle charakteru situace, která může nastat při stavbě nebo provozu vodního díla [1], [9]:

- **Porušení hráze vodního díla** mnohdy vede k jejímu úplnému protržení (obr. 1). Zkušenosti ukazují, že prakticky při každé větší povodni

dochází k poškození až desítek hrází rybníků, resp. ochranných hrází, v řadě případů dochází k jejich úplnému prolomení. Tak například při katastrofické povodni v roce 2002 bylo evidováno 85 vážně poškozených hrází malých vodních nádrží, 23 hrází se zcela protrhlo.

- **Porucha hradicí konstrukce bezpečnostních a výpustných zařízení vodního díla** může vést k neřízenému odtoku vody z nádrže. Dopady takto vzniklé zvláštní povodně obvykle nemívají tak katastrofický rozsah jako předchozí případ (obr. 2).
- **Nouzové řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodního díla** může vyvolat potřebu mimořádného vypouštění vody z nádrže. V řadě případů bylo s cílem zachránit vlastní vodní dílo provedeno nouzové vypouštění vody jak výpustnými a pojistnými objekty, tak umělým nouzovým přelivem, např. postranním překopem v rostlém terénu.

Mezi nejdůležitější charakteristiky průchodu zvláštní povodně patří zejména:

- rozsah území ohroženého zvláštní povodní,
- místní hloubky a rychlosti vody,
- kulminační průtoky v jednotlivých profilech,
- časové charakteristiky průchodu čela, kulminace a opadnutí zvláštní povodně.

Území ohrožené zvláštní povodní je území, které může být při výskytu

zvláštní povodně zaplaveno vodou. Pokud pro krizové situace předpokládán rozsah území ohroženého zvláštní povodní výrazně převyšuje záplavové území při průchodu průtokem Q_{100} , vymezí se jeho rozsah v krizovém plánu. Zpracování a vyhodnocení území ohroženého zvláštní povodní se provádí na základě ustanovení § 69 zákona č. 254/2001 Sb. [4] pro prostor nacházející se pod vodním dílem. Takto vymezená území jsou součástí krizového plánu sestaveného dle zákona č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení [2]. Obecný postup při stanovení území ohroženého zvláštní povodní sestává z následujících kroků:

- Stanovení způsobu porušení vodního díla. Statisticky nejčastějšími způsoby porušení přehrad jsou vnitřní eroze a přelítí [11]. Stanovení způsobu porušení vždy vychází z podrobné analýzy konstrukce vzdouvací stavby a jejího podloží ve vazbě na hydrologické podmínky lokality.
- Odvození průlomové vlny v profilu hráze vychází ze závěrů šetření uvedeného v předchozím odstavci. Provádí se obvykle modelováním průběhu porušení studovaného vodního díla. Výsledkem je hydrogram průlomové vlny, tj. časový průběh průlomového průtoku v profilu protržené hráze.
- Výpočet průběhu průlomové vlny územím pod hráží se provádí hydraulickým výpočtem. Vstupními údaji pro výpočet jsou především topologie a geometrie území.



Obr. 1: Obec Metly pod porušeným vodním dílem Metelský rybník (2002) [17] - na obrázku jsou patrné dva průlomové otvory a část obce zničená zvláštní povodní



Obr. 2: Porušení hrazeného přelivu na přehradě Folsom (Kalifornie, USA) v roce 1995 [16]

Ideálním podkladem je digitální model terénu doplněný pozemním geodetickým zaměřením příčných řezů koryta toku a údolí. Dalším nezbytným podkladem je hydrogram průlomové vlny v profilu hráze.

2. Bezpečnost vodních děl a její hodnocení

Protože se vznikem zvláštních povodní úzce souvisí bezpečnost a spolehlivost vzdouvacích staveb, zejména přehrad, jsou na tomto místě stručně uvedeny postupy používané v ČR při posuzování přehrad při povodních. Tyto

postupy vycházejí z požadavků zákona č. 254/2001 Sb. [4] ve znění pozdějších předpisů, vyhlášky č. 471/2001 Sb. [5], vyhlášky č. 590/2002 Sb. [7] ve znění pozdějších předpisů a metodického pokynu [8].

Podle potenciálních dopadů porušení se vodní díla člení do čtyř kategorií a do tří skupin [7]. Zařazení provozovaných vodních děl se provádí podle platného, každoročně aktualizovaného seznamu publikovaného ve věstníku Ministerstva zemědělství (MZe), který je mimo jiné uveden na internetových stránkách tohoto ministerstva. U nově navrhovaných vodních děl či jejich rekonstrukcí se zařazení provede po individuálním zhodnocení možných následků a škod v případě havárie. Škody se odvozují z přímé havárie díla a z průchodu zvláštní povodně v prostoru pod dílem.

Z rozsahu dopadů zvláštní povodně se odvozují návrhové parametry vodních děl, zejména pak kapacita bezpečnostního přelivu. Statistiky z porušení přehrad totiž ukazují, že přelití sypných hrází je jedním z nejčastějších důvodů jejich protřžení [11]. Tabulka 1 ukazuje požadovanou míru bezpeč-

Skupina vodních děl	Označení výše škody	Kategorie vodního díla	Hodnotící hlediska	Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla	
				$P = I/N$	N
A	velmi vysoké	I. – II.	Očekávají se značné ztráty na lidských životech	0,0001	10 000
		II.	Ztráty na lidských životech jsou nepravděpodobné	0,0005	2 000
B	vysoké	III. – IV.	Očekávají se ztráty na jednotlivých lidských životech	0,001	1 000
			Ztráty na lidských životech jsou nepravděpodobné	0,005	200
C	nízké	IV.	Škody pod vodním dílem a ztráty z užitku	0,01	100
			Ztráty jsou jen u vlastníka, ostatní škody jsou nevýznamné	0,02 až 0,05	50 až 20

Tab. 1: Požadovaná míra ochrany vodních děl při povodni [7]

Pozn.: N je doba opakování povodně vyjádřená v letech

nosti vodních děl při povodních dle [7]. Zjednodušeně řešeno, vyjadřuje požadovanou kapacitu pojistných zařízení na přehradě ve vazbě na pravděpodobnost příchodu kontrolní povodně.

Je skutečností, že řada existujících vodních děl tento požadavek nesplňuje. To v současné době vede k rozsáhlým rekonstrukcím významných vzdouvacích staveb, jako jsou přehrada u Znojma, vodní díla Šance, Bystřička a řada dalších.

3. Odvození průlomové vlny v prostoru hráze

Při odvození hydrogramu průlomové vlny je nejprve zapotřebí provést vyhodnocení možného typu poruchy a jejího místa. To se provede na základě morfologie profilu hráze, geologických poměrů v podloží hráze, hydrologických podkladů, stávajícího tvaru hráze (zejména úrovně koruny hráze), projektovaných parametrů hráze (dimenze přelivu, spodních výpustí, atd.), analýzy monitoringu v průběhu výstavby a provozu hráze, atd. Následuje analýza předpokládaného průběhu poruchy, která musí zohlednit možné místo vzniku poru-

chy, konstrukci hráze (těsnicí prvky, materiál tělesa hráze, apod.), stavbu podloží hráze, ale i objem nádrže a předpokládaný průběh přítoku do nádrže. Předběžný odhad doby trvání poruchy a očekávaného kulminačního průlomového průtoku v profilu hráze se doporučuje provést nejdříve srovnáním s údaji v databázi poruch hrází obdobných parametrů (výšky, objemu zadržované vody, konstrukce tělesa hráze). Tento odhad je vhodné doplnit výpočtem parametrů porušení pomocí empirických a regresních vztahů pro stanovení doby porušení a kulminačního průtoku průlomovým otvorem [11]. Další modelové výpočty by měly zohlednit časový průběh přítoku vody do nádrže, prázdnění nádrže během porušení a průběh eroze tělesa hráze při jejím porušení. Vždy se doporučuje vzájemné srovnání různých metod výpočtu doplněné citlivostní analýzou jednotlivých parametrů modelu. Výsledky jednotlivých metod se nicméně mohou výrazně lišit [11]. Proto je vždy třeba provést řešení co možná nejvíce způsoby a provést analýzu získaných výsledků s ohledem na typ hráze, skladbu a materiálové složení jejího podloží a další parametry ovlivňující průběh porušení.

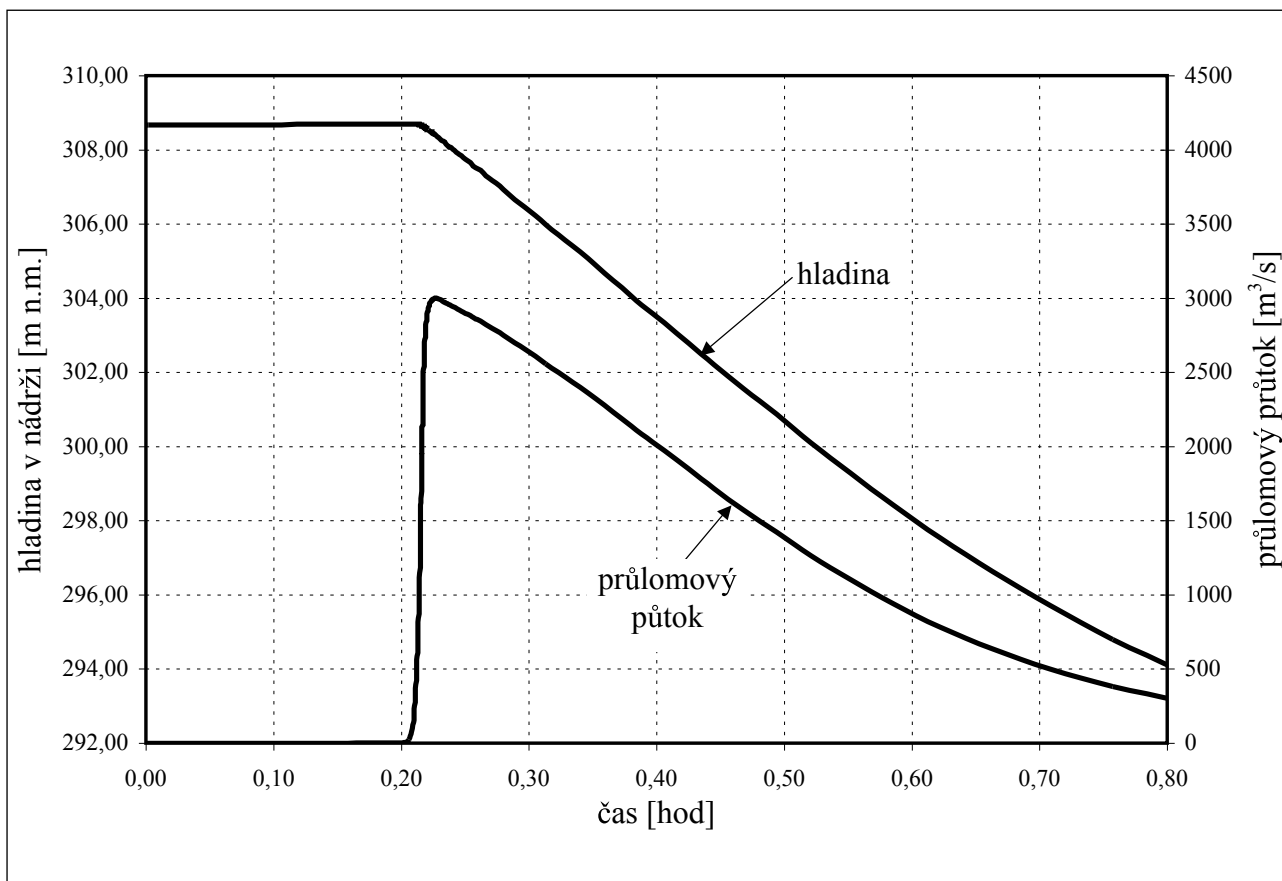
Na obrázku 3 je ukázka hydrogramu

zvláštní povodně v profilu modelově „protržené“ hráze VD Koryčany [11]. Za pozornost stojí, že hodnota Q_{100} v profilu hráze je cca 45 m³/s.

4. Stanovení území ohroženého zvláštní povodní

Základními údaji pro krizové řízení jsou zejména rozsah území ohroženého zvláštní povodní (plocha záplavy), hloubka vody, rychlost příchodu zvláštní povodně, zaplavení komunikací a mostů, atd. Pro určení těchto veličin se běžně používá matematických modelů proudění vody v tocích a v inundačních územích. Dimenze těchto modelů a přijaté zjednodušující předpoklady jsou kompromisem mezi úrovní dostupných dat a časovými a finančními možnostmi zadavatele, příp. řešitele.

Při stanovení území ohroženého zvláštní povodní je obvykle nutné použít model neustáleného proudění vody s jednorozměrnou (1D) nebo dvojrozměrnou (2D) schematizací. Jednorozměrným modelem lze získat konstantní průřezové rychlosti a polohy hladiny vody v celém průtočném profilu. Pro získání přesnějších



Obr. 3: Hydrogram a poloha hladiny v nádrži v profilu modelově „prolomené“ hráze VD Koryčany [11]

a podrobnějších informací (místních rychlostí a hloubek vody) je nutné použít dvojrozměrný model. Oproti 1D modelu je však náročnější na vstupní data, na vlastní výpočet a na dobu zpracování. Pro praktické řešení se velmi často používají komerční programové prostředky, např. HEC-RAS (1D), MIKE11 (1D), FLDWAV (1D), MIKE21 (2D), SMS (2D), atd. Poměrně velkým problémem při vymezení území ohroženého zvláště povodní je kalibrace a verifikace modelů. Důvodem je, že hodnoty vodních stavů jsou většinou známy pouze pro mnohem menší průtoky v toku než je průtok při prolomení vodního díla. Jedná se o průtoky řádově do Q_{100} , přičemž průlomový průtok je obvykle několikanásobně vyšší.

Výrazné usnadnění při přípravě dat a následném zobrazení výsledků výpočtu ať již záplavového území nebo území ohroženého zvláště povodní přinesly geografické informační systémy (GIS). Pokud je vytvořen digitální model terénu, lze poměrně

snadno převést osu toku, příslušné příčné profily, břehové hrany atd. do výpočetních programů. Samozřejmě tato „automatizace“ má své hranice a vždy je nutné takto vytvořený model důsledně kontrolovat. Po provedení modelového výpočtu lze pomocí GIS zobrazit výsledky řešení v mapových podkladech (obr. 4 až 6 a obr. 8).

Pro předběžné vymezení území ohroženého zvláště povodní lze také použít poměrně jednoduchých postupů a vztahů doporučených např. v [8]. Při jejich použití je však vždy nutné mít na vědomí, že se jedná o značně zjednodušené postupy [13].

5. Výstupy z řešení jako podklad pro krizové řízení

5.1. Výstupy z řešení

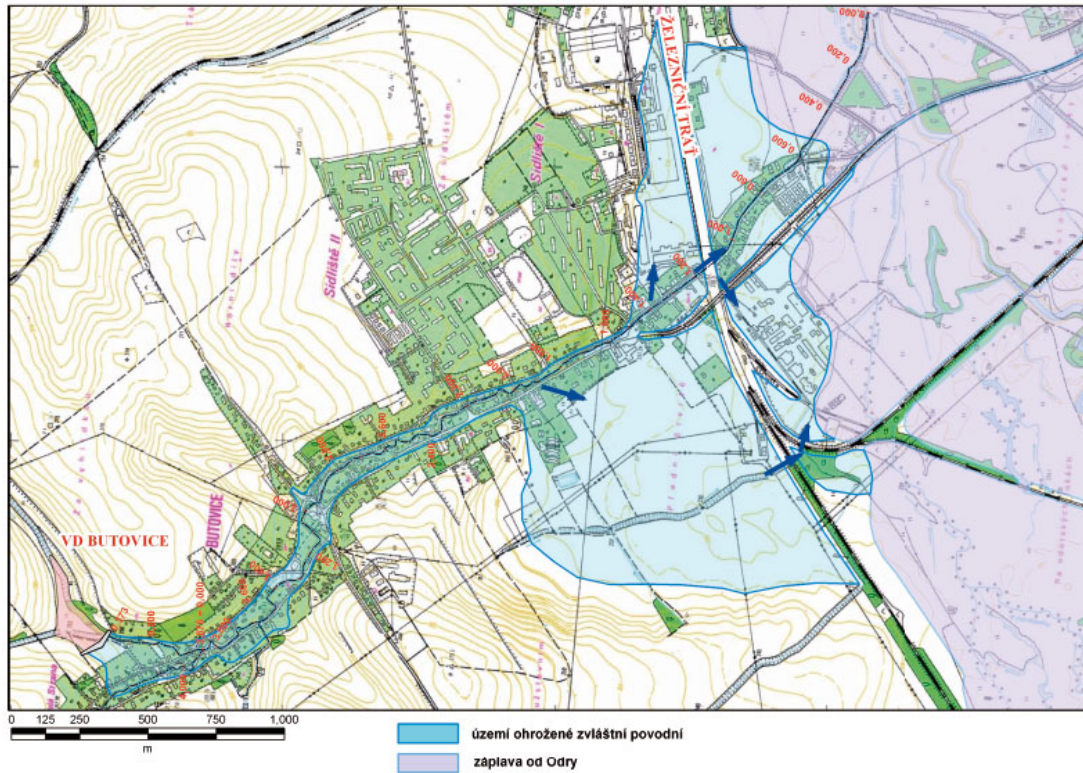
Vyhodnocení rozsahu území ohroženého zvláště povodní a časoprostorového průběhu průlomové vlny se obvykle

provádí prostřednictvím mapy rozlihu na mapovém podkladě v měřítku 1 : 10 000 (obr. 4), popř. nad ortofotomapou území (obr. 5). Současně lze vyhodnotit další hydraulické veličiny v tzv. mapách hloubek vody (obr. 6), mapách místních rychlostí vody apod. Doplnující informací je časový průběh nástupu průlomové vlny zvláště povodně ve vybraných kritických profilech území pod vodním dílem (obr. 7), případně postup průlomové vlny zobrazený na mapovém podkladě (obr. 8).

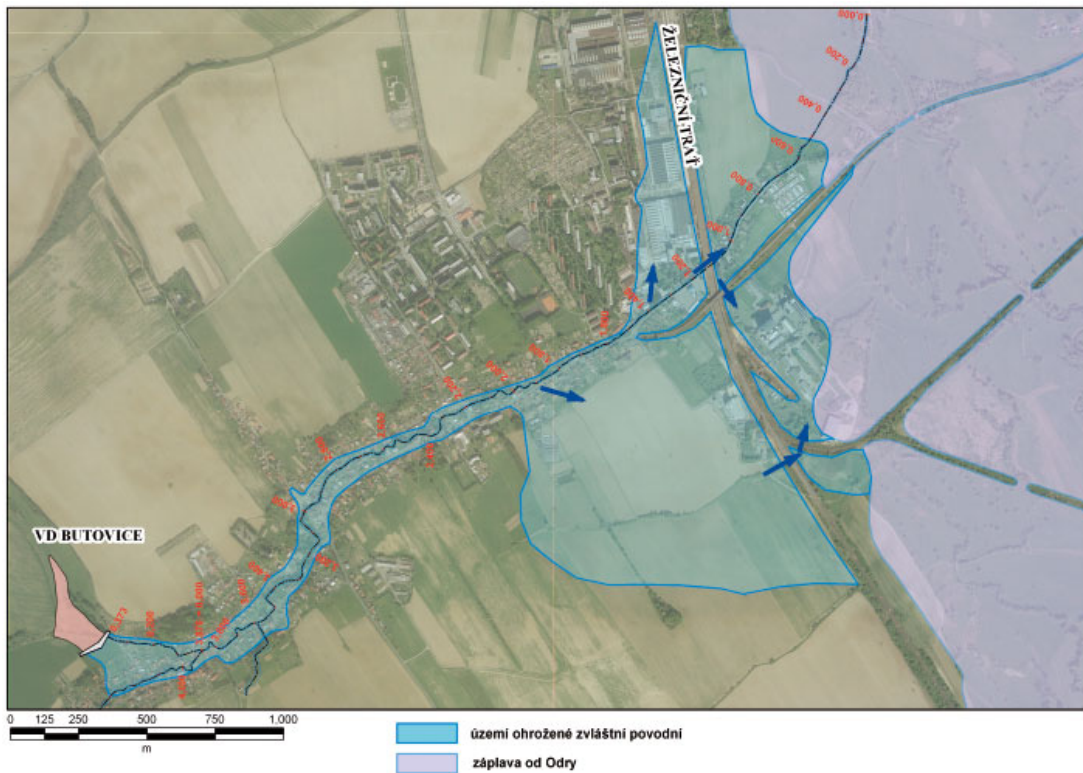
Získané výstupy z řešení slouží ke stanovení dopadů způsobených protržením tělesa hráze přehrady nebo rybníka, které představují:

- materiální škody,
- ztráty na životech lidí.

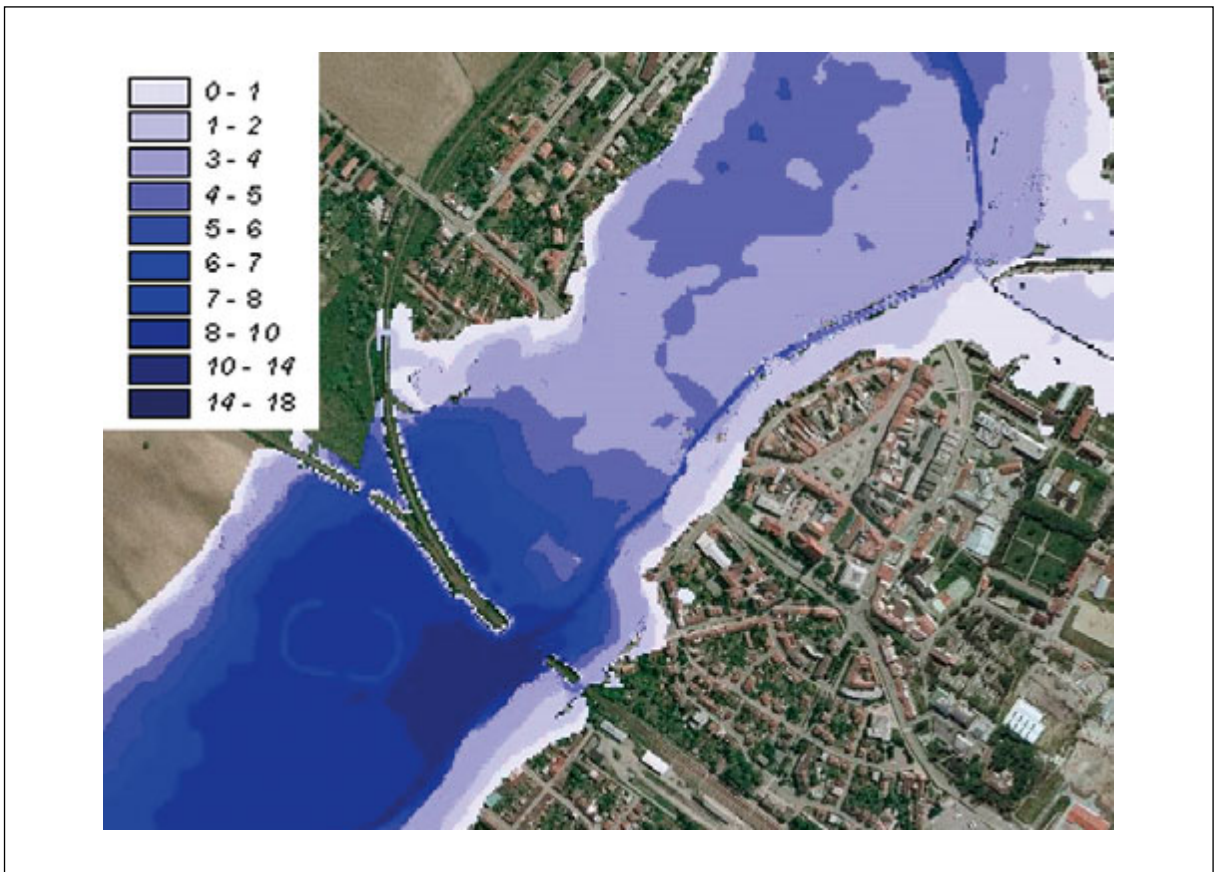
Tyto analýzy jsou podkladem pro další hodnocení rentability úprav a rekonstrukcí vodních děl a pro posouzení akceptovatelnosti možného počtu obětí na životech.



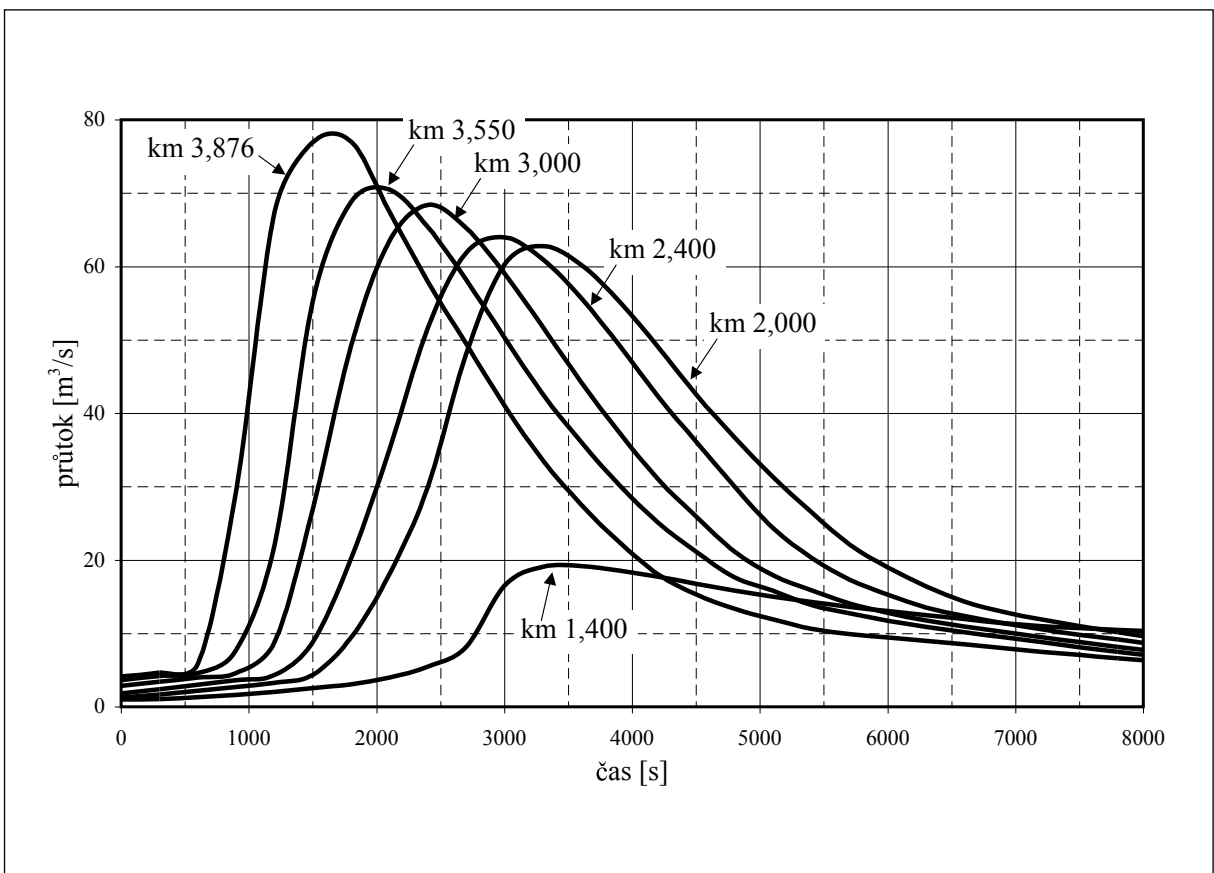
Obr. 4: Území ohraničené zvláštní povodní pod VD Butovice - mapový podklad [14]



Obr. 5: Území zasažené zvláštní povodní pod VD Butovice - ortofotomapa území [14]



Obr. 6: Hloubky vody ve Vyškově v případě protržení VD Opatovice [12]



Obr. 7: Časový průběh kulminačního průtoku po délce toku pod VD Butovice [14]



Obr. 8: Postup průlomové vlny v časech 3, 6 a 9 hodin v případě protržení VD Opatovice [12]

5.2. Odhad materiálních škod

Protržení hráze vodního díla může vyvolat škody na majetku třetí strany, na vlastním díle, ale také škody spojené se ztrátou využití nádrže (ztráty příjmů). Dále jde o nároky třetích stran vyplývající ze ztížení podmínek (např. zničení infrastruktury) či z narušení obchodování. Je třeba také uvážit náklady bezpečnostních a záchranných složek, škody na životním pro-

středí, obtížně postižitelné škody na místní komunitě (např. léčebné výlohy) či ztrátu důvěry ve vlastníka a provozovatele díla, ale i v přehradní stavby či vodní díla samotná. Vyjádření škod se provádí vyjádřením roční finanční újmy [15].

Součástí analýz bývá často hodnocení efektivity opatření na zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti hrází metodou nákladů a užitek. Ta slouží především k posouzení ekonomické rentabili-

ty zamýšlených opatření. Metoda obvykle vyžaduje popis prostorového rozložení škod v území zasaženém zvláštní povodní v důsledku porušení přehrady a odhad jejich výše. Nezbytnými nástroji pro tyto analýzy jsou prostředky GIS s podpůrnými databázemi a software pro vyhodnocení ukazatelů efektivity.

Hodnocení se provádí metodami obdobnými jako při hodnocení škod při přírodních - hydrologických

povodních s využitím ztrátových křivek [15]. Pomocí vhodně zvolených ukazatelů se porovná výše povodňové škody s náklady na realizaci opatření, na jejich opravy a údržbu. Vhodnými ukazateli jsou například:

- poměrový ukazatel efektivity, který vyjadřuje poměrou ekonomickou efektivity investice vložené do zvýšení bezpečnosti vodního díla;
- ukazatel absolutní efektivity, který vyjadřuje efektivity investice v absolutních jednotkách;
- doba návratnosti umožňující porovnání návratnosti jednotlivých opatření s přijatelnými hodnotami pro díla podle domácích a zahraničních zkušeností.

5.3. Odhad počtu obětí na lidských životech

Počet ohrožených lidských životů PAR se odvozuje z rozmístění obytné a průmyslové zástavby v území pod přehradou a z míry osídlení ohroženého území. Rozsah tohoto území je ovlivněn parametry průlomové vlny (kapitola

4). Pro odhad počtu obětí jsou směrodatnými údaji místní rychlost a hloubka vody, popř. agregovaný ukazatel nazývaný povodňové nebezpečí [15]. Často se používá zjednodušených ukazatelů, jako jsou např. průměrná rychlost vody v daném úseku toku, průtok vztažený k zaplavené šířce údolí, apod. S ohledem na počet možných kombinací podmínek při prolomení přehrad a proměnnost rozdělení obyvatelstva v údolí je třeba přijmout četná zjednodušení a předpoklady. Při řešení je třeba provést analýzu dvou skupin problémů:

- Určení časoprostorového průběhu a parametrů průlomové vlny v území pod hrází. Těmito parametry jsou zejména rychlost proudu, hloubka vody, doby do běhu apod. (kapitola 5.1, obr. 7 a 8).
- Odvození počtu ohrožených obyvatel PAR v postiženém území, které vychází z celkového počtu obyvatel vyskytujících se v zasaženém území. Odhad počtu obětí musí zohledňovat způsob informování obyvatel o poruše hráze, postup evakuace a její očekávanou úspěšnost. Faktory, které nejvíce ovlivňují počet obětí, jsou:

- nebezpečí představované zvláštní povodní,
- příčina a typ poruchy hráze,
- počet ohrožených obyvatel (PAR),
- včasnost varování.

Počet obětí ovlivňuje nebezpečí představované zvláštní povodní dané např. hloubkou a rychlostí vody, denní dobou, kdy ke zvláštní povodni dojde (v noci lze očekávat vyšší ztráty na životech), ročním obdobím, klimatickými podmínkami, teplotou vzduchu a vody, činností lidí v době prolomení hráze (pracovní proces, spánek atp.), strukturou osídlení v postižené oblasti (děti, zdravotně postižení či přestárlí občané), charakterem obydlí, v nichž se obyvatelé nacházejí, podmínkami pro evakuaci, obslužností území apod.

Tak například Graham [10] při odhadu počtu obětí vychází z laboratorních výzkumů a vyhodnocení skutečných poruch přehrad. Podíl úmrtí je funkcí povodňového nebezpečí, doby varování T_E a vychází ze skutečnosti, zda byla zpráva o poruše vodního díla a příchodu zvláštní povodně přijata a správně pochopena (tabulka 2).

Povodňové nebezpečí	Doba varování T_E [min]	Přijetí zprávy o povodni	Podíl úmrtí z ohrožených obyvatel	
			Očekávaná hodnota	Interval hodnot
Vysoké	bez varování	zpráva nepřijata	0,75	0,30 až 1,00
	15 až 60	nejasná zpráva	Lze použít výše uvedených hodnot s tím, že se použije počet obyvatel, kteří nebyli ze záplavového území evakuováni.	
		přesná zpráva		
	nad 60	nejasná zpráva		
přesná zpráva				
Střední	bez varování	zpráva nepřijata	0,15	0,03 až 0,35
	15 až 60	nejasná zpráva	0,04	0,01 až 0,08
		přesná zpráva	0,02	0,005 až 0,04
	nad 60	nejasná zpráva	0,03	0,005 až 0,06
přesná zpráva		0,01	0,002 až 0,02	
Nízké	bez varování	zpráva nepřijata	0,01	0,0 až 0,02
	15 až 60	nejasná zpráva	0,007	0,0 až 0,015
		přesná zpráva	0,002	0,0 až 0,004
	nad 60	nejasná zpráva	0,000	0,0 až 0,0006
přesná zpráva		0,000	0,0 až 0,0004	

Tab. 2: Podíl obětí z počtu ohrožených obyvatel [10]

6. Závěr

V článku jsou stručně shrnuty postupy používané při stanovení rozsahu a průběhu zvláštní povodně v území pod porušeným vodním dílem. Získané výsledky slouží jako podklad pro krizové řízení v ohrožené oblasti, pro hodnocení bezpečnosti vodního díla, pro posouzení efektivity a ekonomické rentability případných opatření na zvýšení bezpečnosti díla. Analýza také umožní vyhodnocení počtu potenciálních obětí na lidských životech a posouzení jejich přijatelnosti.

V zahraničí, zejména v USA, jsou s hrozbou vyplývající z možného porušení vodního díla seznamováni obyvatelé v ohroženém území. Jsou seznámeni s pravděpodobností možné kritické situace (ta bývá obvykle velmi malá), jsou poučeni o způsobu varování a o postupech při záchranných činnostech. V našich podmínkách dosud tato praxe není rutinně používána. Je zřejmé, že by občané měli být informováni o možné katastrofální situaci a měli by být seznámeni s rozsahem ohroženého území a pravděpodobné možnosti jejího vzniku. Přitom by veřejnosti měla být populární formou vysvětlena úloha technicko-bezpečnostního dohledu, dozoru vodoprávních úřadů a činnost správců či majitelů při zajišťování bezpečnosti vodních děl (kapitola 2). Určitým problémem je, že informovanost o možném nebezpečí může zejména v počáteční fázi vést k dezinformacím podporovaným médii, zejména senzacechtivými novi-

náři a reportéry. To by mohlo v našich poměrech vést k neoprávněným a neopodstatněným obavám obyvatel, v krajním případě i k omezení rozvoje některých lokalit. Tyto problémy by však měly být eliminovány kvalifikovanou osvětou a informační kampaní.

Pozn. Tento příspěvek byl zpracován v rámci řešení grantového úkolu GAČR reg. č. 103/05/2391 a projektu MZe NAZV QH81223.

Použité zdroje:

- [1] Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí (OOV MŽP) pro stanovení účinků zvláštních povodní a jejich začlenění do povodňových plánů. In: *Věstník MŽP, červenec 2000, částka 7.*
- [2] *Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).*
- [3] *Narizení vlády č. 462/2000 Sb. k provedení § 28 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení.*
- [4] *Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů.*
- [5] *Vyhláška č. 471/2001 Sb. o technicko-bezpečnostním dohledu nad vodními díly.*
- [6] *Vyhláška č. 236/2002 Sb. o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.*
- [7] *Vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla.*
- [8] *Metodický pokyn MZe č.j. 36069/2005-16000 ke zpracování posudků pro zařazení vodního díla do kategorie z hlediska technicko-bezpečnostního dohledu. 2005.*

[9] *Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí (OOV MŽP) pro zpracování plánu ochrany území pod vodním dílem před zvláštní povodní. 2005.*

[10] GRAHAM, W. J. *A Procedure for Estimating Loss of Life Caused by Dam Failure.* DSO-99-06. U.S. Department of Interior, USBR, Denver, Colorado, 1999, 43 p.

[11] JANDORA, J. - ŘÍHA, J. *Porušení sypaných hrází v důsledku přelití.* Práce a studie Ústavu vodních staveb FAST VUT Brno, Sešit 2, ECON publishing, 11/2002, 188 s.

[12] JANDORA, J. a kol. *Zvláštní povodeň pod VD Opatovice na Malé Hané a Hané.* Studie. Povodí Moravy, s.p., Ústav vodních staveb VUT FAST v Brně, 2003.

[13] JANDORA, J. Modelování zvláštní povodně pod vodními díly. In: *Rizika ve vodním hospodářství.* Brno. ISBN978-80-86433-43-1, 2007.

[14] ŘÍHA, J. - JANDORA, J. *Stanovení území ohroženého zvláštní povodní pod VD Butovice.* ZVHS OP Odry. 2007.

[15] ŘÍHA, J. a kol. *Riziková analýza záplavových území.* Práce a studie Ústavu vodních staveb FAST VUT Brno, Sešit 7, CERM, 2005, 286 s., ISBN 80-7204-404-4.

[16] Přehrada Folsom. Dostupné na: <http://www.myfolsom.com>

[17] RAUDENSKÝ, M. - DORAZIL, I. *Povodně 2002.* 127 s. ISBN 80-238-9607-5

*Ing. Jan Jandora, Ph.D.
prof. Ing. Jaromír Řiha, CSc.
Ústav vodních staveb
FAST VUT Brno*

ENGLISH ABSTRACT

Determination of Dam Break Flood Hazard Areas, by Jan Jandora & Jaromír Řiha

The construction and operation of dams entails the risk of the malfunction of their bodies. Through such malfunction, dam break flood of three possible kinds may originate: due to the failure of the dam, the malfunction of the gates of appurtenant works, or as consequence of emergency solutions to peril situations of the scheme. According to the Czech 254/2001 Water Act, a dam break flood hazard area is a territory which can be inundated in case of dam failure. If the supposed area of the dam break flood hazard is significantly larger than that of the natural flood, the extent of such territory is determined in a crisis plan, correspondingly to the 240/2000 Crisis Act. For the determination of the size of the endangered area and the expected spatio-temporal course of the dam break flood, procedures similar to those for the determination of flood areas according to the relevant 236/2002 governmental regulation are used. The article describes the manner in which dam break flood parameters are assessed and the methods through which the expected impact in the affected area is evaluated.