



POVODÍ OHŘE, s. p. Chomutov
HEPS Terezín

Zvláštní povodeň v důsledku havárie na

VD Jesenice

***Stanovení rozsahu ohroženého území průlomovou
vlnou zvláštní povodně***



Terezín, září 2003

Zvláštní povodeň v důsledku havárie na

VD Jesenice

***Stanovení rozsahu ohroženého území průlomovou vlnou
zvláštní povodně***

Zpráva

Zpracoval:
Spolupráce:

Ing. Zdeněk Klíma Povodí Ohře, s. p.
Hydrosoft Veleslavín, s. r. o.

Terezín, září 2003

POVODÍ OHŘE, s. p. Chomutov, oddělení HEPS v Terezíně
Pražská 319, 411 55 Terezín
☎ 416782591-3, 416782164 fax 416782578 e-mail klima@poh.cz

Obsah.

1. Úvod.	2
2. Výstupy ze studie.	2
3. Základní údaje o VD a vymezení řešeného úseku toku pod VD.	2
4. Výchozí údaje a podklady.	3
5. Zpracování výpočtového modelu průlomové vlny.	3
5.1. Modelová stavba.	4
5.2. Hydraulické zadání modelu, doba simulace.	4
6. Výsledky výpočtu průlomové vlny.	6
7. Mapové a další výstupy ze studie.	14
7.1. Mapové situace se zákresem zátopové čáry průlomové vlny.	14
7.2. Příloha zprávy.	15
7.3. CD disk přiložený ke studii průlomové vlny.	15
8. Závěr.	15
Literatura a další použité podklady.	17
Příloha	18

Zvláštní povodeň na VD Jesenice

Stanovení rozsahu ohroženého území průlomovou vlnou zvláštní povodně

1. Úvod.

V návaznosti na ustanovení Zákona o vodách č. 264/2001 Sb. a ve smyslu příslušných ustanovení Nařízení vlády č. 100/99 Sb. o ochraně před povodněmi byl na našem podniku v roce 2002 připraven úvodní koncepční materiál pro řešení zvláštních povodní na vodních dílech (dále VD) Povodí Ohře, s. p. Jeho cílem bylo stanovit harmonogram a podmínky zpracování průlomových vln na jednotlivých VD ve správě našeho podniku. Zejména zde bylo stanoveno období pro zpracování na roky 2003 a 2004, vymezení řešitelé a stanoveny finanční interní i externí náklady na tato řešení.

Cílem řešení těchto studií je rozšíření povodňových plánů územních celků o kategorii zvláštních povodní.

Studie zvláštních povodní se obecně skládají ze dvou částí.

První částí každé z nich je materiál „VD – název díla - Parametry zvláštních povodní“, zpracovaný pražskou akciovou společností „Vodní díla – TBD a. s.“ (je přílohou těchto zpráv). Tyto materiály mimo jiné stanovují způsoby vzniku a rozvoje havarijních stavů na jednotlivých VD a v jejich důsledku zejména i vývoj odtokových hydrogramů.

Druhé části těchto studií se zabývají stanovením průběhu průlomových vln v území pod VD a jsou předmětem těchto prací pod názvy „Zvláštní povodeň v důsledku havárie na VD – název díla – Stanovení rozsahu ohroženého území průlomovou vlnou zvláštní povodně“.

Zpracovatelem těchto částí je Povodí Ohře, státní podnik, odbor HEPS.

Objednatelem práce je Povodí Ohře, státní podnik.

2. Výstupy ze studie.

Za hlavní výstupy této studie lze považovat

- **zprávu studie** se všemi uvedenými údaji o vstupech (viz i část „Parametry zvláštních povodní“ v příloze), o podkladech a jejich zpracování, s údaji o výsledcích výpočtů použitým hydraulickým modelem, s jejich vyhodnocením a i s údaji o přílohách
- **podrobné situace** v měř. 1 : 25 000 (ve formátech A1) se zakreslenou zátopovou čarou pro průtok průlomové vlny, dále se zákresem osy, staničení, umístění příčných profilů atd.

3. Základní údaje o VD a vymezení řešeného úseku toku pod VD.

Vodní dílo Jesenice je situováno na toku Odavy, v ř. km 3.495.

Základní údaje o VD jsou uvedeny v příloze této zprávy, v materiálu „Parametry zvláštních povodní“ a na tomto místě na ně pouze odkazují. V příloze jsou zejména údaje o účelu a využití VD (odst. 4.1 a 4.2 na str. 2 a 3), údaje o manipulacích za povodňových situací podle MŘ (odst. 4.3 a 4.4, str. 4), technické parametry VD a popis jednotlivých objektů (odst. 4.5 a 4.6, str. 4, 5 a 6).

Řešený úsek toku pod VD nesestává jen z výústní tratě Odavy od VD Jesenice po její zaústění do Ohře pod obcí Odrava, ale také z dalších úseků Horní a Střední Ohře až pod VD Nechanice. To je dáno existencí povodňových modelů Horní a Střední Ohře a povodňových modelů hlavních přítoků, které naše oddělení HEPS v Terezíně v minulosti zpracovalo. Tyto modely se staly po rozsáhlých úpravách (podrobněji viz dále) základem modelů průlomových vln.

Výpočtový model zvláštní povodně VD Jesenice zahrnuje již zmíněnou výústní trať Odavy, úsek Horní Ohře od VD Skalka v Chebu po LG v Drahovicích – Karlových Varech, dále

zahrnuje celou Střední Ohři od LG v Drahovicích po vtok do VD Nechranice, celou nádrž VD Nechranice, úsek koryta od základových výpustí, úsek bezpečnostního přelivu se skluzem a úsek Dolní Ohře od profilu soutoku pod hrází (trať Ohře od výpustí a od skluzu) až po profil jezu Stranná. Součástí modelu je i celý přítok Libockého potoka od VD Horka, po zaústění do Ohře pod obcí Liboc.

4. Výchozí údaje a podklady.

Podklady pro zpracování této akce – „Zvláštní povodeň na VD Jesenice“ i zvláštních povodní na dalších VD, v rámci tzv. 1. skupiny zpracovaných VD, jež zahrnuje ještě i VD Skalku, VD Horku a VD Kadaň – měly dvojí charakter. Sestávaly jak z podkladů v klasické papírové podobě, tak zejména z podkladů digitálních, jež měly rozhodující význam pro řešení těchto studií.

Nejdůležitějšími byly dva digitální systémy i jejich vytisknutá podoba.

Prvním z nich byl rozsáhlý výpočtový komplex povodňového modelu Horní a Střední Ohře a jejich hlavních přítoků v software Mike 11, které naše oddělení HEPS v Terezíně zpracovávalo v letech 1997 až 2000. Ten byl původně zpracován v DOS verzi 3.22 a v závěru prací jej vedoucí řešitel Ing. Pail převedl do nové Windows verze 2001. Pro výpočty průlomových vln o značně větších kulminačních průtocích proti klasickým povodním jej bylo nutno zásadně přepracovat do podoby jednotlivých průlomových modelů – podrobněji viz dále.

Druhým rozhodujícím systémem pro řešení, ale i pro prezentaci výsledků je zpracování celého předmětného území výpočtového modelu v GIS MapInfo a to jak v digitální, tak i ve vytisknuté podobě.

Pro zpracování obou těchto rozsáhlých systémů bylo třeba shromáždit mnoho geodetických měření a podkladů, mapových podkladů a mnoho nejrůznějších vodohospodářských materiálů. Informace o těchto podkladech zde neuvádím, pro podrobnosti odkazují na studie a zprávy uvedených povodňových modelů.

Dalším důležitým vstupním podkladem byla již několikrát zmiňovaná část „Parametry zvláštních povodní“, zpracovaná společností „Vodní díla – TBD a. s.“, kterou jsem pro její důležitost připojil k této zprávě jako celek. Její nejvýznamnější částí pro řešení studie ohroženého území pod VD je výsledná varianta hydrogramu odtoku průrvou v profilu hráze.

Pro řešení jsem využil ještě mnohé další podklady, které naše oddělení HEPS v Terezíně v minulosti shromáždilo nebo vytvořilo. Namátkou bych jmenoval „Korytový model Ohře a jejich přítoků“, manipulační řády a další podklady pro VD Nechranice, VD Kadaň a i další materiály.

5. Zpracování výpočtového modelu průlomové vlny.

Výpočtový hydraulický model průlomové vlny na VD Jesenice byl vytvořen rozsáhlými úpravami povodňových modelů Horní a Střední Ohře a jejich hlavních přítoků. Tyto modely byly již dříve spojeny do jediného systému, v rámci již zmíněného převodu ze staré DOS verze do současné podoby ve Windows verzi 2001 software Mike 11.

Úpravy systému povodňového modelu obecně spočívaly v následujících zásadách. Ze systému byly odpojeny nepotřebné (resp. zatím nepotřebné) přítoky Svatavy, Rolavy, Teplé a Bystřice. Model byl dále zjednodušen, byly zrušeny větve inundačního proudění, které by bránily stabilnímu výpočtu při extrémních hodnotách průtoku a z téhož důvodu byla zrušena většina hydraulicky méně významných mostních objektů (zejména na zrušených inundačních větvích), ale i mimo ně - na hlavních modelových větvích. Dále byly zrušeny některé příčné profily, zejména ty, které měly charakter profilů korytových, resp. ty, jejichž hustota v podélním profilu byla nadbytečně vysoká. Naproti tomu bylo nezbytné upravit prakticky všechny zbylé profily tak, aby jejich břehové inundační partie byly dostatečně vysoko, aby provedly i kulminační hodnoty průtoku průlomové vlny. Tyto rozsáhlé úpravy profilů jsem realizoval odečítáním výšek a vzdáleností z rastrových mapových podkladů v digitálním GIS systému a pro jejich úpravu jsem je načítal do Excelu a následně do výpočtového modelu. Další zásahy spočívaly ve výpočtových úpravách a rozšíření měrných křivek rozhodujících mostních a jezových objektů, které jsem v modelu jako objekty zachoval. V modelu bylo dále nutné vytvořit nový systém okrajových podmínek, včetně zadání hydrogramu průlomové vlny. Prakticky beze změny zůstaly

některé modelové větve – úsek nádrže VD Nechranice, větev bezpečnostního přelivu a skluzu, kde jsem jen rozšiřoval měrnou křivku, větev koryta od základových výpustí, s drobnou úpravou regulace zavření průtoku touto větví při dosažení hranice neovladatelného stavu na VD Nechranice a beze změny zůstala i dolní větev až po jez Stranná, kde byla opět jen rozšířena dolní okrajová podmínka.

Výpočtové modely průlomových vln tzv. 1. skupiny studií (viz odst. 4. na str. 3) jsou obecně velmi podobně zpracované, s výjimkou modelu VD Kadaň. Jejich vnitřní parametry a systémy jsou poměrně složité a nelze tedy jednoduše popsat všechny jejich důležité aspekty. Přesto se v následujícím textu pokusím alespoň stručně popsat jejich některé důležité znaky, resp. parametry.

5.1. Modelová stavba.

Ke společným znakům modelů zmíněné 1. skupiny zejména patří již uvedené jednotlivé modelové větve, s jejich objektovými parametry, dále celý systém údočních profilů a jejich drsnostních charakteristik i vnitřní výpočtové parametry nastavení modelu.

Výpočtový model VD Jesenice má některé tyto znaky a parametry následující.

V modelu se kromě již zmíněných větví a objektů VD Nechranice uplatňují ve výpočtu jako přepady i tyto další objekty.

větev	objekt	staničení modelové	staničení říční
Odrava	silniční most I/6 v Odravě	1.095	1.095
Ohře	železniční most v Jindřichově	18.249	233.962
Ohře	železniční most nad Sokolovem	46.281	203.719
Ohře	železniční most vlečky v Kyselce	89.705	160.295
Ohře	silniční most ve Vojkovicích (dolní)	99.204	150.796
Ohře	železniční most pod Mlýnem n. O.	101.909	148.091
Ohře	železniční most v Klášterci n. O.	117.955	132.045
Ohře	VD Kadaň	124.168	125.832
Ohře	železniční most v Kadani	126.008	123.992

5.2. Hydraulické zadání modelu, doba simulace.

Modelová simulace určité - více či méně reálné - hydrologické situace, navíc v kombinaci s variantou průlomové vlny, vyžaduje v takto složitém modelovém systému vytvořit určitý hydrologický scénář. Ten je vždy ovlivněn subjektivní volbou řešitele. Ani v případě tohoto výpočtu průlomové vlny na VD Jesenice tomu nebylo jinak.

V příloze této zprávy byla řešitelem „Parametrů zvláštních povodní“ pro výpočet průlomové vlny na VD Jesenice vybrána varianta poruchy hráze, nazvaná jako „EP26“. Varianta předpokládá destrukci hráze na styku jejího tělesa s odpadní chodbou. Výchozím předpokladem je počátek vzniku poruchy za kulminace desetitisícileté povodně $Q_{10000} = 410 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hydrologická situace, při níž jedním z hlavních přítoků Horní Ohře protéká desetitisíciletá velká voda, by pravděpodobně byla výrazně povodňovou situací i pro další významné toky v daném regionu. Protože model průlomové vlny na VD Jesenice nezahrnuje (z důvodů jednodušší schematizace) další významné přítoky (Svatava, Rolava, Teplá), ale do páteřního toku Ohře je zahrnuto celé území až po VD Nechranice, bylo snahou řešitele zahrnout do scénáře výchozí hydrologické situace i dostatečně odpovídající povodňové průtoky v dalších dvou okrajových podmínkách – v profilu VD Skalky na Ohři a v profilu VD Horky na Libockém potoce.

Následující přehled uvádí průtoky v okrajových podmínkách, použité ve výpočtovém modelu. V profilech VD Skalky a VD Horky byly použity konstantní povodňové průtoky pro celou výpočtovou dobu simulace průlomové vlny.

VD Skalka
VD Horka

konstantní průtok $Q_{10} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$
konstantní průtok $Q_{100} = 60 \text{ m}^3/\text{s}$

ČHMÚ Praha 10/1995
ČHMÚ Plzeň 12/1999

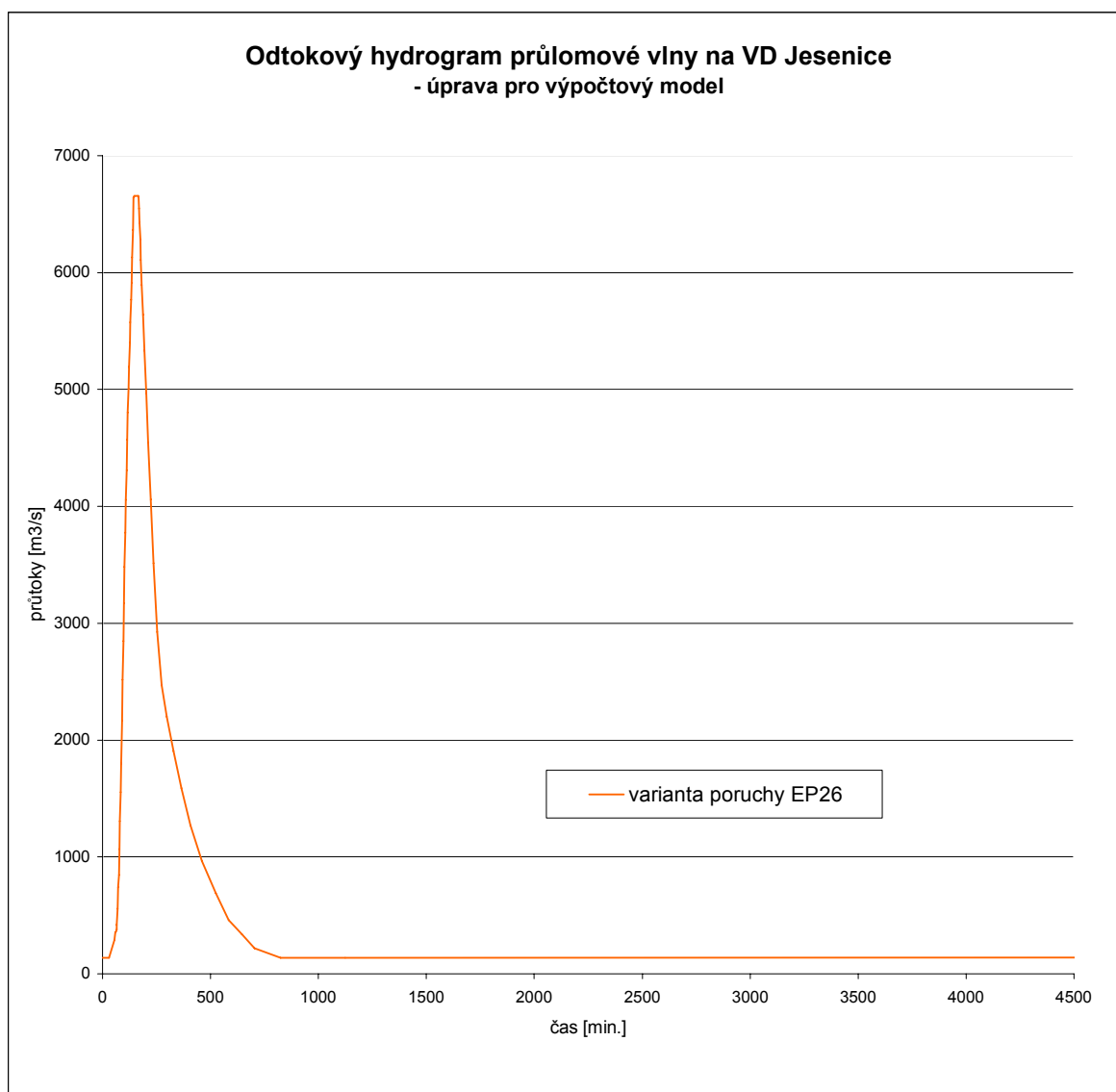
V profilu VD Jesenice byl jako okrajová podmínka použit již zmíněný odtokový hydrogram při variantě poruchy hráze „EP26“. I tato okrajová podmínka musela ovšem být pro potřeby modelu na svém počátku a konci upravena přechodovými křivkami z použitých konstantních hodnot povodňového průtoku. Rozšiřující konstantní hodnota byla následující

VD Jesenice

konstantní průtok $Q_{100} = 138 \text{ m}^3/\text{s}$

ČHMÚ Plzeň 01/1998

Vlastní odtokový hydrogram je tabulkově zpracován v příloze této zprávy na str. Příloha 2-1 a 2-2 a spolu s dalšími grafy znázorněn na str. Příloha 1. Jeho podobu rozšířenou o přechodové křivky uvádí následující obr. č. 1.



obr. č. 1

Proti hydrogramu z přílohy je ve svém počátku rozšířen o 1 hod., z toho prvních 30 min. trvá konstantní průtok Q_{100} . Ve své sestupné větvi je hydrogram rozšířen týmž průtokem na celkový čas 4320 min., t. j. na 3 dny, což je také celkový výpočtový čas této průlomové vlny.

Uvedený hydrogram má kulminační průtok průlomové vlny $6656 \text{ m}^3/\text{s}$. Objem nerozšířené vlny (odteklé vody z nádrže) je podle přílohy (str.11) cca 73 mil. m^3 .

Pro úplnou představu o hydrologických poměrech modelu průlomové vlny a pro porovnání s dále prezentovanými výsledky uvádím ještě hodnoty stoletých průtoků na VD Kadaň a VD Nechanice.

VD Kadaň
VD Nechanice

průtok $Q_{100} = 740 \text{ m}^3/\text{s}$
průtok $Q_{100} = 752 \text{ m}^3/\text{s}$

ČHMÚ ročenka 1996
ČHMÚ Ústí n.L. 06/1998

Také převádění průlomové vlny přes VD Nechanice bylo jednou z klíčových otázek, které řešitel věnoval pozornost při řešení této průlomové vlny. Důležitým faktorem, ovlivňujícím, tuto problematiku jsou bezesporu v modelu zadané parametry počátečního naplnění a manipulací na VD. O nich viz dále v odst. č. 6.

6. Výsledky výpočtu průlomové vlny.

Z hydraulického hlediska není výpočet průběhu průlomové vlny územím pod vodním dílem zcela obvyklým a častým druhem výpočtu, neboť se jedná o klasicky neustálené proudění dané bodovým průtokovým zdrojem. Na rozdíl od něho se v případě výpočtů obvyklých povodňových průtoků (na dlouhém, zejména říčním úseku toku) jedná většinou o plošné průtokové zatížení, postupně se po toku zvyšující, což je dáno nárůstem průtoků z přítoků hlavního recipientu, tak jak vyplývají z hydrologických hodnot získaných např. od ČHMÚ. Proto se v případech výpočtů klasických povodňových průtoků do hydraulických modelů zpravidla nezadávají obvykle obtížně odhadnutelné skutečné hydrogramy počítané povodňové situace, ale místo nich jen konstantní hodnoty zvolených povodňových průtoků a to pro celý výpočtový čas simulace. Zásadní rozdíl mezi oběma typy výpočtu pak spočívá ve skutečnosti, že zatímco ve druhém případě (obvyklých povodňových výpočtů) je po většinu simulovaného času průtok v jednotlivých říčních úsecích konstantní, je pro první případ (průlomových vln) charakteristickým znakem nejen průtok proměnný v jednotlivých profilech v čase (ve tvaru vlny), ale také po toku proměnný (zmenšující se) průtok kulminační, což je dáno výraznou transformací vlivem koryta a inundačního území.

Příkladem výrazné transformace průtoků je i výpočet propagace průlomové vlny pod VD Jesenice, jak ukazuje následující tab. č. 1.

Transformace průtoků průlomové vlny na VD Jesenice v trati Odry a Ohře						
tok	lokality	profil	staničení	staničení	maximální průtok $Q_{\max}$	čas od začátku simulace
			modelové	říční		
			[km]	[ř. km]	[m ³ /s]	[hod:min]
Odrava	pod hrází	PF04	3.208	3.208	6656	2:32
	nad silničním mostem I/6	P6	1.162	1.162	6579	2:43
	pod silničním mostem I/6	P4	0.993	0.993	6565	2:43
Ohře	pod soutokem s Odrou	P1	26.985	223.015	5205	3:16
	Kynšperk	38	32.410	217.590	3579	4:34
	Citice nad železničním mostem	55	44.465	205.535	2883	7:19
	Sokolov pod zaústěním Svatavy	Oh18	48.032	201.968	2854	7:52
	Loket	89	59.287	190.713	2727	9:20
	Karlovy Vary pod zaústěním Teplé	A - A	75.394	174.606	2532	11:31
	Stráž nad Ohří	PF112	104.068	145.932	2451	14:49
	Klášteřec n. O. nad žel. mostem	PF8A	117.826	132.174	2435	15:44
	Kadaň nad železničním mostem	P23	125.962	124.038	2380	16:50
	vtok do nádrže VD Nechanice	PF133	132.223	117.777	2345	17:23
	hráz nádrže VD Nechanice	--	146.600	103.400	1052	26:22

tab. č. 1

Z prezentovaných výsledků v tabulce č.1 vyplývají tyto skutečnosti.

Úsek, skládající se ze 4 km tratě Odravy a 105 km tratě Ohře (od zaústění Odravy po vtok do nádrže VD Nechranice) dokáže ztransformovat kulminaci takto extrémní průlomové vlny téměř na třetinu, při doběhové době asi 15 hod. Největší transformační schopnost přitom vykazuje horní úsek Ohře mezi soutokem s Odrou a Čitcemi.

Nádrž VD Nechranice (při zadaných parametrech v modelu – viz dále) ztransformuje kulminační přítok do nádrže dále více než o polovinu. Takto ztransformovaný kulminační průtok, který je v profilu hráze stále ještě výrazně větší než průtok Q_{100} , musí pak projít bezpečnostním přelivem pod hráz VD Nechranice, do koryta Dolní Ohře.

Transformace v nádrži VD Nechranice je dána několika základními faktory, uplatněnými v modelu. Ty byly následující.

Předně model předpokládal stavební stav před započítáním rekonstrukce bezpečnostního přelivu. Dalším předpokladem byl zcela zaplněný zásobní prostor v počátku simulace, t. j. hladina v nádrži byla držena na provozní úrovni – 269.00 m n. m. Manipulace s uzávěry bezpečnostního přelivu a další převádění povodně se řídí platným manipulačním řádem, t. j. zejména podle vzestupu hladiny v nádrži. Tomu přesně odpovídá modelová křivka přepadu BP.

Výsledky parametrů, dosažených na tomto VD za uvedených předpokladů, lze pak vyčíst z modelových výpočtů.

Průlomová vlna i přes radikální ztransformování kulminačního průtoku na hodnotu 1050 m³/s, při svém velikém objemu (celá vlna odteklá z VD Jesenice má objem asi 73 mil. m³), způsobí nastoupání hladiny v nádrži VD Nechranice na kótu 273.22 m n. m., což je nejen 17 cm nad maximální hladinou (při dosažení celkového objemu nádržního prostoru), ale je už i nebezpečně blízko horní úrovně těsnícího jádra hráze, jehož přelití by mohlo mít nedozírné následky pro stabilitu hráze a potažmo i pro bezpečnost díla.

Tyto výsledky výpočtu pro VD Nechranice zde uvádím hlavně proto, aby bylo zřejmé, že velká havárie na některém VD v povodí Horní nebo Střední Ohře by v extrémním případě mohla ohrozit i ústřední VD našeho podniku, i když v případě této průlomové vlny na VD Jesenice a reálné prognózy její propagace v území, by pracovníci VHD stačili učinit taková opatření (vzhledem k uvedeným předpokladům modelu), aby maximální hladina v nádrži nedostoupila do vypočítané úrovně.

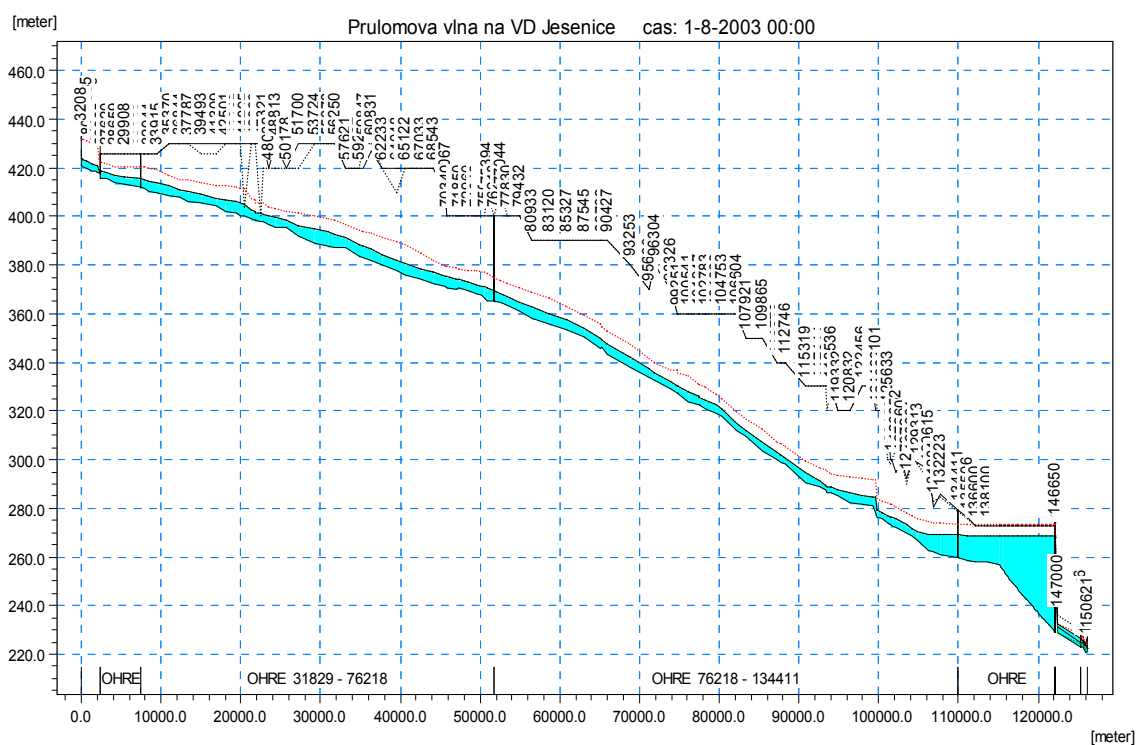
Z výpočtu této průlomové vlny zvláštní povodně by bylo možné získat a zpracovat mnoho podrobných výsledků, zejména týkajících se jejího průběhu jednotlivými lokalitami zasaženého území, ale z časových důvodů to není v tomto okamžiku možné. Lze to však v případě zájmu nebo potřeby provést dodatečně. Vyjímkou je tabulka výsledků maximálních hladin a průtoků téměř celého úseku průlomové vlny v závěru tohoto odstavce (str. 11 až 13).

Hlavním požadavkem zadání bylo stanovení rozsahu ohroženého území. Tomuto požadavku byly přizpůsobeny i prezentace výsledků modelového výpočtu. Hlavním prezentačním výsledkem jsou proto poměrně podrobné mapy zátopového území průlomové vlny, zpracované v samostatné příloze této práce – podrobněji viz odst. 7. Přesto ale i některé další zajímavé výsledky jsou uvedeny v pokračování tohoto odstavce.

Jedním z nejzajímavějších výsledků modelu průlomové vlny jsou animace průběhu hladiny zejména v podélném profilu, které umožňuje zobrazit prezentační software systému Mike 11. Ty ovšem nelze prezentovat jinak, než s použitím výpočetní techniky. Přesto ale je možné podélný profil s hladinou v určitém okamžiku simulačního času přetisknout, jak ukazuje obr. č. 2 a jeho dílčí modifikace na obr. č. 3 a 4.

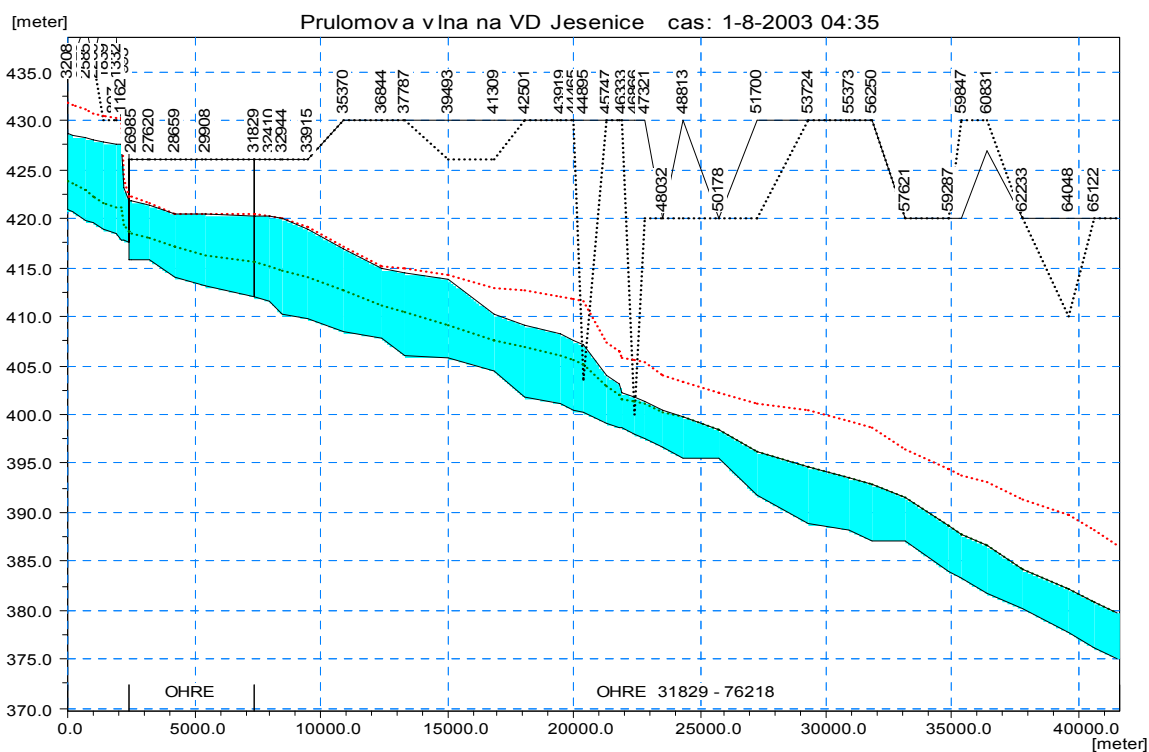
V uvedených obrázcích jsou čárkovanými čarami zobrazeny maximální (červená) a minimální (zelená) dosažené hladiny při průchodu průlomové vlny po toku v čase.

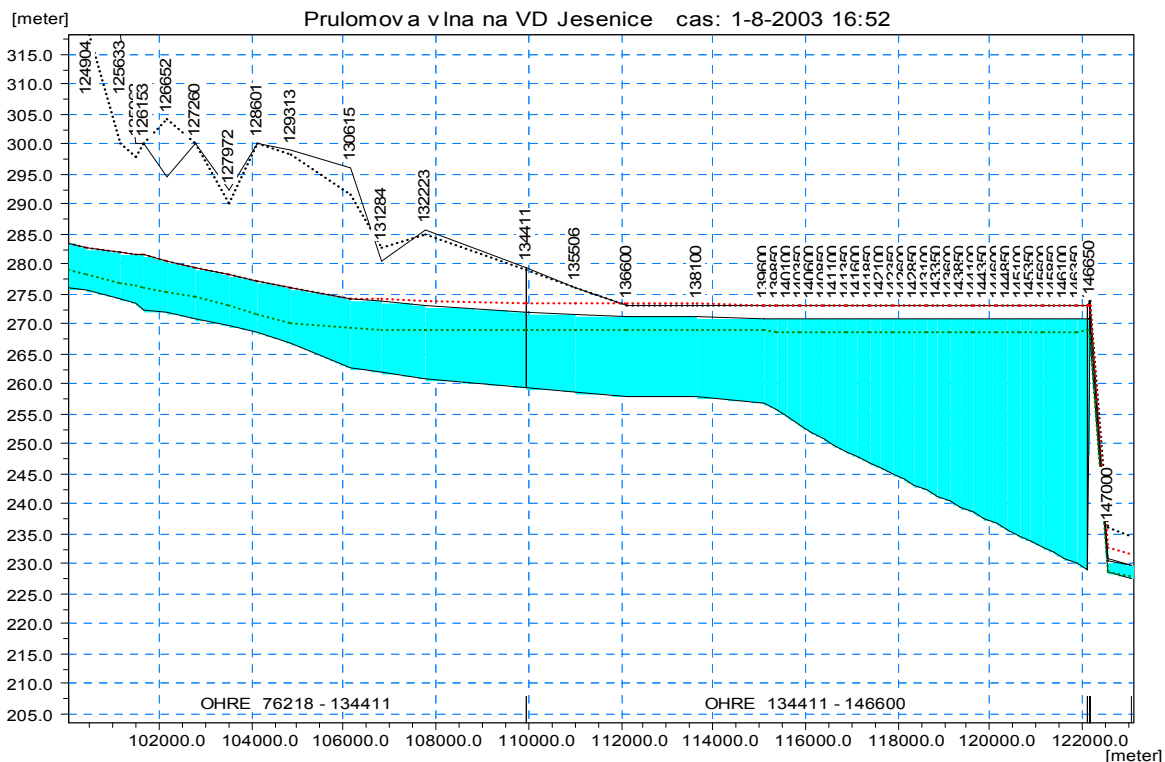
V obr. č. 2 je znázorněn podélný profil celého zasaženého úseku Odravy a Ohře v simulačním čase 0 min. (simulace byly řešeny ve zvoleném kalendářním čase od 1.8.2003 00:00 hod:min do 3.8.2003 24:00) V obr. č. 3 je znázorněn horní úsek - Odrava a část Ohře - v čase 1.8.2003 04:35 a je na něm vidět, že zatímco na Odře už hladina po kulminaci klesá, v modelovém staničení 39.500 (Sabina pod Kynšperkem) je právě počátek kulminace a v úseku pod tímto profilem kulminace vlny teprve nastane.



obr. č. 2

obr. č. 3



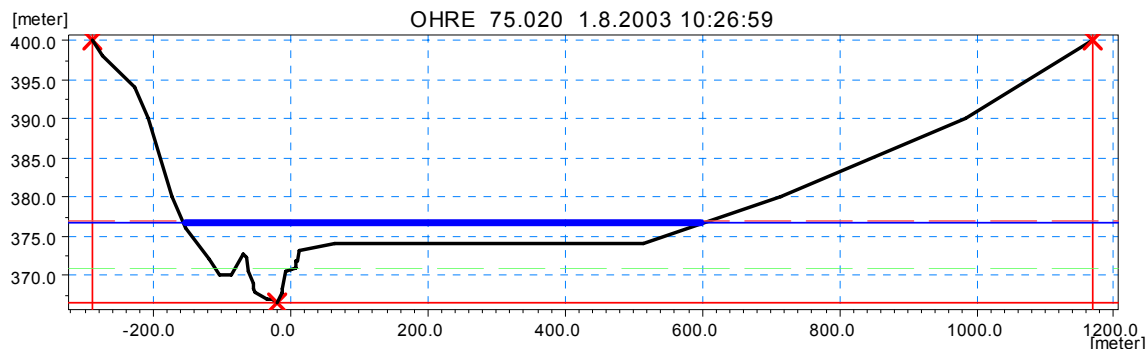


obr. č. 4

Obr. č. 4 zahrnuje dolní úsek Ohře od VD Kadaň po VD Nechanice a znázorňuje okamžik, kdy nastává kulminace na vltoku do nádrže VD Nechanice – simulační čas 1.8.2003 16:52.

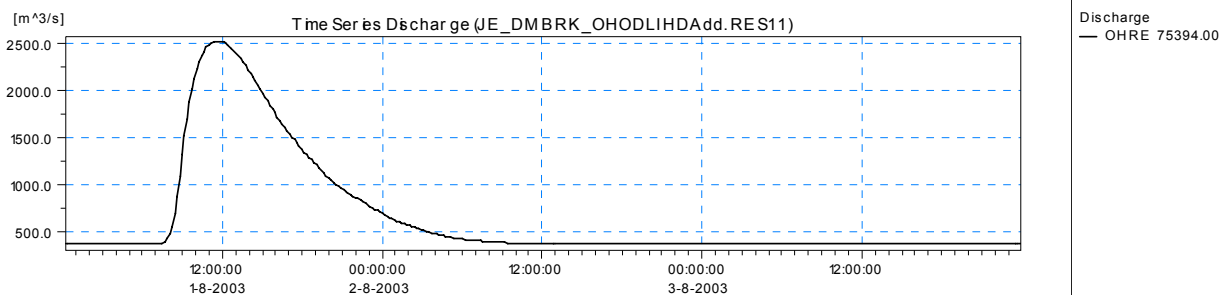
Další prezentované výsledky z výpočetního software ukazují obr. č. 5, 6 a 7.

Obrázek č. 5 zobrazuje příčný profil Ohře v Karlových Varech nad zaústěním Teplé (km. 75.020 – modelové staničení). Je na něm zobrazena okamžitá poloha hladiny v čase 10 hod. 27 min po začátku simulace. Tato hladina je současně hladinou kulminační (ztotožňuje se s červenou čárkovanou čarou její maximální polohy), výchozí stav v čase 0 min. vyznačuje zelená čárkovaná linie. Z obrázku a z podrobných výsledků je vidět, že průlomová vlna vzniklá na VD Jesenice vybřeží do pravého břehu této lokality intravilánu Karlových Varů do vzdálenosti asi 600 m s výškou záplavy okolo 3 m. Inundačním územím Teplé se tato vlna bude šířit ještě do značné větší vzdálenosti od Ohře.



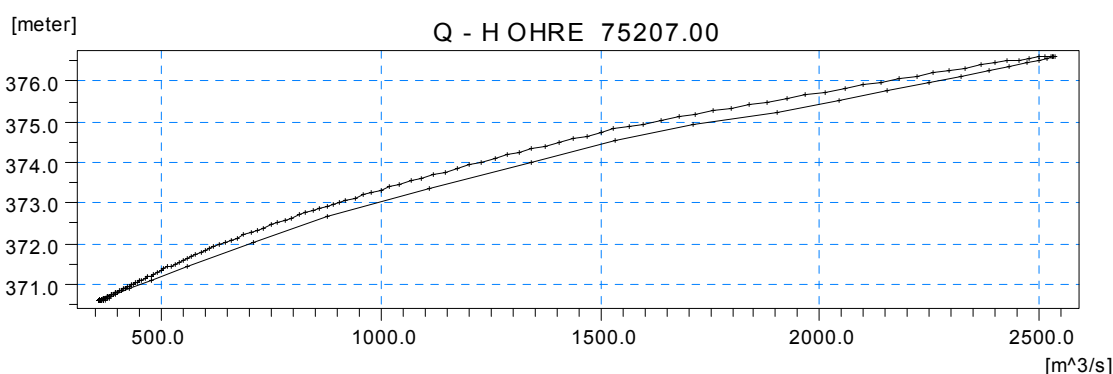
obr. č. 5

Na obr. č. 6 na další stránce je znázorněn časový nárůst a pokles průtoku (hydrogram průlomové vlny) přibližně v témže profilu v Karlových Varech, jako v případě obr. č. 5.



obr. č. 6

Obr. č. 7 je vyjádřením měrné křivky průtoků v proužku shodném s obr. č. 5. Důsledkem průtokové vlny (neustáleného proudění) jsou mírně rozdílné tyto $Q - h$ vztahy na vzestupné a sestupné větvi průlomové povodně.



obr. č. 7

Předposledním výstupem odst. 6. je tab. č. 2. V ní jsou zpracovány kóty hladin kulminačních průtoků a průměrné hloubky záplavy v inundačních územích vybraných sídelních útvarů.

Hladiny a hloubky v záplavených územích vybraných sídelních útvarů v trati Odry a Ohře									
tok	lokalita	břeh	profil	staničení modelové	staničení říční	prům. kóta zaplaveného území	kulminační hladina	průměrná hloubka záplavy	šířka záplavy
				[km]	[ř. km]	[m n. m.]	[m n. m.]	[m]	[m]
Odry	obec Odry	pravý	P3	0.807	0.807	421.00	422.32	1.3	120
Ohře	Kynšperk	pravý	38	32.410	217.590	415.00	420.23	5.2	250
	Citice nad želez. mostem	levý	55	44.465	205.535	406.20	411.73	5.5	220
	Sokolov	pravý	PF37	48.813	201.187	399.00	403.25	4.3	600
	Loket	levý	89	59.287	190.713	388.90	394.38	5.5	60
	Karlovy Vary nad Teplou	pravý	109	75.020	174.980	374.00	377.02	3.0	600
	Stráž nad Ohří	levý	PF112	104.068	145.932	323.00	326.64	3.6	70
	Klášteřec n. O. nad želez. m.	levý	PF8A	117.826	132.174	293.00	295.68	2.7	20
	Kadaň	levý	P20	124.904	125.096	279.80	282.89	3.1	50

tab. č. 2

Následující str. 11 až 13 jsou vyhrazeny již výše zmíněné tabulce výsledků maximálních hladin a průtoků téměř celého úseku průlomové vlny, z níž lze vyčíst např. i hodnoty kulminačních průtoků pro lokality uvedené v tab. č. 2.

7.

Mapové a další výstupy ze studie.

V odst. 2. jsou jako hlavní výstupy ze studie uvedeny zejména tato zpráva a mapové situace se zákresem zátopové čáry propagace průlomové vlny v území pod VD. Tyto dva materiály nejsou ovšem jedinými výstupy této studie. Mezi těmi, v odst. 2. neuvedenými, je třeba jmenovat zejména přiložený CD disk, s plně funkčním (výsledným tvarem) výpočtového modelu a se všemi dalšími důležitými výstupy ze studie v digitální podobě. Také je možné znovu připomenout skutečnost uvedenou na jiném místě zprávy, že za výstup lze též považovat materiál „VD Jesenice - Parametry zvláštních povodní“, zpracovaný pražskou akciovou společností „Vodní díla – TBD a. s.“, který jsem v plném znění připojil k této zprávě.

7.1. Mapové situace se zákresem zátopové čáry průlomové vlny.

Vedle zprávy této studie průlomové vlny na VD Jesenice jsou druhou samostatnou částí situace v měř. 1 : 25 000, zpracované v GIS MapInfo. Základ těchto mapových situací, včetně „osazených“ rastrových map ZM10, jsem převzal z povodňových modelů Horní a Střední Ohře a z povodňových modelů jejich hlavních přítoků.

Grafické zobrazení území, ohroženého zvláštní povodní, je v situacích provedeno formou zákresu zátopové čáry průlomové vlny, jež je „obálkou“ zátopových čar kulminačních průtoků v jednotlivých dílčích úsecích obou toků (Odravy i Ohře), shodně jako v případech zátopových čar při „normálních“ povodňových průtocích.

Zátopové čáry průlomové vlny byly zpracovány ve spolupráci s firmou Hydrossoft Vele-slavín, s- r. o.

Existence dříve řešených povodňových modelů umožnila - pro porovnání rozsahu zátopy při řešené průlomové vlně, s rozsahem zátopy při „normální“ povodni - ponechat v prezentovaných situacích i zátopovou čáru povodně Q_{100} . Řešená průlomová vlna má v celé délce vyšší hodnoty kulminačních průtoků a tedy i hladin, než povodeň Q_{100} . Logickým důsledkem je i větší rozsah (šířka) zátopy. V mnoha úsecích ovšem, vzhledem ke kaňonovitému charakteru údolí (zaříznutému, se strmými svahy), je rozsah zátopy průlomové vlny větší než zátopa Q_{100} jen nepatrně, nebo někde prakticky i téměř sleduje zátopu povodně Q_{100} .

V souvislosti se zákresem zátopové čáry průlomové vlny stojí za zmínku ještě jedna skutečnost. Ve výpočtovém modelu této průlomové vlny byla ponechána i větev Ohře nad soutokem s Odravou a také větev Libockého potoka. Z toho důvodu model napočítal i propagaci vlny (neustáleného proudu) do výústních úseků těchto větví. Z hydraulického hlediska došlo k tomu, že postupný nárůst hladiny průlomové vlny na soutoku s uvedenými úseky Ohře a Libockého potoka převýšil hladiny odpovídající v nich zadaným konstantním průtokům (Q_{10} a Q_{100} - viz str. 5) a voda začala natékat do vtokových partií těchto úseků. Rozsah zátopy v těchto partiích je tedy samořejmě také větší, než při Q_{100} . Po vyrovnání hladin s kulminační hladinou průlomové vlny, objem nateklý do větví, začal spolu s daným povodňovým průtokem vytékat zpět do Ohře. Uvedený nátokový jev respektuje i zakreslená čára průlomové vlny, která je do uvedených větví „zatažena“ a napojena až do míst vyrovnání s čárou Q_{100} .

Kromě zátopy průlomové vlny a zátopy Q_{100} jsou v situacích zakresleny i mnohé další informace – zkonstruované osy toků s říčním staničením, umístění výpočtových profilů modelu, umístění mostních a jezových objektů s popisy a vyznačeny jsou také přítoky.

poznámka:

popis uvedených grafických informací – např. vysvětlení ke zkonstruování os toků, k modelovému i nově zkonstruovanému staničení říčnímu a k údajům o dalších objektech – v této zprávě není a v podrobnostech proto odkazují na studie výše uvedených povodňových modelů, kde tyto informace uvedeny jsou.

Na závěr tohoto odstavce ještě uvedu, že popsané mapové situace jsou zpracovány také digitálně na přiloženém CD disku. Zde jsou v příslušných souborech v adresáři GIS, kde jsou jednak ve formátu GIS MapInfo, ve kterém byly zpracovány, ale také ve formátu GIS ArcView, do kterého byly na závěr převedeny pro uživatele tohoto systému – viz též odst. 7.3.

7.2. Příloha zprávy.

V příloze této zprávy je materiál „VD Jesenice - Parametry zvláštních povodní“, zpracovaný pražskou společností „Vodní díla – TBD a. s.“ Ten byl jedním ze základních výchozích podkladů pro řešení této studie propagace průlomové vlny.

Materiál kromě jiného obsahuje základní údaje a technické parametry VD Jesenice, stručný popis jednotlivých funkčních objektů, hydrologické údaje a údaje o manipulacích na díle. Dále obsahuje základní předpoklady a podmínky variantních řešení vzniku poruch díla a z nich odvozené parametry odpovídajících variant průlomové vlny, zejména výsledně doporučené – parametry průtokové, hladinové a objemové, vše vztaženo k času začátku poruchy.

7.3. CD disk přiložený ke studii průlomové vlny.

Součástí studie je i přiložený CD disk, na němž jsou jak výpočtové, tak i prezentační soubory – zprávy, tabulky, soubory GIS aj.

Obsah disku CD:

Výsledkové a datové soubory jsou na přiloženém CD-ROM rozděleny do následujících podadresářů, ve kterých jsou soubory těchto výstupů.

- podadresář Zpráva
obsahuje tuto zprávu, její úvodní listy, soubor s polepkou desek studie a grafické soubory leteckých fotek VD Jesenice, použitých na titulním listu a na deskách studie
- podadresář Model - výpočty
v tomto podadresáři jsou všechny aktuální modelové výpočtové soubory, které po spuštění výpočtu (v prostředí Mike 11, verze 2001) - bez úprav vstupních podmínek - dají přesně shodný výsledek, jaký je prezentován ve výsledkových souborech „JE_DMBRK_OHODLI.RES11“ a „JE_DMBRK_OHODLIHDAAdd.RES11“.
- podadresář GIS
obsahem je zpracovaná situace celého předmětného území studie zvláštní povodně VD Jesenice se zátopovými čarami průlomové vlny a s dalšími vektorově zpracovanými datovými strukturami (viz též odst. 7.1.), včetně rastrů map ZM 10. V adresáři jsou spouštěcí soubory pro GIS MapInfo (*.wor) i pro GIS ArcView (*.apr).
- podadresář Vstupy a výstupy
v podadresáři je upravený soubor vstupního hydrogramu průlomové vlny ve formátu „*.xls“, dále celý výsledkový soubor (ze str. 11 až 13 této zprávy) v témže formátu „*.xls“ a soubory „*.hc1“, v nichž jsou profily celého předmětného úseku Odry i Ohře, které v této podobě byly použity i ve výpočtovém modelu (Mike 11).

Uvedený obsah (včetně jmen některých souborů) je též v ochranném obalu přiloženého CD disku.

8. Závěr.

Studie zvláštní povodně na VD Jesenice řeší propagaci průlomové vlny do koryta a zátopových inundačních území Odry a Ohře až pod VD Nechanice. Vstupní hydrogram této vlny byl stanoven pražskou akciovou společností „Vodní díla – TBD a. s.“, v rámci zpracování 1. etap tzv. zvláštních povodní pod názvy „VD – název díla - Parametry zvláštních povodní“ (celá tato práce pro VD Jesenice je v příloze této zprávy).

Výchozími podklady této práce byly studie povodňových modelů Horní a Střední Ohře a jejich hlavních přítoků, které oddělení HEPS v Terezíně zpracovalo ve druhé polovině devadesátých let. Výpočtové modely z těchto studií (v systému Mike 11) byly dodatečně spojeny a pro potřeby výpočtů průlomových vln značně upraveny. Jako podklad pro zpracování této práce i pro její výstupy bylo použito i digitální zpracování mapových podkladů se zátopovými čarami „klasických“ povodní v GIS MapInfo.

Výpočtové práce byly provedeny pro průlomovou vlnu danou vstupním hydrogramem, tedy pro neustálený průtok. Výsledkem výpočtu modelem Mike 11 je stanovení parametrů této vlny v úseku Odry od VD Jesenice a v celém úseku Ohře od zaústění Odry až pod VD Nechranice. Nejdůležitějšími výsledky jsou stanovené průtoky a úrovně hladin v jednotlivých profilech modelu a jejich časový průběh. Z nich jsou určeny kulminační hodnoty, které jsou prezentovány v této zprávě a ve zpracovaných situacích – zátopová čára průlomové vlny. Zátopová čára byla zpracována ve spolupráci s firmou Hydrossoft Velešlavín, s. r. o. Určuje rozsah území, které by bylo zasaženo průlomovou vlnou, kdyby k předpokládané havárii na VD Jesenice skutečně došlo.

Hodnoty výsledků jsou podrobně popsány v odst. 6. Průlomová vlna o kulminačním průtoku $6050 \text{ m}^3/\text{s}$ v profilu pod VD Jesenice a o objemu 73 mil. m^3 se při průchodu uvedeným územím ztransformuje na $2350 \text{ m}^3/\text{s}$ na vtok do nádrže VD Nechranice a vlastní nádrž (za daných vstupních podmínek naplnění nádrže a manipulací dle MŘ) pak tento průtok ztransformuje ještě o více než polovinu – na hodnotu $1050 \text{ m}^3/\text{s}$. Kulminační stavy zatěžují inundace v některých úsecích i hloubkami většími než 5 m a šířky záplav jsou mnoha případech i stovky metrů, což se týká i některých měst v území.

Výstupem ze studie je jak tato zpráva se zpracovanými výsledky, tak i situace se zátopovými čarami průlomové vlny. To ovšem nejsou výstupy jediné. Součástí je též přiložený CD disk se vstupy a výsledky v digitální podobě.

Obsahem CD disku jsou všechny hlavní vstupní podklady a výpočtové i prezentační výstupy ze studie. Tato forma zpracování umožňuje zájemcům prohlížet si mnohem podrobněji výsledky studie, než to umožňuje jen „papírový“ výstup. Navíc dovoluje provádět další dodatečné výpočty.

V adresáři „Model – výpočty“ je uvedena konečná podoba výpočtového modelu (který lze použít pro další výpočty) a výsledkové soubory provedeného výpočtu průlomové vlny.

V adresáři GIS jsou zpracované soubory mapových situací se zátopovými čarami průlomové vlny a s dalšími zpracovanými datovými strukturami. Jsou zde také spouštěcí soubory pro GIS MapInfo i ArcView.

V Terezíně 26. 9. 2003

Ing. Zdeněk Klíma
oddělení HEPS v Terezíně

Literatura a další použité podklady.

- Hydraulika pro vodohospodářské stavby - Boor, Kunštátský, Patočka
- SNTL/ALFA - 1968 [1]
- Základy hydrauliky a hydrologie pro inženýrské konstrukce a dopravní stavby
- Kunštátský, Patočka – SNTL/SVTL - 1966..... [2]
- Hydraulika pre stavebných inžinierov /1/ – Mäsiar, Kamenský – ALFA - 1986..... [3]
- manuály programu Mike 11 [4]
- manuály programu Hydrocheck 1 a 2 [5]
- manuál GIS MapInfo [6]
- VD Jesenice - Parametry zvláštních povodní - Vodní díla – TBD a. s. Praha - 2001
- je přílohou této zprávy [7]
- Povodňové modely Horní a Střední Ohře a povodňové modely přítoků - soubor studií
- Povodí Ohře, s. p., odbor HEPS, pracoviště Terezín - 1997 až 2001..... [8]
- Korytové modely Horní, Střední a Dolní Ohře a korytové modely přítoků - soubor studií
- Povodí Ohře, s. p., odbor HEPS, pracoviště Terezín a Hydrosoft Veleslavin, s.r.o.
- 1994 a 1998 až 2001 [9]
- Přehrada Nechanice, Hydraulická zabezpečení – VRV Praha - 1981..... [10]
- Manipulační řady VD Nechanice a VD Kadaň a mnoho dalších materiálů k VD
a objektům v povodí – podnikových i vlastních [11]

Příloha.

„VD Jesenice - Parametry zvláštních povodní“ - Vodní díla – TBD a. s. Praha