

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2020

**ANNA
KUTNAROVÁ**

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydrotechniky



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Bezpečnost VD Nechanice při povodních po
rekonstrukci bezpečnostního přelivu**

**Flood Safety of the Nechanice Dam after Rehabilitation
of the Spillway**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.

prosinec 2020

Anna KUTNAROVÁ

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Kutnarová</u>	Jméno: <u>Anna</u>	Osobní číslo: <u>460684</u>
Zadávací katedra: <u>k142 - katedra hydrotechniky</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Vodní hospodářství a vodní stavby</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Bezpečnost VD Nechanice při povodních po rekonstrukci bezpečnostního přelivu</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Flood Safety of the Nechanice Dam after Rehabilitation of the Spillway</u>	
Pokyny pro vypracování: Vypracujte posouzení VD Nechanice při povodních v souladu s platnou ČSN 752935 při využití aktualizovaných konštruktivních klíčků po rekonstrukci bezpečnostního přelivu. - stanovte mezní bezpečnou hladinu - vypočítejte kontrolní maximální hladinu pro teoretickou povodňovou vlnu PV10000. Die získaných výsledků navrhnete dodatečná technická opatření pro převádění povodňových vln s vyšším kulminačním průtokem, jiným celkovým objemem či jiným tvarem hydrogramu PV při zachování zbývajících charakteristik.	
Seznam doporučené literatury: Přehrady, Broža, V., Kratochvíl, J., Peter, P., Votruba, L., 04-728-87, SNTL 1987 Skriptum Navrhování přehrad, Broža, V., Satrapa, L.; 1996 ČSN 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních a další odborná literatura z oblasti přehradního stavitelství se vztahem k tématu diplomové práce a relevantní technické normy, zejména ČSN 75 2340 Navrhování přehrad - Hlavní parametry a vybavení; ČSN 75 2310 Sypané hráze, ČSN 73 1208 Navrhování betonových konstrukcí vodo hospodářských objektů, příslušné EC a legislativní předpisy, vyhláška 590/2002 Sb. a 255/2010 Sb. (úprava 471/2001 Sb.)	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>23.9.2020</u> Termín odevzdání diplomové práce: <u>3.1.2021</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datým výkresovým plánem příslušného ak. roku</small>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.	
<u>23.9.2020</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

.....
Praha, 3.1.2021

.....
Anna Kutnarová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala všem, kteří mi poskytli potřebné informace a odborné konzultace potřebné k sepsání této závěrečné práce.

V první řadě patří poděkování Ing. Miroslavu Broučkovi, Ph.D. za množství času, který mi věnoval při konzultacích. Stejně tak bych chtěla poděkovat kolegům z firmy Vodní díla – TBD a.s., kteří mi poskytli veškeré potřebné podklady o VD Nechanice a vždy si našli čas pro zodpovězení dotazů k těmto podkladům. Mé díky patří také rodinným příslušníkům, kteří provedli korekturu práce, nebo pomohli s překladem anglických částí.

Nakonec bych také ráda poděkovala své rodině a blízkým za jejich podporu během celého studia, a hlavně za jejich trpělivost.

Děkuji.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je podle ČSN 75 2935 zpracovat posouzení bezpečnosti vodního díla Nechranice při povodních po rekonstrukci všech tří polí bezpečnostního přelivu. Text práce je členěn na jednotlivé části dle ČSN 75 2935 a obsahuje tak na začátku tři rešeršní části, které zahrnují hlavní parametry posudku, stručný popis a technické parametry posuzovaného vodního díla a hlavní podklady pro zpracování posudku.

Hlavní část obsahuje vlastní posouzení bezpečnosti vodního díla Nechranice při povodních. Nejprve byla stanovena mezní bezpečná hladina (MBH) na základě kóty předpokládaného nejnižšího místa horní hrany jílového těsnicího jádra. Takto zvolená hladina byla následně porovnána s kontrolní maximální hladinou (KMH), která je maximální dosaženou hladinou v nádrži při transformaci povodňové vlny PV 10 000. Transformace byla provedena ve čtyřech různých variantách, jako rozhodující pro posouzení bezpečnosti byla použita ta nejméně příznivá. Vzhledem k tomu, že kontrolní maximální hladina vyšla o 0,18 m nad mezní bezpečnou hladinu, byla v závěrečné části navržena 3 různá nápravná opatření, z toho dvě by vyžadovala stavební úpravy tělesa hráze.

Klíčová slova: vodní dílo Nechranice, povodňová vlna, transformace povodňové vlny, mezní bezpečná hladina, kontrolní maximální hladina, bezpečnostní přeliv, těsnicí jádro

ABSTRACT

The objective of this thesis is to assess the safety of the Nechranice dam during floods after the reconstruction of all three fields of the safety spillway. The assessment is done in accordance with the standards set in ČSN 75 2935 and is divided accordingly. The first background research part includes the main assessment parameters, a brief description and technical parameters of dam safety assessment and the main resources for the assessment itself.

The main part of the thesis consists the safety assessment of the Nechranice dam during a flooding event. The maximum safe water elevation (MSWE) was established based on the elevation of the estimated lowest point of the top limit of the impermeable clay core. This elevation was then compared to the control maximum water elevation (CMWE), which is the maximum flood control level during transformation of a 10 000 year flood event. The transformation was performed in four distinct scenarios and the least favorable result was used for the safety assessment. Given that the control maximum water elevation was determined to be 0.18 m above the maximum safe water elevation, the conclusion of the thesis offers three remedial measures, two of which would require structural alteration to the body of the dam.

Key words: Nechranice dam, flood event, transformation of a flood event, maximum safe water elevation, maximum control water elevation, safety spillway, impermeable core

Obsah

ÚVOD.....	10
A ÚVODNÍ ČÁST	11
B ÚČEL A POPIS VODNÍHO DÍLA.....	12
B.1 Účel vodního díla.....	12
B.2 Rozdělení prostoru nádrže	12
B.3 Základní technické parametry vodního díla.....	13
B.4 Popis vodního díla.....	15
B.4.1 Stavba a provoz vodního díla	15
B.4.2 Popis objektů vodního díla	16
C ZÁKLADNÍ ÚDAJE A PODKLADY	19
C.1 Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla při povodni	19
C.2 Hydrologické podklady.....	20
C.2.1 Základní hydrologické údaje	20
C.2.2 Kontrolní povodňová vlna	20
C.2.3 Kontrolní povodňové vlny z roku 1997.....	23
C.3 Technické parametry a podklady	24
C.3.1 Geodetické podklady	24
C.3.2 Vrtný průzkum koruny hráze VD Nechanice.....	25
C.3.3 Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu	27
C.4 Okolnosti ovlivňující bezpečnost vodního díla při povodni	28
C.4.1 Manipulace za povodní dle platného manipulačního řádu	28
C.5 Hydraulické výpočty	30
D STANOVENÍ MEZNÍ BEZPEČNÉ HLADINY	32
E STANOVENÍ KONTROLNÍ MAXIMÁLNÍ HLADINY V NÁDRŽI	34
E.1 Podmínky transformace	35
E.2 Podmínky odtoku z nádrže.....	35

E.3	Varianty výpočtu transformace.....	36
E.3.1	Varianta 1 a 2:.....	36
E.3.2	Varianta 3 a 4:.....	36
E.4	Výsledky	36
F	ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ	38
G	NÁPRAVNÁ A NOUZOVÁ OPATŘENÍ.....	40
G.1	Model proudění.....	40
G.2	Navýšení vnitřního těsnění hráze.....	41
G.3	Nouzový přeliv s odplavitelným hrazením.....	42
	45
H	POUŽITÉ PODKLADY.....	46
I	Seznam obrázků a tabulek	47
I.1	Seznam obrázků.....	47
I.2	Seznam tabulek	47
J	SEZNAM PŘÍLOH	48

ÚVOD

Pro diplomovou práci jsem si vybrala zpracování posudku bezpečnosti vodního díla Nechranice při povodních. Tento výběr vzešel z konzultací s Ing. Ondřejem Švarcem, který je hlavním pracovníkem technickobezpečnostního dohledu na tomto díle. Vzhledem k rekonstrukci bezpečnostního přelivu již neplatí posudek předchozí z roku 1999, a je tedy třeba zpracovat posudek nový, který již bude vycházet z dat pro bezpečnostní přeliv po rekonstrukci všech tří polí.

Cílem práce je tedy posouzení bezpečnosti VD Nechranice za povodní, podle ČSN 75 2935. Podle této normy „Posouzení bezpečnosti při povodni podléhají vodní díla, nad kterými se provádí technickobezpečnostní dohled a jejichž součástí je vzdouvací stavba, která přehrazuje údolí toku a vytváří nádrž nebo průtočné odkaliště a u kterých nelze v důsledku nekontrolovaného naplnění vodní nádrže za mimořádné hydrologické situace vyloučit přelítí koruny hráze s nebezpečím jejího porušení.“ (1)

Pro případ provozovaných vodních děl dle normy platí, že je nutné provést posouzení při změně podmínek a přehodnocení původních předpokladů, která ovlivňují bezpečnost vodního díla při povodních. (1) Toto je případ vodního díla Nechranice, u kterého se s rekonstrukcí bezpečnostního přelivu změnila jejich kapacita i možnosti manipulace s jednotlivými uzávěry.

Diplomová práce je členěna podle pravidel ČSN 75 2935 na části A až I. Výchozím podkladem pro posouzení bezpečnosti vodního díla při povodních je kontrolní povodňová vlna (KPV).

A ÚVODNÍ ČÁST

Posouzení bezpečnosti při povodních se provádí v rámci technickobezpečnostního dohledu a je součástí souhrnné etapové zprávy o TBD. Pro VD Nechanice je posouzení zpracováno z důvodu rekonstrukce bezpečnostního přelivu. Posudek byl zpracován v rozsahu a skladbě odpovídající ČSN 75 2935 – Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních. Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla odpovídá podle metodiky ČSN jeho kategorii. Ta je stanovena podle § 61 zákona č. 254/2001 Sb. na základě jeho významu z hlediska odhadované výše vzniklých škod a možnosti a rozsahu ztrát na lidských životech, ke kterým by při havárii hráze vodního díla teoreticky mohlo dojít.

Jako základní podklad pro technické parametry a popis VD byl použit platný manipulační řád VD Nechanice. Základním hydrologickým podkladem pro posouzení je kontrolní povodňová vlna (KPV) s pravděpodobností překročení odpovídající požadované míře bezpečnosti. Posudkem se hodnotí bezpečnost vodního díla při mezním zatížení vyvolaném průchodem KPV při současném zvážení konstrukčního typu a současného technického stavu VD a dodržení předpokladů a podmínek pro převádění povodní stanovených platným manipulačním řádem.

Pro ověření výškových poměrů koruny hráze a vlnolamu a polohy horní úrovně těsnícího jádra tělesa hráze bylo použito geodetické zaměření koruny a vlnolamu z roku 2018 a vrtný průzkum koruny hráze VD Nechanice.

Veškeré výškové údaje uváděné v textu posudku a v přílohách jsou ve výškovém systému Balt po vyrovnání.

B ÚČEL A POPIS VODNÍHO DÍLA

B.1 Účel vodního díla

Vodní dílo Nechranice je významná víceúčelová nádrž pod správou Povodí Ohře, s. p. Od roku 2004 zařazeno do I. kategorie vodních děl, do roku 2004 bylo VD řazeno mezi díla II. kategorie. Původně měla být zásoba vody v nádrži využívána výhradně pro zásobování severočeského průmyslu, zemědělství a pro vodárenské účely. Nádrž původně nebyla vůbec určena pro transformaci povodňových průtoků a neměla tak v nádrži vyhrazen žádný ovladatelný retenční prostor. Odběr vody pro účely průmyslu a zemědělství byl ovšem menší, než se předpokládalo, a tak byla koncem 70. let snížena hladina zásobního prostoru a v nádrži byl vymezen ovladatelný ochranný prostor. Dnes jsou hlavními funkcemi VD zajišťování minimálního zůstatkového průtoku pod hrází v profilu Stranná, zároveň má zásobní funkci pro vodárenství, severočeský průmysl, energetiku, zemědělství i rekultivaci. Díky vymezení retenčního prostoru je vodní dílo schopné snížení velkých vod na Ohři a zároveň částečné ochrany před povodněmi pro území pod hrází. Samozřejmě zde najdeme také MVE využívající spád pro výrobu elektrické energie.

Mimo tyto hlavní funkce může VD Nechranice sloužit také k likvidaci následků havárií, ovlivňování zimního průtokového režimu pod vodním dílem pro omezení nežádoucích ledových jevů. Díky své rozloze je nádrž vodního díla hojně využívána také pro rekreaci, vodní sporty a sportovní rybolov. (2)

B.2 Rozdělení prostoru nádrže

Mrtvý prostor

Dolní kóta	227,00 m n. m.
Horní kóta	233,70 m n. m.
Objem	1,085 mil. m ³
Zatopená plocha	66 ha

Stálé nadržení

Dolní kóta	233,70 m n. m.
Horní kóta	235,40 m n. m.
Objem	2,650 mil. m ³
Zatopená plocha	128 ha

Zásobní prostor	
Dolní kóta	235,40 m n. m.
Horní kóta	269,00 m n. m.
Objem	233,215 mil. m ³
Zatopená plocha	1222 ha
Ovladatelný ochranný prostor	
Dolní kóta	269,00 m n. m.
Horní kóta	271,90 m n. m.
Objem	36,562 mil. m ³
Zatopená plocha	1305 ha
Celkový ovladatelný objem nádrže	272,427 mil. m ³
Neovladatelný ochranný prostor	
Dolní kóta	271,90 m n. m.
Horní kóta	273,05 m n. m.
Objem	15,205 mil. m ³
Zatopená plocha	1338 ha
Celkový objem nádrže	287,632 mil. m ³ (2)

B.3 Základní technické parametry vodního díla

Těleso hráze	
Typ hráze	zemní s návodním těsněním
Kóta koruny hráze	274,5 m n. m.
Délka koruny hráze	3280 m
Šířka koruny hráze	9 m
Šířka komunikace na koruně hráze	6,5 m
Výška koruny hráze nade dnem údolí	47,5 m
Sklon návodního svahu	1:2,1; 1:16
Sklon vzdušního svahu	1:1,75; 1:20
Objem hráze	8,6 mil. m ³
Objem těsnícího jádra	0,6 mil m ³

Bezpečnostní přeliv a skluz

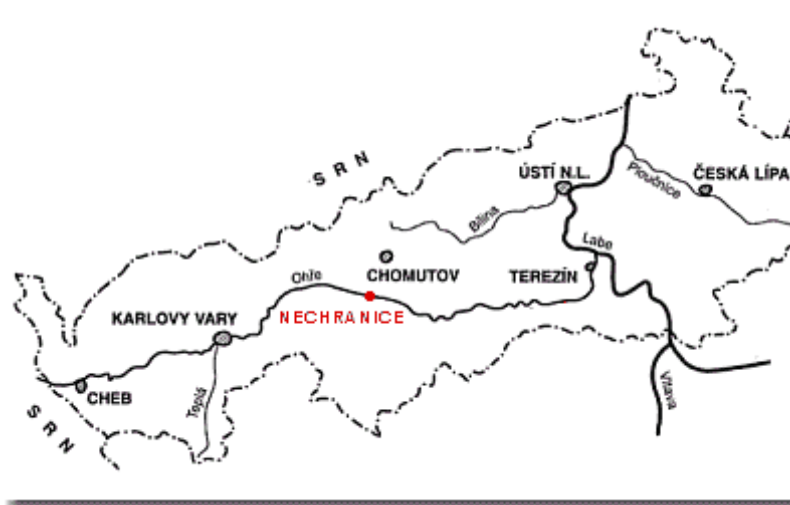
Typ přelivu	korunový
Délka přelivné hrany	43 m
Šířka skluzu ve dně	26 m
Spodní výpustě, odpadní chodba	
Velikost spodních výpustí	2 x DN 1800
Kóta osy vtoku	236,20 m n. m.
Kóta osy rozstřikovacího uzávěru	222,85 m n. m.
Maximální teoretická kapacita výpustí při hladině	271,90 m n. m.
	2 x 52,4 m ³ /s
Kóta dna odpadní chodby u věžového objektu	226,80 m n. m.
Délka odpadní chodby	475,3 m
Spád odpadní chodby (projektovaný)	1,2 – 9,1 ‰
Kóta dna vývaru	223,94 m n. m.

Elektrárna

Spád	44 m
Turbína	2x Kaplanova turbína
Maximální hltnost turbíny	16 m ³ /s
Maximální výkon turbíny	5 MW (2)

B.4 Popis vodního díla

B.4.1 Stavba a provoz vodního díla



Obrázek 1: Umístění VD Nechranice (2)

Vodní dílo bylo postaveno na řece Ohři přibližně v polovině délky toku na ř. km 103,44 (Obrázek 1). Výstavba hráze byla zahájena v lednu roku 1961 a probíhala do prosince roku 1968. První napouštění začalo 5. října 1967. Trvale v provozu je vodní dílo od roku 1970. Pro získání potřebného objemu nádrže bylo nutno přehradní profil posunout do místa, kde Ohře přechází z úzkého údolí do široké pánve, která je až do hloubky 350 m vyplněna neskálnými horninami obsahujícími uhelné sloje a vložky písků v jílovitých materiálech. Hráz byla tedy vystavěna v méně vhodném místě z hlediska geologických podmínek, ale výhodnějším z hlediska objemu vody ve vzniklé nádrži. (3)

Mezi lety 1998–2004 byla na základě zjištěných poruch provedena rozsáhlá oprava opevnění návodního svahu. Zároveň, aby se zamezilo podobným poruchám návodního opevnění v budoucnu, byla v manipulačním řádu upravena pravidla pro maximální rychlost snižování hladiny v nádrži. Při poklesu hladiny o více než 0,25 m za den dochází pod betonovými panely k vyplavování jemných částic a může dojít k opětovným poruchám opevnění návodního svahu hráze.

V roce 2004 byla dokončena první část rekonstrukce bezpečnostního přelivu. V této části byl původní hydrostatický sektor hradící střední pole bezpečnostního přelivu nahrazen zdvižným segmentem. V rámci této výměny byl práh středního pole snižen z původních 268,00 m n. m. na 263,00 m n. m., zároveň bylo pole zúženo z 15 na 13 metrů. Tato část rekonstrukce umožnila zlepšení manipulace s vodou v nádrži. Díky snížení prahu středního

přelivného pole se rozšířily možnosti manipulace v zásobním prostoru nádrže a zvýšila kapacita bezpečnostního přelivu.

Koncem roku 2018 byla zahájena druhá část rekonstrukce bezpečnostního přelivu, ta se týkala levého přelivného pole (Obrázek 2). V rámci této části došlo k výměně původního hydrostatického sektoru za dutou klapku se stejnou hradicí šířkou 15 m. V roce 2020 by měla být zahájena poslední, třetí část rekonstrukce, při které se stejným způsobem vymění hydrostatický sektor dosud hradící pravé přelivné pole BP. Rekonstrukce krajních přelivných polí zaručí zvýšení bezpečnosti vodního díla díky snadné a přesné regulaci, které původní hydrostatické sektory nebyly schopny.



Obrázek 2: Bezpečnostní přeliv

B.4.2 Popis objektů vodního díla

Vodní dílo je tvořeno přímou, jednou lomenou, sypanou, zemní hrází. Koruna hráze má kótu 274,50 m n. m., je široká 9 m a vede po ní místní komunikace. Svou délkou 3280 m je hráz nejdelší sypanou přehradní hrází ve střední Evropě. Na koruně hráze je betonový vlnolam. Maximální výška hráze nad terénem je 47,5 m. Pro zajištění stability byly v místě původního údolí řeky Ohře na návodní i vzdušní patě nasypány mohutné zatěžovací lavice. Šířka přehradního tělesa v základové spáře dosahuje až 800 m. Celkový objem tělesa hráze je 9,6 mil. m³. Těleso hráze je nasypáno z 8,7 mil. m³ šterkopísků a 0,9 mil. m³ sprašových hlín. (3)

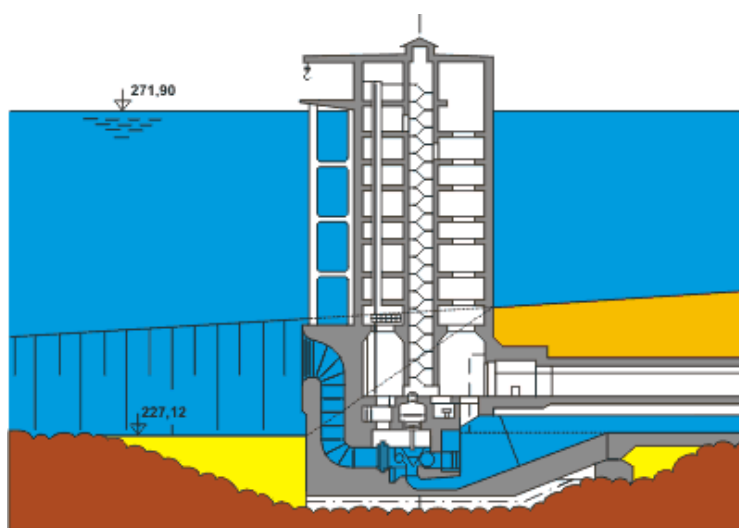
Hráz je nehomogenní s šikmým zemním těsněním ze sprašových hlín. V horní části má těsnění tloušťku 1,8 m a směrem dolů tloušťka lineárně roste až na hodnotu 6,5 m. (4)

Návodní svah je ve sklonu 1:2,1 a přitížen zatěžovací lavicí se sklonem svahu 1:16. Opevnění návodní strany hráze je z betonových panelů s dilatačními spárami vyplněnými pórobetonem. Toto opevnění bylo příčinou pozdějších poruch na návodním svahu. Proto byl návodní svah v letech 1998–2004 opravován. Následně byla navržena nová opatření v provozním řádu vodního díla tak, aby bylo zamezeno opětovné poruše návodního svahu.

Sklony vzdušního svahu jsou 1:1,75; 1:2 a 1:3. Zatěžovací lavice na vzdušní straně hráze je ve sklonu 1:20. Vzdušný svah je opevněn travním osevem a v horní části pásem křovin. (2)

V pravé části v nejhlubším místě nádrže u návodní paty hráze stojí věžový sdružený objekt (Obrázek 3). Původně měl stát mimo těleso hráze, pro vyloučení nepříznivého vlivu na sedání objektu. Následkem rozšíření hráze byl objekt částečně zasypán. Je založen na 134 konsolidačních pískových pilotách. Ve spodní části tvaru kvádrů jsou uloženy dvě Kaplanovy turbíny s oběžnými koly o průměru 1460 mm a instalovaným výkonem 2 x 5 MW. Od roku 1997 prošel provoz a zařízení elektrárny postupnou rekonstrukcí. Mimo jiné byly rekonstruovány rozvodny, generátory, byl instalován výkonný řídicí systém a oběžná kola turbín byla nahrazena novými a účinnějšími. Nyní patří vodní elektrárna Nechranice k nejmodernějším provozům svého druhu u nás.

Hráz je vybavena dvěma spodními výpustěmi DN 1800 a kapacitou $2 \times 50,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Ty jsou napojeny přímo na spirály turbín a vyústěny nad savkou do odtokové štolky. (3)



Obrázek 3: Sdružený objekt (2)

Korunový železobetonový bezpečnostní přeliv je umístěn v levé části hráze. Původní bezpečnostní přeliv měl tři pole o 3×15 metrů hrazená hydrostatickými uzávěry na výšku 4 m. Celková kapacita při vyhrazení přelivu byla 680 m^3 . Vzhledem k nevhodnosti hydrostatických uzávěrů pro pohotovostní manipulace bylo rozhodnuto o úpravě přelivního objektu. V první fázi byl prostřední hydrostatický uzávěr vyměněn za zdvižný segment. Prostřední pole bylo kvůli tomu zúženo na 13 m a hradící výška středního pole je nyní téměř 8 m. Před přelivem byl také vybudován vlnolam kvůli ochraně přelivu před vysokými vlnami, které na nádrži Nechranice vznikají kvůli velikosti nádrže i otevřenému prostoru kolem ní. Vlnolam je tvořen normou stěnou na železobetonových sloupech. Kapacita přelivu se po této úpravě zvýšila na $1193 \text{ m}^3/\text{s}$. Po dokončení rekonstrukce bude přeliv tvořen středním polem se segmentovým uzávěrem a dvěma krajními poli s klapkovými uzávěry. (3)

Na přeliv navazuje 600 m dlouhý skluz s lichoběžníkovým příčným profilem, ve dně 26 m široký se sklony svahů 1:2. Skluz je částečně zapuštěn do terénu. Spád dosahuje maximální hodnoty ve střední části, kde dosahuje 12 %, v horní části je spád 1.5 % a v dolní 2,5 %. Ukončen je vývarem délky 110 m. (3)

C ZÁKLADNÍ ÚDAJE A PODKLADY

C.1 Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla při povodni

Vodní dílo Nechranice bylo podle svého významu a rozsahu možného ohrožení území pod přehradním profilem zařazeno dle § 61 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách do I. kategorie.

Pod vodním dílem protéká Ohře přirozeně meandrujícím průměrně 50 metrů širokým přírodním korytem. V prvních deseti kilometrech se v blízkosti řeky nachází několik menších obcí do 100 obyvatel, ale z větší části v tomto úseku protéká řeka mezi zemědělsky využívanými poli a loukami. Poté protéká Ohře městem Žatec, v tomto 1,5 km dlouhém úseku je po obou stranách toku hustá zástavba rodinných i bytových domů. Dalších 20 km pak tok protéká širokým údolím s velkým množstvím zemědělsky využívaných polí a několika obcemi do 150 obyvatel. V následujícím úseku protéká řeka v blízkosti Postoloprta pod inundačním mostem a poté obcí Březno. Dále pokračuje mezi poli dalších 6 km do obce Lenešice a hned poté do města Louny. V Lounech se po obou stranách toku nachází hustá obytná zástavba. V horní a dolní části jde převážně o rodinné domy, ve střední části města se na pravém břehu toku nachází z větší části bytová zástavba. Asi 8 km za Louny protéká Ohře obcí Černčice, které mají 1287 obyvatel a za nimi přichází 26 km dlouhý úsek procházející opět převážně mezi zemědělsky obdělávanými poli a deseti menšími obcemi v průměru do 200 obyvatel. 80 km pod profilem hráze přitéká Ohře k městu Libochovice. Za Libochovicemi prochází řeka v rychlém sledu Poplzemí, Radovesicemi a Žabovřesky nad Ohří až do Budyně nad Ohří. Za Budyní pak navazuje 3,5 km dlouhý úsek v lesním porostu, na konci přerušovaný obcí Hostěnice a dvěma kilometry zemědělsky obdělávaných polí, na které znovu navazuje zalesněný úsek dlouhý cca 1,7 km. Následně protéká Ohře mezi Brozany a Doksany, poté znovu lesním porostem do Bohušovic nad Ohří a následně do Terezína. V Terezíně protéká řeka mezi hlavní terezínskou pevností na levém břehu a malou pevností na břehu pravém. Za Terezínem se pak Ohře vlévá do Labe.

Vzhledem k výšce přehradní hráze, množství zadržené vody v nádrži a geometrické a morfologické charakteristiky údolí je možné předpokládat, že v případě havárie vodního díla by vznikla průlomová vlna s kulminací výrazně překračující přirozené povodně. Její účinek se ovšem podél toku postupně snižuje. Při takové havárii by škody postižené oblasti byly značné a týkaly by se škod na obytných domech a průmyslových i jiných objektech, ale

velmi pravděpodobně i nemalých ztát na lidských životech. Očekávané by bylo i poškození životního prostředí.

Pro účely rekatégorizace vodního díla Nechranice byla v roce 2003 modelována průlomová vlna, která vznikne havárií hráze při plném vzduť v nádrži. Při kulminačním průtoku průlomové vlny $22\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ by vlna zasáhla výše popsané území až do města Terežín. Celkem by bylo vlnou ohroženo přibližně 20 000 osob žijících v území na toku pod vodním dílem. Po přičtení přímých škod na díle a v území toku, ztrát způsobených jeho vyřazením z provozu a ostatních nepřímých škod byl faktor rizika stanoven na hodnotu $F = 6\,560$ bodů. Na základě tohoto posouzení bylo VD Nechranice v roce 2004 zařazeno do I. kategorie.

Na základě kategorizace vodního díla byla za požadovanou míru bezpečnosti díla zvolena pravděpodobnost výskytu kulminace KPV $P = 0,0001$ (doba opakování $N = 10\,000$ let). Pro vypracování posouzení je nezbytným hydrologickým podkladem hydrogram teoretické N-leté povodňové vlny určené N-letým kulminačním průtokem, typickým tvarem hydrogramu a příslušným objemem.

C.2 Hydrologické podklady

C.2.1 Základní hydrologické údaje

Vybrané hydrologické údaje jsou převzaty z platného MŘ.

Plocha povodí	3590,3 km ²
Průměrný dlouhodobý roční průtok (Q_a)	30,8 m ³ .s ⁻¹
Průměrný dlouhodobý úhrn ročních srážek	727 mm

N – leté průtoky (Q_N) v m³.s⁻¹

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	199	270	372	453	539	657	753/339/686

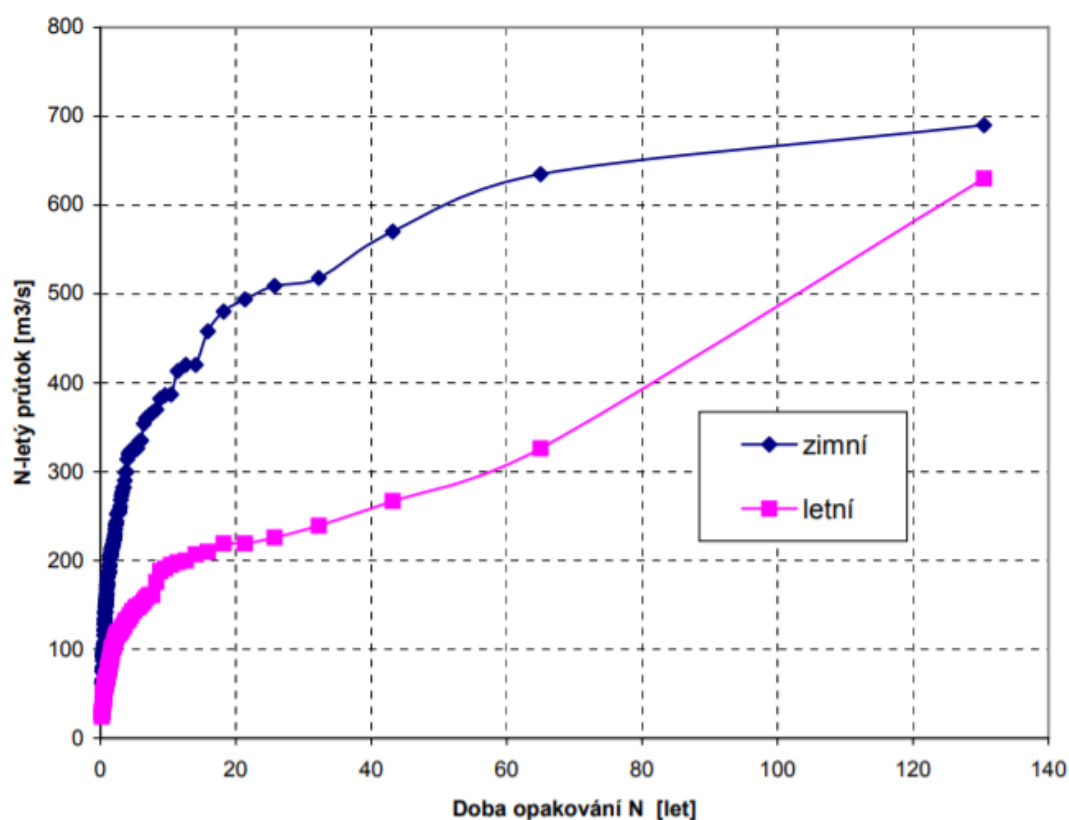
Objem $PV_{100} = 209/106/202$ mil. m³ (5)

C.2.2 Kontrolní povodňová vlna

Hlavním hydrologickým podkladem pro posudek bezpečnosti vodního díla je ve smyslu ČSN 75 2935 kontrolní povodňová vlna (KPV) s dobou opakování kulminačního průtoku $N = 10\,000$ let. Na základě objednávky Povodí Ohře byla KPV vypracována v roce 2010 Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka. V „Posouzení teoretické

povodňové vlny pro vodní dílo Nechranice s pravděpodobností výskytu kulminačního průtoku $P = 0,0001$ “ (Ing. Ladislav Kašpárek, CSc a kol.) jsou popsány hydrologické podmínky a omezení pro odvození povodňové vlny.

Toto odvození navázalo na studii Kašpárek a kol. (1997), ve které byla poprvé teoretická povodňová vlna zpracována. Byla použita nová data i modernější software a na rozdíl od předcházejícího řešení byl uvážěn vliv nádrží na tocích nad profilem VD Nechranice. Pro odvození byly použity řady kulminačních průtoků za zimní a letní pololetí a řada průměrných denních průtoků z období 1880–1996 doplněné o data z let 1997–2009. (6)

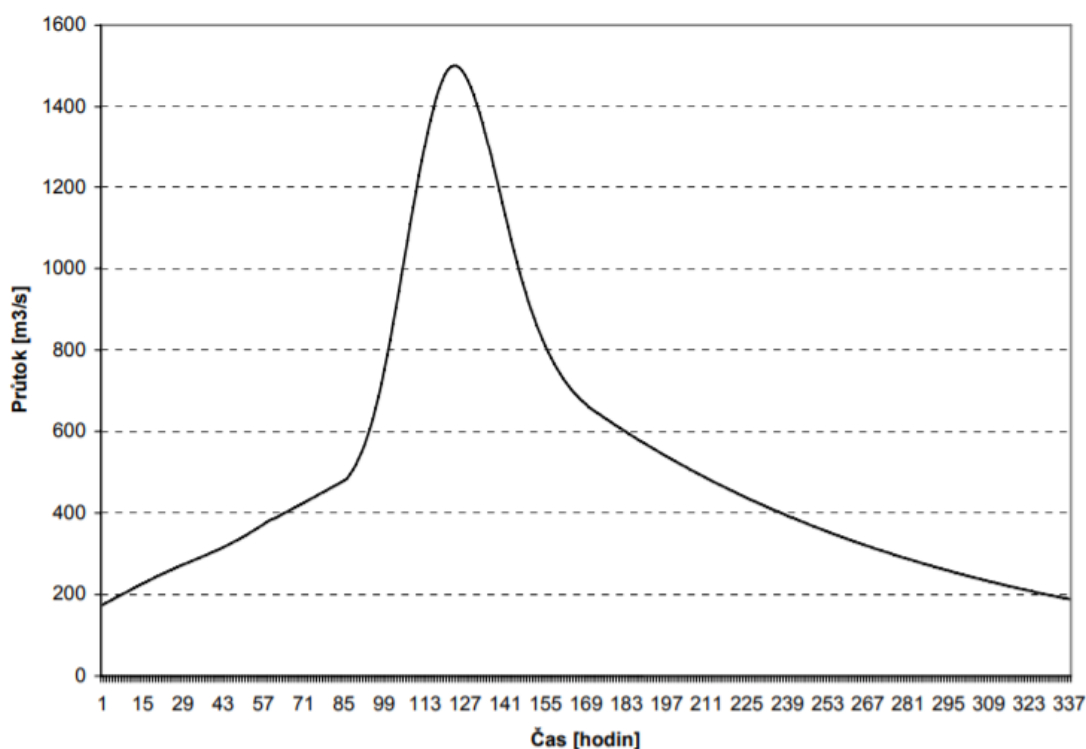


Obrázek 4: Empirické N-leté průtoky ze zimních a letních pololetí (6)

Po roce 1964 začaly být kulminační přítoky do nádrže Nechranice ovlivněny výše na toku postavenými vodními díly Skalka, Jesenice, Březová a Stanovice. Tato skutečnost ovlivňuje přesnost stanovení kulminačních přítoků v období po roce 1964. Proto byly pro stanovení N-letého kulminačního průtoku Q_{10000} použity dvě varianty řad. První z období 1880–1964 před významným ovlivněním nádržemi, druhá z řad 1880–2009 s kulminačními průtoky po roce 1964 opravenými o vliv nádrží. Hodnoty Q_{10000} byly vypočteny podle dvouparametrického a tříparametrického logaritnicko-normálního rozdělení s využitím

historické povodně z roku 1862. Provedené výpočty vedou k mírně většímu průtoku, než jaký byl odvozen ve studii z roku 1997. Důvodem je nejspíš právě eliminace vlivu nádrží v povodí nad Nechranicemi. Z hlediska bezpečnosti se při extrémní povodni předpokládá minimální vliv nádrží na zmenšení kulminačního průtoku. Pro konstrukci průběhu teoretické povodňové vlny byl použit kulminační průtok $Q_{10000} = 1490 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. (6)

Statistický výpočet povodňové vlny byl proveden pomocí metody, využívající podmíněné pravděpodobnosti překročení objemu, deterministické ověření bilanční metodou srážek, odtoku z tání sněhu a odtokové ztráty. Deterministické posouzení odtokové výšky resp. objemu odtoku ukázalo, že v případě pětidenní srážky mohou být objemy odtoku větší, než vychází ze statistického odvození pro střední podmíněnou pravděpodobnost překročení objemu. Tuto možnost ukazuje i porovnání s odtokovými výškami dosaženými na jiných povodích srovnatelné velikosti při jarní povodni z roku 2006. Proto byla výsledná teoretická povodňová vlna odvozena na základě statisticky zpracovaného průběhu pro pravděpodobnost překročení objemu $ppW = 0,3$. (6)



Obrázek 5: Průběh teoretické povodňové vlny v hodinovém kroku, $Q_{10000} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$, objem 632 mil. m^3 za 14 dní (6)

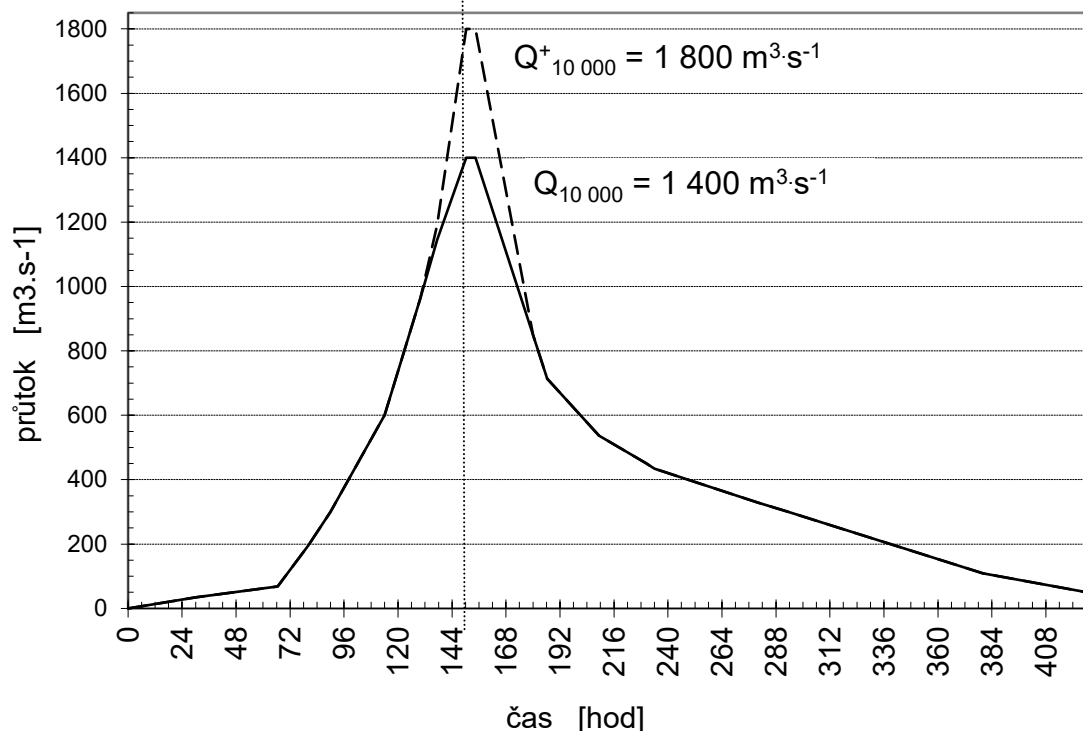
Blíže je metodika odvození teoretické povodňové vlny popsána ve zprávě Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. M.

C.2.3 Kontrolní povodňové vlny z roku 1997

V roce 1999 bylo zpracováno posouzení bezpečnosti VD Nechanice za povodní jako součást projektu rekonstrukce krajních polí bezpečnostního přelivu. Pro účely tohoto posouzení byla Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. M. zpracována studie, v níž byla řešena povodňová vlna pro VD Nechanice s pravděpodobností výskytu $P = 0,0001$. Tuto studii zpracoval Ing. Ladislav Kašpárek CSc. a kol. a jako podklad pro výslednou PV byly použity řady kulminačních průtoků za zimní a letní pololetí a řada průměrných denních průtoků z období 1880–1996. Na rozdíl od novějšího odvození PV z roku 2010 nebyl uvažován vliv nádrží postavených nad profilem Nechanice od roku 1964. Kulminační průtok Q_{10000} byl stanoven na $1400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a objem povodňové vlny $W_{Q_{10000}} = 582,61 \text{ mil. m}^3$.

Vzhledem k určité nejistotě určení parametrů kontrolní povodňové vlny s dobou opakování $N = 10\,000$ let, byla pro posouzení bezpečnosti vodního díla zavedena určitá bezpečnostní rezerva. Kontrolní povodňová vlna je reprezentována intervalovým odhadem v rozpětí 100 až 129 % kulminace návrhové povodně podle studie VÚV TGM (Kašpárek + kol., červen 1997) $Q_{10\,000} = 1400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ až $Q_{+10000} = 1800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. (Obrázek 6)

Hydrogramy návrhových povodní pro N = 10 000 let



Obrázek 6: Průběh PV 10 000 a PV+10 000 z roku 1997

C.3 Technické parametry a podklady

C.3.1 Geodetické podklady

V roce 2018 bylo na vodním díle provedeno podrobné geodetické zaměření koruny hráze. V rámci komplexního geodetického měření vodorovných posunů a deformací na VD Nechranice bylo pro účely posouzení bezpečnosti vodního díla za povodní provedeno zaměření výškového průběhu koruny hráze v místech stabilizace pozorovaných bodů 100, 1 až 29 a pilířů vztahné sítě na vzdušné straně koruny hráze VD Nechranice.

V každém profilu byl zaměřen bod ve středu vozovky na živičném povrchu a bod na horní vzdušné hraně betonového vlnolamu na návodní straně koruny hráze.

Pro výpočet souřadnic zaměřených podrobných bodů byly využity souřadnice bodů vztahné sítě z etapy 2018 pravidelného kontrolního geodetického měření. Výškové připojení bylo provedeno pro každé stanovisko zvlášť na základě zaměření vybraných pozorovaných bodů a použití jejich aktuálních výšek pro etapu 2018. Tyto výšky byly získány zaměřením nivelačních pořadů metodou velmi přesné nivelace (VPN), připojených na pevné body umístěné mimo deformační pole hráze.

C.3.2 Vrtný průzkum koruny hráze VD Nechanice

Vrtání proběhlo dne 15. 8. 2018 a jeho účelem bylo ověření polohy horní úrovně těsnicího jádra tělesa hráze a získání charakteristik materiálů koruny hráze pro potřeby TBD (modelování mezních zatěžovacích stavů, aktualizace posudku bezpečnosti hráze při povodních).

Z jádra vrtů byly odebrány 4 vzorky stabilizačního a těsnicího materiálu hráze, jejich rozbor a zařídění provedla firma 4G Consite.

Vrty byly umístěny v nejnižších částech koruny hráze, aby bylo co nejpravděpodobnější, že zastižená úroveň těsnicího jádra bude reprezentovat nejnižší polohy těsnění v celé hrázi. Vrtání bylo prováděno co nejbližší středu koruny tak, aby byl zajištěna průjezdnost koruny v jednom zúženém pruhu. Vrty tak byly umístěny cca 0,5 m od osy vozovky směrem na návodní stranu (Obrázek 7). Profily pro vrty byly voleny vždy v místě geodetického bodu umístěného na vzdušní hraně koruny. Obrázek 7: Umístění vrtu V21.1



Obrázek 7: Umístění vrtu V21.1 (7)

Vrtáno bylo na sucho jádrově tvrdokovem, soupravou URB bez pracovního pažení. Celkem bylo provedeno 5 vrtů, v profilech geodetických bodů č. 14, 15, 20, 21 a 28.

U všech vrtů začíná těsnění hráze v úrovni 1,2 až 1,4 m pod komunikací a nejprve ho obvykle tvoří přechodová vrstva mocnosti 0 až 100 mm, kterou tvoří jíl štěrkovitý konzistence tvrdé. Vlastní jádro pak tvoří jíl konzistence tvrdé s vysokou plasticitou, který lze zařadit jako F8 (CH). Vlastní jádro je viditelně v dobrém stavu, bez zjevných poruch a s optimální vlhkostí. (7)

Svrchní část jádra je nejvíce namáhaná od povrchových vlivů. Ve všech sondách byla tato svrchní část neporušená, což dokazuje kvalitu provedení jádra.

Rozhraní mezi stabilizací s těsnícím jádrem je ve všech sondách jasně patrné a ostré a nachází se v hloubce 1,2 až 1,4 m pod povrchem komunikace.



Obrázek 8: Vrt V14.2 – metráž vrtného jádra (7)

C.3.3 Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu

Pro posouzení bezpečnosti VD za povodní byla použita konzumpční křivka bezpečnostního přelivu získaná měřením na fyzikálním modelu VD Nechranice v měřítku 1:50. (Obrázek 9)



Obrázek 9: Model VD Nechranice (8)

Měření průtoku modelem bylo prováděno pomocí indukčního průtokoměru. Polohy hladin v horní části skluzu byly měřeny ultrazvukovými sondami a hladina po délce celého skluzu byla měřena pomocí nalepených měřítek, ultrazvuku a tlakových sond. (8)

Experimenty byly na modelu prováděny za těchto předpokladů:

- „model odpovídá dokumentaci skutečného provedení a projektové dokumentaci rekonstrukce krajních přelivných polí,
- s hradicemi uzávěry je variantně manipulováno – segment zdvižný a jezové duté klapky,
- nátok vody na model odpovídá velké nádrži – rychlostní výška je téměř nulová,
- odtok vody ze skluzu odpovídá výtoku do volna dle podkladů,

- ustálení průtoku a hladiny bylo po 20 minutách, pak se započalo s odečítáním průtoku, hladiny v nádrži a měřením hladin ve skluzu.“ (8)

Na modelu bylo provedeno dohromady 35 pokusů. Pro účely posouzení byla použita konzumpční křivka z měření č. 25, při kterém byl segment středního pole plně vytažen a klapky obou krajních polí zcela sklopeny. (viz. C.5 Hydraulické výpočty, Obrázek 11)

Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu je přílohou č. 1.

C.4 Okolnosti ovlivňující bezpečnost vodního díla při povodni

Jediným bezpečnostním zařízením VD je hrazený bezpečnostní přeliv o třech polích. Pro převádění povodní se využívá také malá vodní elektrárna a spodní výpusti. Spodní výpusti i zařízení elektrárny jsou v dobrém technickém stavu a jsou plně funkční. Údržba a provozní zkoušky jsou prováděny v pravidelných intervalech.

Manipulace provádí obsluha vodního díla dle platného manipulačního řádu. Provoz je řízen vodohospodářským dispečinkem v Chomutově.

Stav objektů vodního díla i funkčnost výpustných a bezpečnostních zařízení jsou trvale sledovány. Správce díla a organizace pověřená výkonem TBD provádějí technickobezpečnostní dohled nad vodním dílem. Hodnocení je předmětem pravidelných etapových a souhrnných zpráv o výkonu TBD.

Podle 6. souhrnné etapové zprávy o TBD, která hodnotí období trvalého provozu díla od 1. 6. 2013 do 31. 5. 2018, nebyly v uplynulém období zjištěny žádné podstatné jevy a skutečnosti nebo závady, které by omezovaly provoz vodního díla nebo ohrožovaly jeho bezpečnost. Průběhy deformací hrázového tělesa i betonových objektů byly plynulé a dosahovaly očekávaných hodnot. Vztlaky (hladiny podzemní vody) ve sledovaných vodonosných horizontech v podloží hráze a v podhrází, pórové tlaky vody v těsnění a v podloží objektů a úrovně hladin ve vrtech vedených do tělesa hráze (depresní křivka) mají vyrovnaný průběh bez vývojových trendů. Výtoky z drenáží a odlehčovacích studní jsou dlouhodobě stabilizované na příznivých hodnotách. (9)

C.4.1 Manipulace za povodní dle platného manipulačního řádu

Ochranný ovladatelný prostor je vymezený kótami 269,00 a 271,90 m n. m a musí být na začátku povodně prázdný. Při povodňových průtocích je odtok z nádrže vypouštěn

kombinací vyhrazování středního segmentu přelivu a maximálního možného souběhu obou turbín MVE. Takto se manipuluje až do dosažení maximálního neškodného odtoku z nádrže $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Poté manipulujeme tak, aby byl tento odtok zachován až do dosažení přítoku do nádrže $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. (5)

Při dosažení hodnoty přítoku $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je nutné provést rozbor dalšího možného průběhu povodně a odhadnout zbývající objem povodně nad neškodným průtokem. Pokud je odhadnutý objem menší, nebo roven zbývajícím objemu ochranného ovladatelného prostoru, udržuje se dosažený neškodný odtok. Jestliže je odhadovaný zbývající objem povodně větší než právě volný ochranný ovladatelný prostor, je nutné zvýšit odtok z nádrže tak, aby podle odhadu nedošlo k překročení maximální hladiny ovladatelného prostoru 271,90 m n. m. (5)

V dalším průběhu povodně je nutné dále pokračovat v provádění rozborů a odhadu zbývajícím objemu povodně nad právě vypouštěným odtokem. Pokud je odhadovaný zbývající objem povodně menší, nebo roven právě volnému ochrannému ovladatelnému prostoru, zůstává odtok konstantní. V opačném případě je třeba odtok opět zvětšit tak, aby podle odhadu nedošlo k překročení kóty maximální hladiny ovladatelného prostoru 271,90 m n. m. (5)

Pokud při respektování výše uvedených manipulačních pravidel dosáhne přítok takové hodnoty, že při plně vyhrazených segmentech přelivu dojde k překročení kóty hladiny ochranného ovladatelného prostoru 271,90 m n. m., dochází k přirozené transformaci povodně ochranným neovladatelným prostorem. (5)

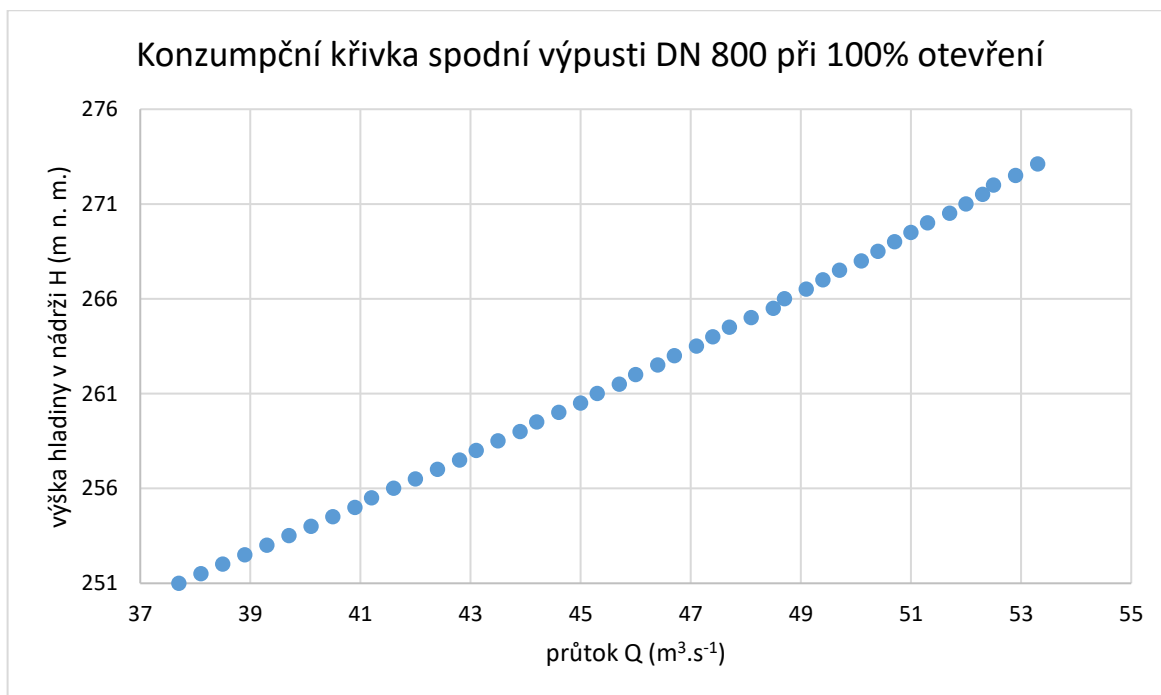
V případě, že při mimořádné povodni dojde při plně vyhrazených segmentech k dosažení maximální hladiny 273,05 m n. m., je nutné otevřít spodní výpusti tak, aby pokud možno nedošlo k překročení této hladiny. Spodní výpusti je nutné nechat otevřené až do poklesu hladiny pod kótu 273,05 m n. m. (5)

Po průchodu kulminace se nádrž prázdní v závislosti na aktuálních a očekávaných hydrologických a povodňových poměrech v celém povodí toku Ohře. Při prázdnění nádrže je nutné dodržovat maximální rychlost poklesu hladiny v nádrži 0,25 m za den. (5)

V průběhu povodňových situací je možné, s výjimkou situace, kdy hladina vystoupá na kótu 273,05 m n. m., provozovat MVE Nechanice na plný výkon. (5)

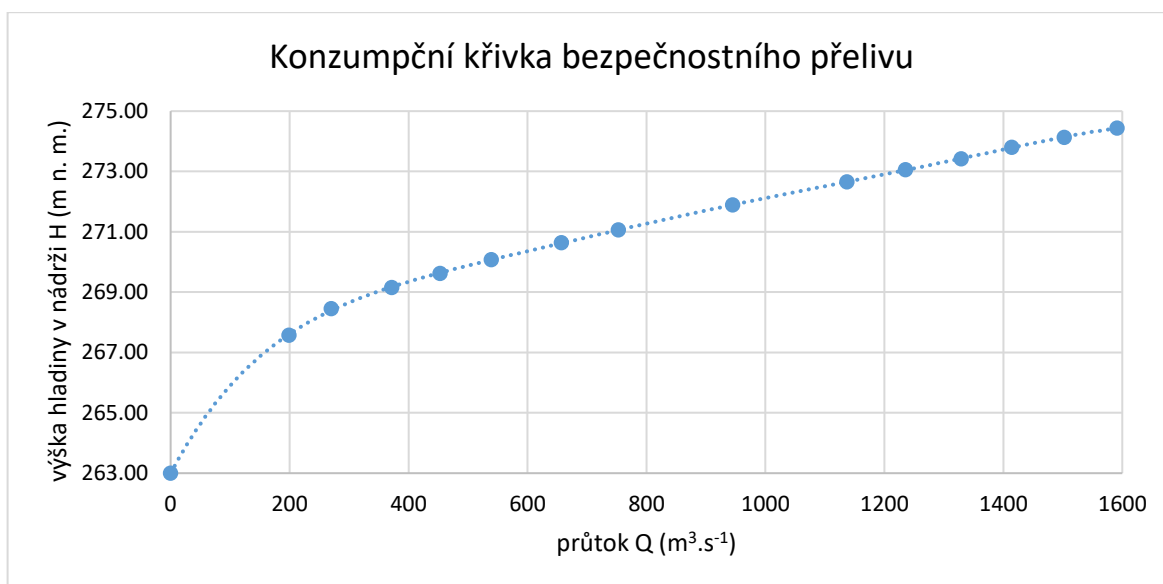
C.5 Hydraulické výpočty

Konzumpční křivky spodních výpustí jsou pro hladiny 251,00 až 273,10 m n. m přílohou manipulačního řádu (Obrázek 10). Konzumpční křivka spodní výpusti je zároveň v příloze č. 2.



Obrázek 10: Konzumpční křivka spodní výpusti DN 1800 při 100% otevření

Konzumpční křivka přelivu byla stanovena v roce 2007 na fyzikálním modelu VD Nechanice v rámci výzkumu ve vodohospodářské laboratoři fakulty stavební ČVUT v Praze (Obrázek 11).



Obrázek 11: Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu

Retenční účinek nádrže byl řešen výpočtem transformace povodňové vlny v programu Microsoft Excel. Hlavním podkladem pro výpočet byl časový průběh povodňové vlny v hodinovém kroku. Charakteristiky nádrže byly převzaty z manipulačního řádu, čára zatopených ploch i čára zatopených objemů v rozsahu potřebném pro výpočet transformace (v rozmezí hladin 267,00–274,00) byly následně vykresleny do grafu. Hodnoty, použité v jednotlivých krocích výpočtu transformace, pak byly interpolovány pomocí rovnice spojnice trendu. Stejným způsobem a ve stejném intervalu výšek hladin v nádrži byly interpolovány hodnoty průtoků spodními výpustmi. Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu byla převzata z výsledků výzkumu na fyzikálním modelu VD Nechanice. Do výpočetních kroků transformace povodňové vlny byly hodnoty interpolovány obdobně jako v případě zatopených ploch a objemů. V případě konzumpční křivky bezpečnostního přelivu bylo pro interpolaci hodnot uvažováno celé měřené rozpětí hladin (263,00–274,43). Předpoklady, vstupní hodnoty i výsledky řešení jednotlivých variant jsou popsány v kapitole E.

Výsledky transformací povodňové vlny PV 10 000 (2010) jsou v přílohách č. 5 a 6.

D STANOVENÍ MEZNÍ BEZPEČNÉ HLADINY

Pravděpodobnou teoretickou příčinou havárie díla při nekontrolovaném stoupání hladiny za extrémní povodně je (s ohledem na typ konstrukce hráze a její technický stav) povrchová eroze při déletrvajícím přelítí tělesa hráze nebo jejího těsnícího prvku.

Porucha, způsobená vnitřní erozí, je méně pravděpodobná. Jedná se o jev dlouhodobější provázený specifickými znaky, který je poměrně včas zjištělný. Za situace, kdy by tato porucha vznikla souběžně s výskytem extrémní povodně, předpokládané následky by byly přinejmenším srovnatelné s havárií při přelítí hráze.

Další nepříznivou okolností při průchodu povodňové vlny může být vznik vysokých vln na hladině nádrže a jejich účinek na těleso hráze. Proti těmto účinkům chrání těleso hráze betonové opevnění návodního svahu a betonový vlnolam.

Mezní bezpečná hladina (MBH) se stanovuje pro konkrétní typ a konstrukční řešení díla jako nejvyšší hladina v nádrži, při jejímž překročení začíná být aktuální nebezpečí poruchy a havárie díla.

Výchozí úroveň MBH se určuje podle konstrukčního řešení hráze, způsobu těsnění a konkrétních podmínek založení hráze, u provozovaných děl také podle zkušeností z dosavadního provozu a výkonu technickobezpečnostního dohledu pro vybranou pravděpodobnou příčinu protržení hráze za povodně. Podle výběru a zhodnocení podstatných okolností, které bezpečnost hráze při povodni ovlivňují, se výchozí úroveň MBH sníží, popřípadě zvýší o hodnoty dílčích výšek odpovídajících uvažovaným faktorům, kterými jsou např. typ, stáří a stav hráze, základové poměry a způsob založení hráze, průsakový režim v hrázi a podloží, odolnost opevnění hráze apod. Úroveň MBH se pak dále snižuje o určenou výšku výběhu větrových vln. Vypočtenou výšku výběhu lze redukovat s ohledem na odolnost koruny a vzdušního svahu, dobu trvání extrémní hladiny v nádrži a pravděpodobnost souběhu nepříznivých jevů.

V roce 1999 byla v rámci posouzení bezpečnosti VD Nechanice za povodni stanovena výchozí úroveň MBH v úrovni nejnižšího místa koruny hráze na 274,20 m n. m. S ohledem na vzájemnou relaci zaručené účinné výšky vlnolamu 1,08 m a vypočítané charakteristické výšky větrových vln v hlubokém pásmu $h = 1,25$ m byla tato úroveň snížena o 17 cm na úroveň 274,03 m n. m.

Při stanovení mezní bezpečné hladiny v této práci byla brána v potaz nejnižší úroveň koruny hráze 274,275 m n. m., která je rozhodující pro její přelití. Nejnižší místo vlnolamu, které je na kótě 275,375 m n. m. a je rozhodující pro účinek větrových vln. Oba tyto údaje vzešly z geodetického zaměření koruny hráze provedeném v roce 2018. Zároveň byla, na rozdíl od určení MBH z roku 1999, uvažována i předpokládaná nejnižší úroveň těsnícího jádra hrázového tělesa, která byla zjištěna při vrtném průzkumu koruny hráze na kótě 272,87 m n. m. Prostor mezi těsněním a vozovkou vyplňuje velmi propustná šterkopísková vrstva. Konstrukce koruny je z návodní strany chráněna betonovým blokem vlnolamu.

Výchozí úroveň MBH pro diplomovou práci je stanovena na nejnižším místě návodního sprašového těsnění, tedy na kótě 272,87 m n. m. Opevnění návodního svahu tvořené betonovými panely chrání svah velmi dobře před účinky větrových vln a koruna hráze je před vlnami chráněna betonovým vlnolamem se zaručenou účinnou výškou 1,08 m. Výška větrových vln v hlubokém pásmu $h = 1,25$ m, která je z důvodu absence aktuálních podkladů převzata z posouzení bezpečnosti hráze při povodni z roku 1999, by tak neměla stabilitu hráze ovlivnit a její účinek by měl být kombinací návodního opevnění a vlnolamu minimalizován. Nemusíme tedy výchozí úroveň MBH o výšku vlny snižovat. Aktuální mezní bezpečná hladina je tak pro účely diplomové práce stanovena na 272,87 m n. m.

E STANOVENÍ KONTROLNÍ MAXIMÁLNÍ HLADINY V NÁDRŽI

Podle platné kategorie VD (kategorie I.) byl výpočet maximální hladiny vody v nádrži VD Nechranice při kontrolní povodni proveden řešením transformace teoretické povodňové vlny s dobou opakování 10 000 let. Byla použita povodňová vlna stanovená v roce 2010 Ing. Ladislavem Kašpárkem, CSc a kol. z Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka (viz C.2.2 Kontrolní povodňová vlna). Doplňkově pak byly provedeny transformace i pro povodňové vlny z roku 1997 (viz C.2.3 Kontrolní povodňové vlny z roku 1997).

Simulace transformace byla provedena použitím diferenciální rovnice nádrže ve tvaru:

$$\frac{dV(t)}{dt} = f(t, V(t))$$

Pro řešení této rovnice byla použita metoda Runge-Kutta 2. řádu:

$$h_{(n+1)} = h_n + \frac{k_1 + k_2}{2}$$

kde

$$k_1 = \Delta t \cdot F(t_n, h_n)$$

$$k_2 = \Delta t \cdot F(t_n + \Delta t, h_n + k_1)$$

Algoritmus výpočtu byl zadán a proveden v tabulkovém kalkulátoru Microsoft Excel. V tomto programu byly nejprve vytvořeny listy pro úpravu jednotlivých podkladů pro výpočet transformace a následně byly na samostatných listech provedeny výpočty transformací jednotlivých povodňových vln, každá ve čtyřech variantách podle počáteční hladiny a uvažované délky hydrologické předpovědi. Výpočet byl prováděn v hodinových krocích a jeho výsledkem je průběh hladin v nádrži při průchodu kontrolní povodňové vlny a hodnoty odtoku z nádrže po dobu průchodu kontrolní povodňové vlny. Z těchto výsledků nás pak nejvíce zajímá maximální dosažená hladina v nádrži (kontrolní maximální hladina), která je následně porovnávána s mezní bezpečnou hladinou stanovenou v kapitole D STANOVENÍ MEZNÍ BEZPEČNÉ HLADINY.

E.1 Podmínky transformace

Při výpočtu řešení průchodu povodně nádrží nebylo uvažováno snížení hladiny v nádrži jejím předvypuštěním před příchodem povodně, ale byla zvážena varianta nižší hladiny v nádrži podle čáry překročení průměrných denních výšek hladiny. Jako počáteční byla uvažována hladina plného zásobního prostoru 269,00 m n. m. a hladina s 50% pravděpodobností překročení 267,31 m n. m., získané z průměrných denních hladin v nádrži VD Nechanice poskytnutých státním podnikem Povodí Ohře (čára překročení je přílohou č. 4). Nebylo předpokládáno snížení kapacity přelivu ucpáním ani jinými vlivy.

Řešení transformace je provedeno za předpokladu manipulace dle platného manipulačního řádu, s jedinou výjimkou. Touto výjimkou je využití spodních výpustí, které podle manipulačního řádu mají být otevřeny až při překročení výšky hladiny 273,05 m n. m., ale ve výpočtu transformace je počítáno s jejich využitím už ve chvíli, kdy dle předpovědi (použité v dané variantě) předpokládáme přítok do nádrže minimálně ve výši 100letého průtoku.

E.2 Podmínky odtoku z nádrže

Odtok z nádrže se řídí následujícími podmínkami:

- Odtok z nádrže je roven přítoku až do chvíle, kdy hodnota přítoku překročí $Q_{neš} = 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Když přítok do nádrže překročí hodnotu $Q_{neš} = 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, je kombinací MVE a středního pole bezpečnostního přelivu regulován odtok právě na hodnotu $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Když se přítok do nádrže dostane na $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, je na základě platného manipulačního řádu nutné provést rozbor dalšího možného průběhu povodně a odhadnout zbývající objem povodně.
- Jestliže je zbývající objem povodně menší nebo rovný zbývajícimu objemu ochranného ovladatelného prostoru, udržuje se dosavadní výše odtoku.

Pokud je objem předpovídané povodňové vlny větší než zbývající objem ovladatelného ochranného prostoru, je nutné zvýšit odtok z nádrže tak, aby podle odhadu nedošlo k překročení maximální hladiny ovladatelného prostoru 271,90 m n. m. Navyšování v těchto případech je ve výpočtu transformace

uvažováno vždy o hodnotu $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ v daném hodinovém kroku výpočtu. K těmto manipulacím jsou již využívána všechna 3 pole bezpečnostního přelivu.

- Jakmile je požadovaný odtok na základě odhadovaného objemu vlny větší než aktuální kapacita bezpečnostního přelivu navýšená o kapacitu spodních výpustí, nebo MVE, jsou všechna pole bezpečnostního přelivu plně vyhradit a z nádrže odtéká maximální možné množství vody v závislosti na aktuální hladině v nádrži.

E.3 Varianty výpočtu transformace

E.3.1 Varianta 1 a 2:

Manipulace je založená na znalosti průtoku v Ohři v měrném profilu Karlovy Vary. Doba dotoku z tohoto profilu do nádrže VD Nechanice je cca 7 hodin. Tato varianta tedy uvažuje „přesnou“ předpověď povodňové vlny na 7 hodin dopředu. Odhad objemu povodňové vlny je v každém kroku počítán jako dvojnásobek součtu přítoků do nádrže v následujících sedmi hodinách.

Varianty 1 a 2 se od sebe liší pouze počáteční hladinou v nádrži. Varianta 1 počítá s úrovní maximální hladiny zásobního prostoru 269,00 m n. m. a varianta 2 začíná transformaci s hladinou na kótě 267,31 m n. m.

E.3.2 Varianta 3 a 4:

Pracují s kombinací 7 hodinové „přesné“ předpovědi na základě průtoku v profilu Karlovy Vary a hydrologické předpovědi na 24 hodin dopředu zatížené nejistotou. Odhad objemu povodňové vlny je počítán jako dvojnásobek součtu přítoků do nádrže v následujících 24 hodinách, kdy hodnoty přítoků od 8. do 24. hodiny uvažován v 80% výši.

Obě varianty se opět liší pouze počáteční výškou hladiny v nádrži. Varianta 3 začíná s 269,00 m n. m. a varianta 4 s 267,31 m n. m.

Ve stejných čtyřech variantách byly provedeny transformace povodňových vln z roku 1997.

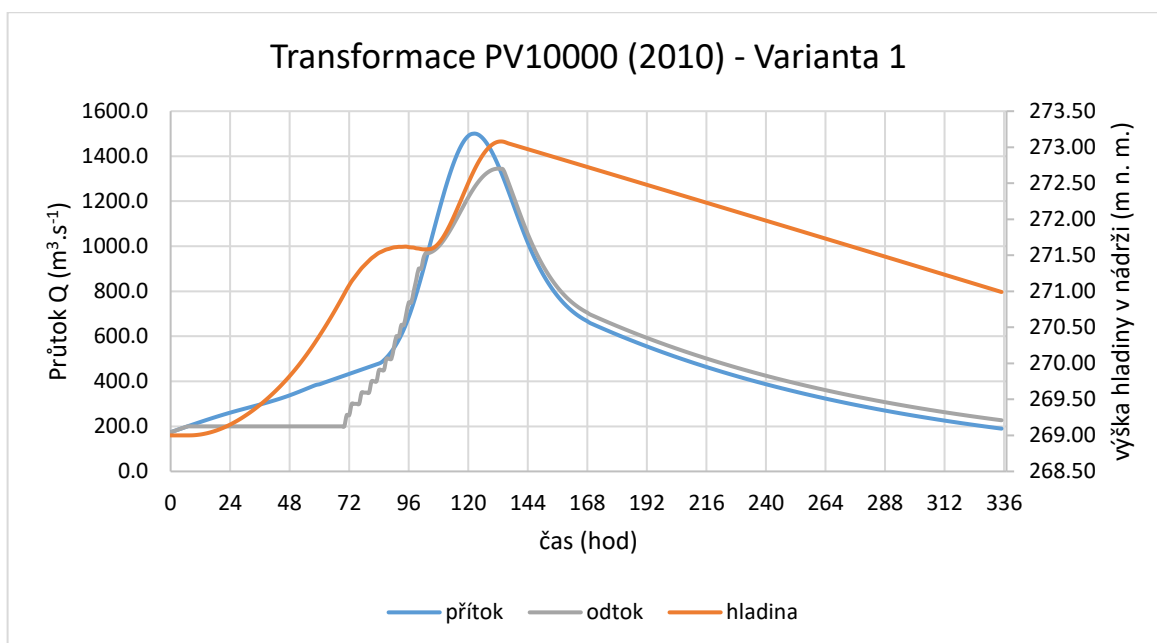
E.4 Výsledky

Výsledky transformací KPV ve výše uvedených variantách obsahuje Tabulka 1.

Tabulka 1: Výsledky transformací povodňových vln

Povodňová vlna	Varianta	Kulminační přítok	Počáteční hladina	Maximální hladina	Kulminační odtok
		$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m n. m.	m n. m.	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
PV10 000 (2010)	1	1500	269.00	273.05	1341.72
	2	1500	267.31	273.02	1333.47
	3	1500	269.00	272.94	1313.37
	4	1500	267.31	272.89	1301.73
PV10 000 (1997)	1	1400	269.00	272.68	1245.82
	2	1400	267.31	272.61	1230.06
	3	1400	269.00	272.56	1215.98
	4	1400	267.31	272.51	1202.60
PV+10 000 (1997)	1	1800	269.00	273.64	1492.45
	2	1800	267.31	273.58	1477.67
	3	1800	269.00	273.53	1465.11
	4	1800	267.31	273.48	1451.47

Za rozhodující pro posouzení vodního díla je považována transformace PV10 000 (2010) ve variantě 1, tedy při počáteční hladině na plném zásobním prostoru a sedmihodinovou hydrologickou předpovědí (Obrázek 12).



Obrázek 12: Transformace PV10000 (2010) - Varianta 1

F ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ

Požadovaná míra bezpečnosti za povodní pro vodní dílo I. kategorie je $N = 10\,000$ let. Parametry kontrolní teoretické vlny pro stejnou dobu opakování ($Q_{10000} = 1500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $W_{PV10000} = 632 \text{ mil. m}^3$, $ppW = 0,3$) byly pro účely posudku stanoveny Ing. Ladislavem Kašpárkem, CSc z VÚV TGM v roce 2010. Poskytnutá povodeň je z hlediska ČSN 75 1400 „Hydrologické údaje povrchových vod“ nestandardním údajem.

Při modelovém řešení převedení kontrolní povodně vychází základní varianta z manipulace podle platného manipulačního řádu. Počáteční hladina před nástupem povodně byla uvažována na kótě 269,00 m n. m. (za předpokladu plného zásobního prostoru). Maximální hladina v nádrži vystoupila při průchodu povodně ve vybrané variantě na kótu 273,05 m n. m. a je vyhodnocena jako KMH.

Mezní bezpečná hladina (MBH) byla stanovena na kótě 272,87 m n. m., tj. na nejnižší úrovni horní hrany návodního těsnění. Výběh vlny nebyl zohledněn vzhledem k dobré ochranné funkci návodního opevnění a vlnolamu.

Z provedeného posouzení vyplývá, že kontrolní maximální hladina (KMH) při teoretické kontrolní povodni, stanovená výpočtem podle zavedených předpokladů manipulace překročí mezní bezpečnou hladinu (MBH) o 0,18 m.

$$MBH - KMH = 272,87 \text{ m n. m.} - 273,05 \text{ m n. m.} = -0,18 \text{ m}$$

Objemový rozdíl mezi těmito kótami činí 2193,28 tis. m^3 . Při hladině vody v nádrži na úrovni 273,05 nehrozí přelití hráze vodního díla, k nejnižšímu místu koruny hráze zbývá ještě 1,22 m (16 496,64 m^3). Pokud jde o výběh vlny, tak k nejnižšímu místu vlnolamu je to stále 2,32 m, takže za předpokladu výšky větrových vln v hlubokém pásmu $h = 1,25$ máme rezervu 1,07 m (16 832,36 m^3). Dochází k překročení horní úrovně jílového těsnění po dobu 24 hodin o maximálně 0,18 m. Otázkou je, zda při tomto překročení hrozí porušení stability koruny hráze vlivem průsaku vody mezi korunou a těsnícím jádrem. Při delším trvání zvýšené hladiny v nádrži dojde k nasycení zemního prostředí nad těsněním a vyšší rychlost proudění v této části způsobí nežádoucí vymílání materiálu a vytvoření průsakového koridoru, který by mohl znamenat poruchu v oblasti koruny hráze. Zda hrozí, či nehrozí porucha hráze v oblasti koruny, je třeba prokázat dalšími experimenty, díky kterým by bylo možné přehodnotit úroveň MBH.

Za výše uvedených předpokladů VD Nechranice nevyhovělo podmínce bezpečnosti dle ČSN 75 2935.

G NÁPRAVNÁ A NOUZOVÁ OPATŘENÍ

Vzhledem k negativnímu výsledku posudku je nutné navrhnout opatření k nápravě.

Vedle možných technických opatření se nabízí podrobně ověřit navrženou úroveň mezní bezpečné hladiny z hlediska oprávněných možností jejího zvýšení. Navrhuji prověřit dosažený zatěžovací stav hráze při převádění extrémní PV posouzením její stability při vnitřní erozi vlivem průsakových vod na základě výsledků laboratorních zkoušek provedených na vzorcích odebraných z hráze.

Následně jsou ve dvou variantách uvedena dvě reálná technická opatření, která zajistí normativní bezpečnost VD Nechanice za extrémních povodní.

G.1 Model proudění

Mezní bezpečná hladina byla pro účely diplomové práce volena s rezervou v místě nejnižší úrovně zemního těsnění podle výsledků provedeného vrtného průzkumu. To, že hladina v nádrži vystoupá na určitý časový interval nad úroveň těsnění hráze, nemusí nutně vést k narušení průsakové stability hráze. Při průchodu kontrolní povodňové vlny není mezní bezpečná hladina překročena dlouhodobě, ale pouze v časovém horizontu jednotek, maximálně desítek hodin. Konkrétně pro rozhodující variantu 1 vystavení hladiny v nádrži nad úroveň těsnění $t = 24$ hodin a maximem hydraulického spádu pouze 0,18 m. Proto navrhuji na dvourozměrném modelu proudění vody zemním prostředím prověřit, zda za tuto dobu může dojít k plnému nasycení zemního tělesa nad těsněním s doprovodným prouděním průsakových vod a možnému narušení stability hráze.

Pro řešení lze použít např. geotechnický program GEO5 s rozšiřujícím modulem "Proudění" (GEO MKP), umožňující na základě geometrických parametrů řešené konstrukce, materiálových charakteristik a okrajových podmínek analýzu ustáleného a neustáleného proudění vody v zemní hrázi. Tímto postupem lze navrženou MBH = 273,05 m n. m. posoudit a ohodnotit jako platnou, resp. je možné stanovit i novou vyšší úroveň, při které je bezpečnost a stabilita tělesa hráze stále zaručena.

Vedle podrobného řešení průběhu depresní křivky (hladiny průsakových vod) včetně rychlostního pole proudění vody zemní hrází lze uvedený stav posoudit modelem ustáleného proudění za zjednodušujících podmínek Darcyho zákona.

Výpočtem průběhu hladiny depresní křivky v homogenním zemním prostředí koruny hráze nad těsněním (se zjednodušenou konstrukcí bez zahrnutí vlivu návodního opevnění apod.) a zjednodušenou metodou výpočtu velikosti specifického průsaku tělesem hráze (jako homogenní hráz na nepropustném podloží) lze doložit, zda hydraulický gradient 0,18 m oproti zakončení vnitřního těsnění nenaruší/naruší průsakovou stabilitu hráze VD Nechranice. Tj. zda hladina průsakových vod zůstane skryta v tělese hráze a neprotne linii vzdušního svahu hráze.

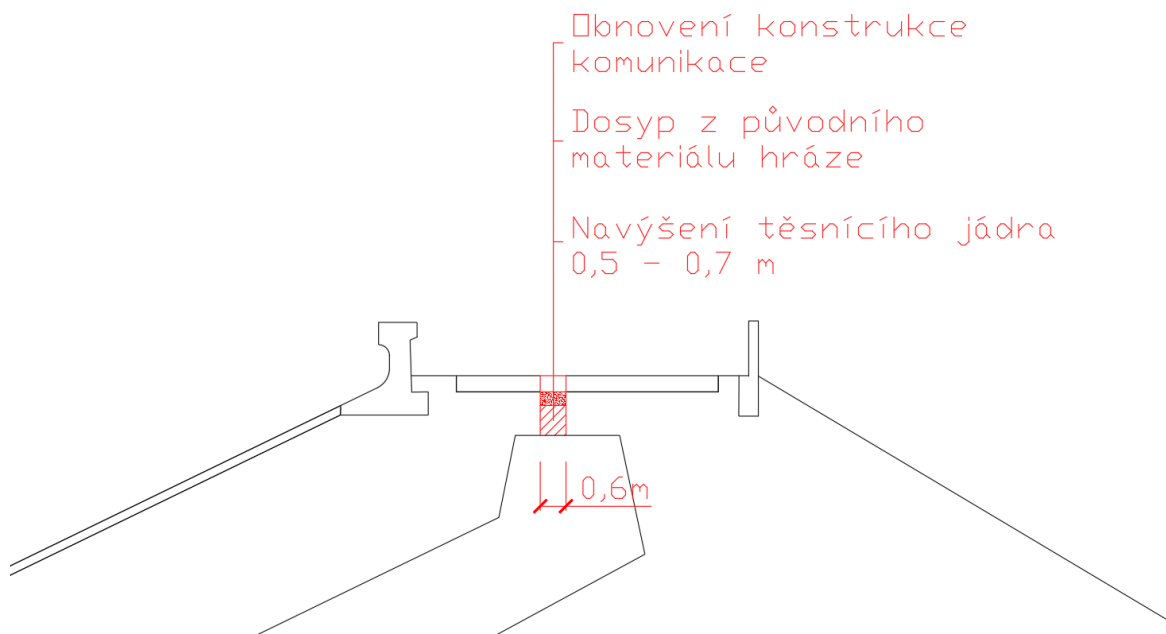
G.2 Navýšení vnitřního těsnění hráze

Jako první variantu stavební úpravy zabezpečení VD Nechranice proti povodním navrhuji dodatečné navýšení vnitřního těsnění hráze na kótu maximální dosažené hladiny v nádrži při transformaci kontrolní povodňové vlny 273,05 m n. m. S ohledem na zvolenou technologii stavební úpravy může být tato úroveň vyšší. Nový těsnící prvek není nutné uvažovat v celé délce hráze, ale jen ve vybraných úsecích, kde kóta horní hrany těsnícího prvku nedosahuje kóty 273,05 m n. m.

Z provedeného vrtného průzkumu koruny hráze vyplývá, že těsnící jádro se nachází v hloubce 1,2 až 1,4 m pod úrovní komunikace. Pokud budeme brát v úvahu méně příznivou variantu, tedy že těsnící prvek je zakončen hlouběji (-1,4 m) pod stávající korunou hráze, je třeba toto opatření provést mezi staničením 1,564–2,506 km hráze, tedy přibližně v délce jednoho tisíce metrů. V případě realizace této varianty by bylo vhodné zvážit rozšíření vrtného průzkumu koruny hráze alespoň o dva vrty a ověřit polohu těsnícího jádra v úrovni nivelačních bodů č. 13 a 22, kde už by dle předpokladu odvozeného z původního vrtného průzkumu, měla horní hrana těsnění překračovat kótu 273,05 m n. m.

Pro dodatečné navýšení těsnění hrází v takovýchto případech lze použít celou řadu technologií. Nabízí se zde varianty různé injektáže (trysková, jílocementová, chemická), podzemní těsnící stěny, betonové podzemní stěny monolitické, nebo prefabrikované a pilotové stěny. V úvahu přichází také navýšení stávajícího jílového těsnění z obdobného materiálu s provedením v otevřené výkopové rýze.

Konkrétně je třeba utěsnit prostor maximálně do hloubky 1,5 m. Pro takto malou hloubku se jeví jako nejvýhodnější vybudování těsnící stěny na výšce 0,5 až 0,7 m s ohledem na bezpečnostní převýšení. Předběžně je třeba počítat s celkovou výměrou nového těsnění v objemu asi $1000 \times 0,6 \times 0,7 = 420 \text{ m}^3$.



Obrázek 13: Navýšení těsnícího jádra – vzorový příčný řez

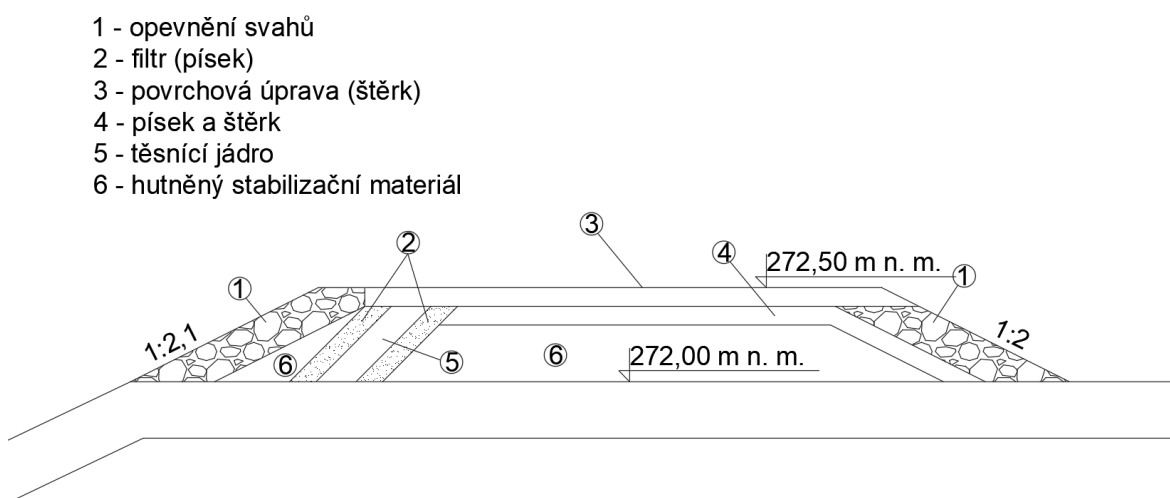
G.3 Nouzový přeliv s odplavitelným hrazením

Další variantou stavební úpravy hráze pro bezpečné převedení PV10000 je výstavba nouzového přelivu. Tyto přelivy se u údolních přehrad v praxi navrhují jen zřídka, častěji se uplatňují jako nápravná opatření u historických malých nádrží (rybníků) s nedostatečnou kapacitou bezpečnostního přelivu. Jejich konstrukční návrh je velmi podobný návrhu bezpečnostních přelivů. U sypaných hrází se navrhují zejména po stranách hráze v blízkosti zavázání.

Pro VD Nechanice se jeví jako nevýhodnější pro umístění nouzového přelivu levé zavázání. V tomto místě je hráz vodního díla nejnižší a svahy okolního terénu jsou mírné. V místě nouzového přelivu by se snížila koruna hráze na požadovanou kótu přelivné hrany.

Nouzový přeliv by měl ochránit hráz před překročením mezní bezpečné hladiny. Přitom musí mít dostatečnou kapacitu, ale zároveň přes něj nesmí přetékat voda při nižších povodňových průtocích. Proto se nabízí varianta nouzového přelivu s lehce odstranitelným hrazením (Obrázek 14). Toto hrazení v podobě sypané hrázky z dobře rozplavitelného materiálu umožní, aby se voda z nádrže při menších povodňových průtocích nepřelévala přes korunu nouzového přelivu. Při vyšším vodním stavu by došlo k přelévání hrázky a vzhledem k použitému lehce rozplavitelnému materiálu by její přelévání vedlo k postupnému odplavování a celkovému odstranění. Tím by byl nouzový přeliv uveden „automaticky“

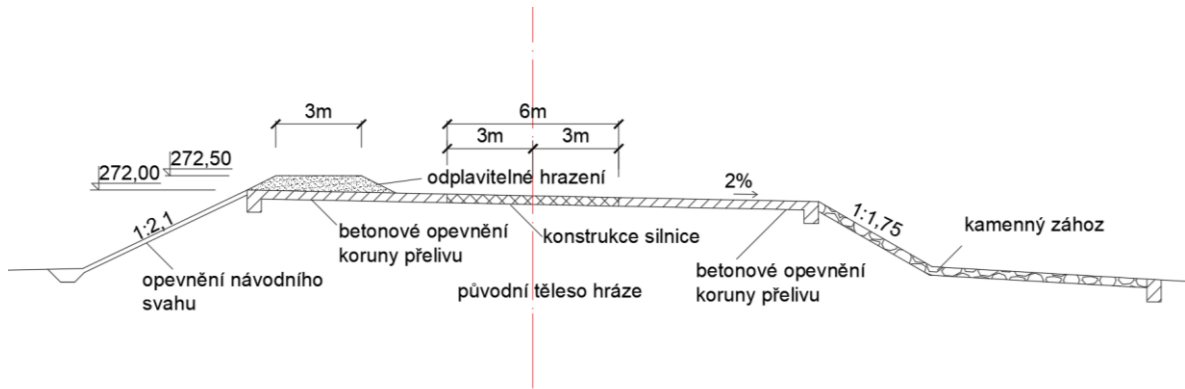
do provozu a při jeho dostatečné kapacitě by byl odtok z nádrže navýšen natolik, aby nedošlo k překročení mezní bezpečné hladiny v nádrži.



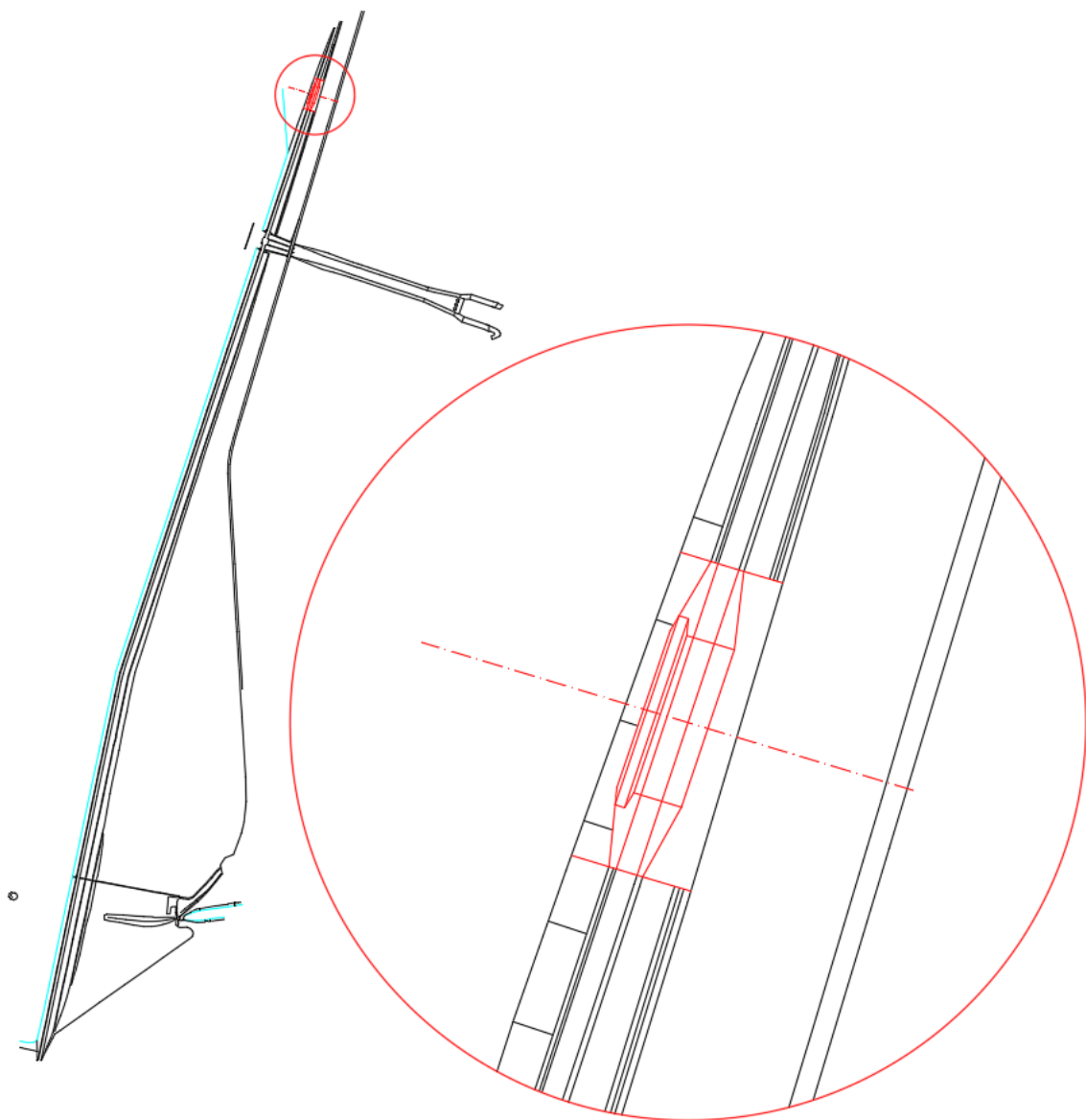
Obrázek 14: Odplavitelné hrazení

Pro VD Nechanice by mohl být nouzový přeliv navržen jako průleh v levém zavázání (Obrázek 16). V těchto místech by byla snížena koruna hráze na 272,00 m n. m. Na takto sníženou korunu hráze by bylo postaveno odplavitelné hrazení v podobě sypané hrázky, o výšce 0,5 m (Obrázek 15). Ta by se při dosažení hladiny 272,50 m n. m. začala odplavovat a umožnila tak využít plnou kapacitu nouzového přelivu tak, aby nedošlo k poškození hráze vlivem překročení MBH.

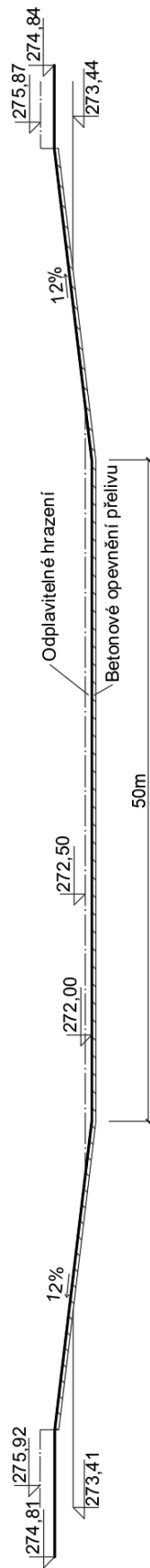
Kvůli pozemní komunikaci III. třídy, která vede po koruně hráze VD Nechanice, by bylo nutné nouzový přeliv navrhnout jako snížení koruny hráze ve tvaru lichoběžníku s maximálním sklonem svahů 12 % (Obrázek 17). Pokud do výpočtu transformace povodňové vlny PV10000 s kulminací $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ zavedeme nouzový přeliv lichoběžníkového tvaru s šířkou ve dně 50 m a přelivnou hranou na kótě 272,00 m n. m., který bude uvedený do provozu výpočetní krok (1 hodinu) po překonání hladiny 272,5 m n. m., hladina v nádrži vystoupá na maximální úroveň 272,79 m n. m. Tato hladina je 8 cm pod úrovní mezní bezpečné hladiny. S takto navrženým nouzovým přelivem by tedy hráz VD Nechanice vyhověla posouzení bezpečnosti za povodně.



Obrázek 15: Vzorový příčný řez nouzového přelivu



Obrázek 16: Nouzový přeliv - situace



Obrázek 17: Nouzový přeliv - podélný řez

H POUŽITÉ PODKLADY

1. Česká technická norma. ČSN 75 2935 - *Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních*. místo neznámé: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
2. VD Nechanice. *Povodí Ohře, s.p.* [Online] WEBHOUSE, 6. únor 2019. [Citace: 20. duben 2019.] <https://www.poh.cz/vodni-dilo-nechanice/d-2598/p1=2708>.
3. GROSMAN, Michal a Josef LEJSEK. *Vodní dílo Nechanice ve výstavbě*. Praha : Ředitelství vodohospodářského rozvoje, 1965.
4. *Povodí Ohře, Přehrady*. Povodí Ohře, s.p. Chomutov : Tiskárna AKORD Chomutov, 2010.
5. Povodí ohře, s. p. - odbor vodohospodářského rozvoje. *Manipulační řád pro VD Nechanice*. Chomutov : autor neznámý, 2008.
6. Ing. Ladislav Kašpárek, CSc. a kol. Stanovení teoretické povodňové vlny pro vodní dílo Nechanice s pravděpodobností výskytu P-0,0001. Praha : Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2010.
7. Švarc, Ing. Ondřej. VD Nechanice vrtný průzkum koruny hráze. Praha : autor neznámý, 2018.
8. doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc. VD Nechanice výzkum bezpečnostního přelivu na fyzikálním modelu. *Zpráva o provedení průzkumu*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, fakulta stavební, katedra hydrotechniky, 2017.
9. Švarc, Ing. Ondřej. VD Nechanice - Souhrnná etapová zpráva o TBD. Praha : autor neznámý, 2018.

I SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

I.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Umístění VD Nechranice (2)	15
Obrázek 2: Bezpečnostní přeliv	16
Obrázek 3: Sdružený objekt (2)	17
Obrázek 4: Empirické N-leté průtoky ze zimních a letních pololetí (6)	21
Obrázek 5: Průběh teoretické povodňové vlny v hodinovém kroku, $Q_{10000} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$, objem 632 mil. m^3 za 14 dní (6)	22
Obrázek 6: Průběh PV 10 000 a PV+10 000 z roku 1997	24
Obrázek 7: Umístění vrtu V21.1 (7)	25
Obrázek 8: Vrt V14.2 – metráž vrtného jádra (7)	26
Obrázek 9: Model VD Nechranice (8)	27
Obrázek 10: Konzumpční křivka spodní výpusti DN 1800 při 100% otevření	30
Obrázek 11: Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu	31
Obrázek 12: Transformace PV10000 (2010) - Varianta 1	37
Obrázek 13: Navýšení těsnícího jádra – vzorový příčný řez	42
Obrázek 14: Odplavitelné hrazení	43
Obrázek 15: Vzorový příčný řez nouzového přelivu	44
Obrázek 16: Nouzový přeliv - situace	44
Obrázek 17: Nouzový přeliv - podélný řez	45

I.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Výsledky transformací povodňových vln	37
--	----

J SEZNAM PŘÍLOH

1. Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu
2. Konzumpční křivka spodní výpusti
3. Charakteristiky nádrže
4. Čára překročení průměrných denních hladin v nádrži VD Nechanice
5. Výsledek transformace povodňové vlny PV10000 (2010) ve variantě 1
6. Grafické výstupy transformace povodňové vlny PV10000 (2010) v ostatních variantách

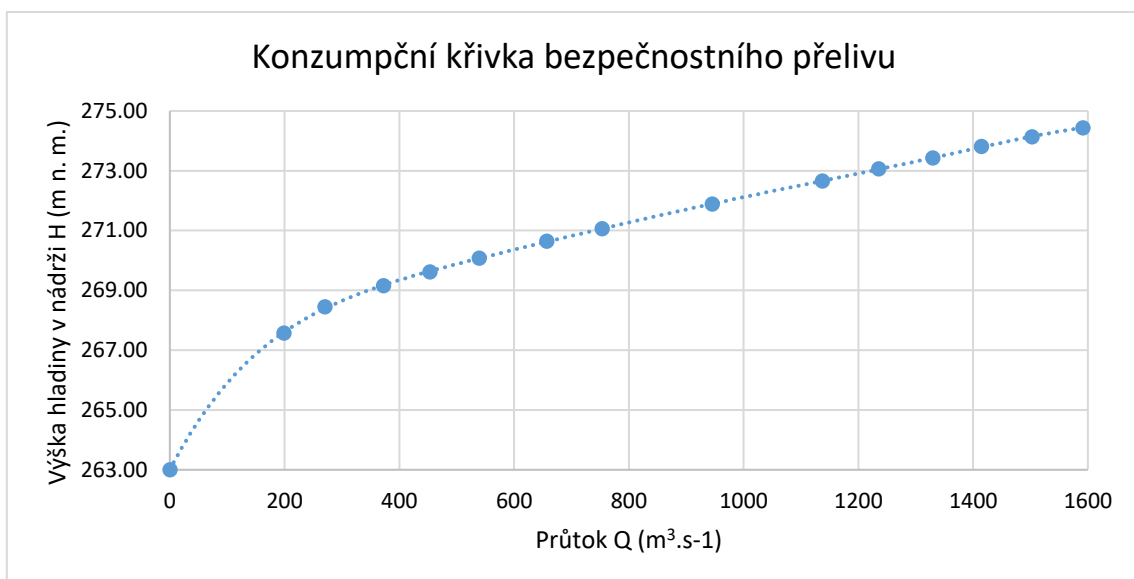
[Sem zadejte text.]

[Sem zadejte text.]

[Sem zadejte text.]

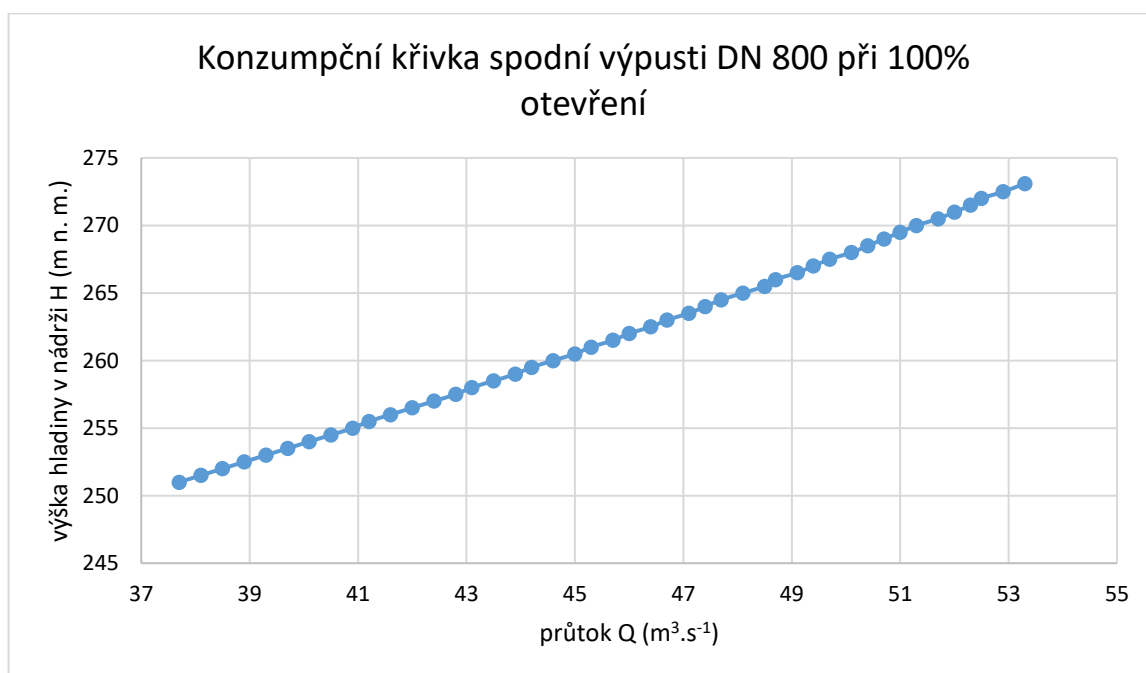
Příloha č. 1 – Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu

Q	H
$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m .n m.
0	263.00
199	267.57
270	268.45
372	269.15
453	269.62
539	270.07
657	270.64
753	271.06
945	271.89
1137	272.66
1235	273.05
1329	273.42
1414	273.80
1503	274.13
1591	274.43



Příloha č. 2 – Konzumpční křivka spodní výpusti DN 1800 při 100 % otevření

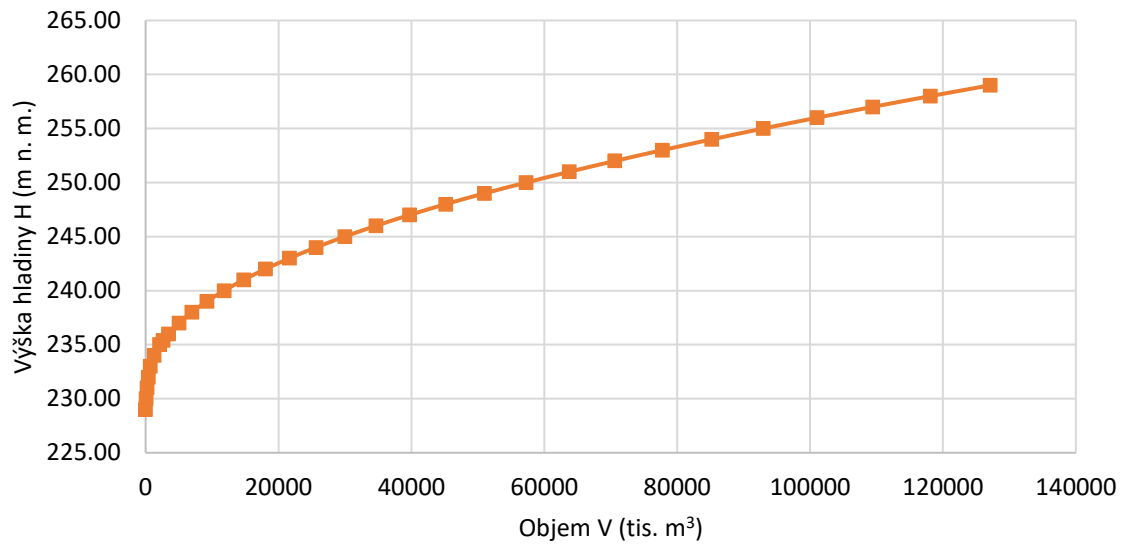
H	Q	H	Q
$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m . n m.	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m . n m.
251.00	37.7	262.50	46.4
251.50	38.1	263.00	46.7
252.00	38.5	263.50	47.1
252.50	38.9	264.00	47.4
253.00	39.3	264.50	47.7
253.50	39.7	265.00	48.1
254.00	40.1	265.50	48.5
254.50	40.5	266.00	48.7
255.00	40.9	266.50	49.1
255.50	41.2	267.00	49.4
256.00	41.6	267.50	49.7
256.50	42.0	268.00	50.1
257.00	42.4	268.50	50.4
257.50	42.8	269.00	50.7
258.00	43.1	269.50	51.0
258.50	43.5	270.00	51.3
259.00	43.9	270.50	51.7
259.50	44.2	271.00	52.0
260.00	44.6	271.50	52.3
260.50	45.0	272.00	52.5
261.00	45.3	272.50	52.9
261.50	45.7	273.10	53.3
262.00	46.0		



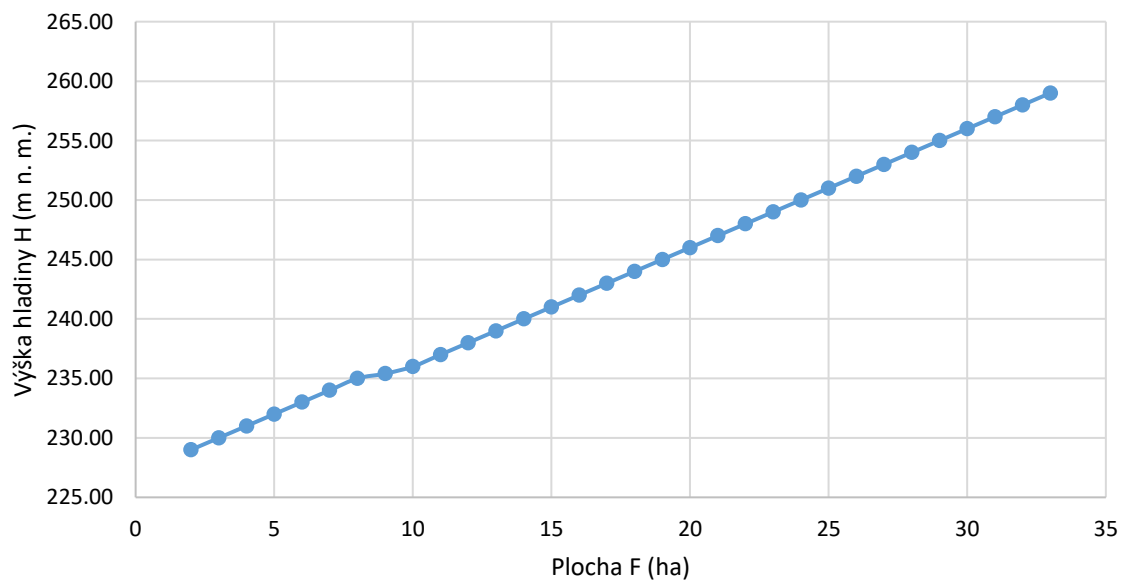
Příloha č. 3 – Charakteristiky nádrže

H	V	F
m n. m.	tis. m ³	ha
229.00	5.00	2.00
230.00	70.00	6.00
231.00	211.00	13.00
232.00	428.00	24.00
233.00	721.00	38.00
234.00	1266.00	71.00
235.00	2106.00	113.00
235.40	2650.00	128.00
236.00	3442.00	151.00
237.00	5035.00	186.00
238.00	6963.00	218.00
239.00	9228.00	247.00
240.00	11829.00	273.00
241.00	14772.00	306.00
242.00	18052.00	340.00
243.00	21678.00	375.00
244.00	25649.00	410.00
245.00	29977.00	446.00
246.00	34657.00	483.00
247.00	39716.00	522.00
248.00	45146.00	561.00
249.00	50995.00	602.00
250.00	57246.00	644.00
251.00	63772.00	678.00
252.00	70616.00	710.00
253.00	77764.00	740.00
254.00	85220.00	768.00
255.00	92976.00	795.00
256.00	101035.00	826.00
257.00	109412.00	858.00
258.00	118103.00	890.00
259.00	127122.00	923.00

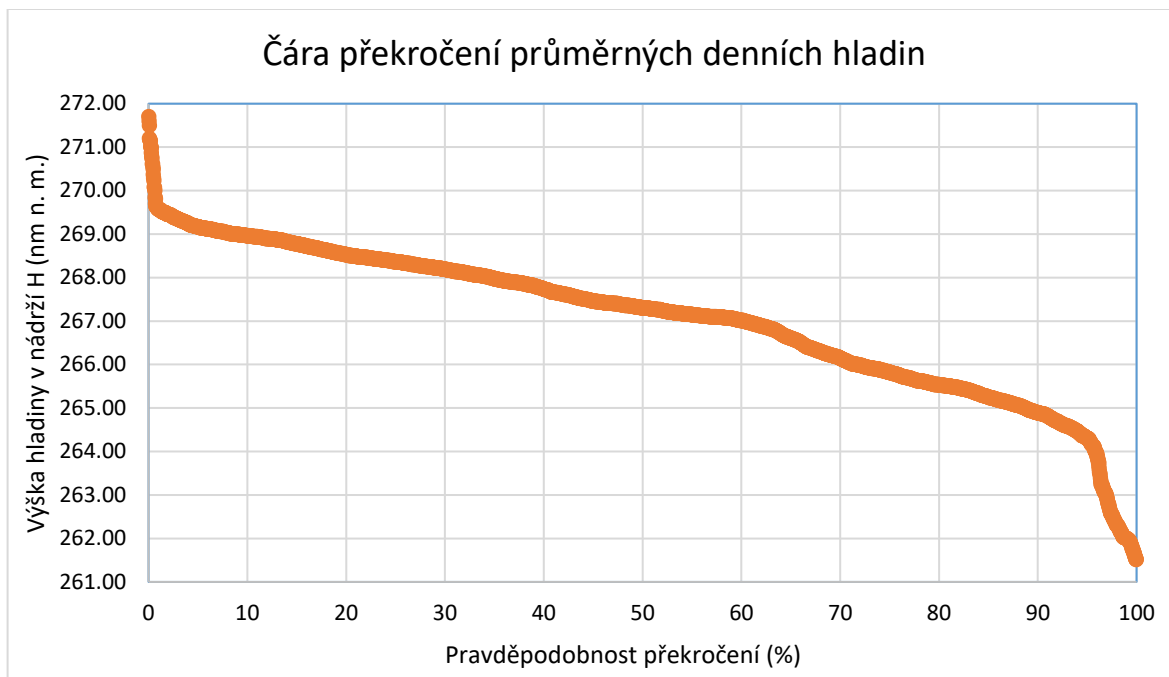
Čára zatopených objemů



Čára zatopených ploch



Příloha č. 4 – Čára překročení průměrných denních hladin v nádrži VD Nechanice (2010-2019)



Příloha č. 5 – Výpočet transformace povodňové vlny PV 10 000 (2010) ve variantě 1

PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok	H	BP	MVE	SV	BP + MVE + SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
0	174.00	269.00	356.12	32	0	388.13	-563.44	174.00
1	177.86	269.00	356.13	32.00	0.00	388.13	-559.60	177.86
2	181.71	269.00	356.13	32.00	0.00	388.13	-555.77	181.71
3	185.56	269.00	356.13	32.00	0.00	388.13	-551.96	185.56
4	189.40	269.00	356.13	32.00	0.00	388.13	-548.16	189.40
5	193.23	269.00	356.13	32.00	0.00	388.13	-544.37	193.23
6	197.05	269.00	356.13	32.00	0.00	388.13	-540.61	197.05
7	200.86	269.00	356.17	32.00	0.00	388.17	-536.80	200.00
8	204.65	269.00	356.37	32.00	0.00	388.37	-532.74	200.00
9	208.42	269.00	356.73	32.00	0.00	388.73	-528.44	200.00
10	212.16	269.00	357.26	32.00	0.00	389.26	-523.89	200.00
11	215.89	269.01	357.96	32.00	0.00	389.96	-519.09	200.00
12	219.58	269.01	358.81	32.00	0.00	390.81	-514.07	200.00
13	223.25	269.02	359.83	32.00	0.00	391.83	-508.81	200.00
14	226.89	269.02	361.01	32.00	0.00	393.01	-503.32	200.00
15	230.49	269.03	362.35	32.00	0.00	394.35	-497.61	200.00
16	234.06	269.04	363.85	32.00	0.00	395.85	-491.69	200.00
17	237.59	269.05	365.51	32.00	0.00	397.51	-485.55	200.00
18	241.07	269.06	367.33	32.00	0.00	399.33	-479.21	200.00
19	244.52	269.08	369.31	32.00	0.00	401.31	-472.67	200.00
20	247.91	269.09	371.45	32.00	0.00	403.45	-465.93	200.00
21	251.26	269.10	373.75	32.00	0.00	405.75	-458.99	200.00
22	254.56	269.12	376.20	32.00	0.00	408.20	-451.87	200.00
23	257.81	269.13	378.81	32.00	0.00	410.81	-444.55	200.00
24	261.00	269.15	381.58	32.00	0.00	413.58	-437.04	200.00
25	264.13	269.17	384.50	32.00	0.00	416.50	-429.34	200.00
26	267.22	269.19	387.58	32.00	0.00	419.58	-421.44	200.00
27	270.26	269.21	390.81	32.00	0.00	422.81	-413.34	200.00
28	273.27	269.23	394.20	32.00	0.00	426.20	-405.03	200.00
29	276.25	269.25	397.75	32.00	0.00	429.75	-396.51	200.00
30	279.21	269.27	401.46	32.00	0.00	433.46	-387.77	200.00
31	282.16	269.29	405.32	32.00	0.00	437.32	-378.80	200.00
32	285.10	269.32	409.35	32.00	0.00	441.35	-369.60	200.00
33	288.05	269.34	413.54	32.00	0.00	445.54	-360.16	200.00
34	291.01	269.37	417.91	32.00	0.00	449.91	-350.47	200.00
35	293.99	269.40	422.44	32.00	0.00	454.44	-340.51	200.00
36	297.00	269.42	427.14	32.00	0.00	459.14	-330.30	200.00
37	300.04	269.45	432.03	32.00	0.00	464.03	-319.80	200.00
38	303.13	269.48	437.10	32.00	0.00	469.10	-309.01	200.00
39	306.26	269.51	442.37	32.00	0.00	474.37	-297.93	200.00

PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok	H	BP	MVE	SV	BP + MVE + SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
40	309.45	269.54	447.82	32.00	0.00	479.82	-286.53	200.00
41	312.71	269.57	453.48	32.00	0.00	485.48	-274.81	200.00
42	316.04	269.61	459.35	32.00	0.00	491.35	-262.75	200.00
43	319.45	269.64	465.44	32.00	0.00	497.44	-250.33	200.00
44	322.95	269.68	471.75	32.00	0.00	503.75	-237.56	200.00
45	326.55	269.71	478.30	32.00	0.00	510.30	-224.42	200.00
46	330.25	269.75	485.09	32.00	0.00	517.09	-210.91	200.00
47	334.07	269.79	492.13	32.00	0.00	524.13	-197.02	200.00
48	338.00	269.82	499.43	32.00	0.00	531.43	-182.76	200.00
49	342.06	269.86	507.01	32.00	0.00	539.01	-168.13	200.00
50	346.22	269.91	514.87	32.00	0.00	546.87	-153.14	200.00
51	350.49	269.95	523.03	32.00	0.00	555.03	-137.79	200.00
52	354.83	269.99	531.50	32.00	0.00	563.50	-122.11	200.00
53	359.23	270.04	540.27	32.00	0.00	572.27	-106.22	200.00
54	363.68	270.08	549.37	32.00	0.00	581.37	-90.38	200.00
55	368.16	270.13	558.79	32.00	0.00	590.79	-74.30	200.00
56	372.65	270.18	568.54	32.00	0.00	600.54	-57.99	200.00
57	377.13	270.23	578.64	32.00	0.00	610.64	-41.46	200.00
58	381.60	270.28	589.07	32.00	0.00	621.07	-24.70	200.00
59	385.16	270.33	599.80	32.00	0.00	631.80	-7.78	200.00
60	387.03	270.38	610.73	32.00	0.00	642.73	9.31	200.00
61	390.87	270.44	621.97	32.00	0.00	653.97	26.96	200.00
62	394.71	270.49	633.54	32.00	0.00	665.54	44.87	200.00
63	398.55	270.55	645.42	32.00	0.00	677.42	63.05	200.00
64	402.39	270.60	657.64	32.00	0.00	689.64	81.51	200.00
65	406.23	270.66	670.18	32.00	0.00	702.18	100.23	200.00
66	410.08	270.72	683.06	32.00	0.00	715.06	119.22	200.00
67	413.92	270.78	696.27	32.00	0.00	728.27	138.47	200.00
68	417.76	270.84	709.82	32.00	0.00	741.82	158.00	200.00
69	421.60	270.90	723.72	32.00	0.00	755.72	177.79	200.00
70	425.44	270.96	737.95	32.00	0.00	769.95	197.84	200.00
71	429.29	271.03	749.34	32.00	0.00	781.34	214.57	250.00
72	433.13	271.08	761.04	32.00	0.00	793.04	231.57	250.00
73	436.97	271.13	773.05	32.00	0.00	805.05	248.83	250.00
74	440.81	271.18	780.52	32.00	0.00	812.52	260.98	300.00
75	444.65	271.21	789.89	32.00	0.00	821.89	275.20	300.00
76	448.50	271.26	799.54	32.00	0.00	831.54	289.69	300.00
77	452.34	271.30	809.48	32.00	0.00	841.48	304.45	350.00
78	456.18	271.33	814.79	32.00	0.00	846.79	314.10	350.00
79	460.02	271.36	822.00	32.00	0.00	854.00	326.05	350.00

PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok		H	BP	MVE	SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
80	463.86	271.39	829.49	32.00	0.00	861.49	339.09	350.00
81	467.71	271.42	837.26	32.00	0.00	869.26	353.41	400.00
82	471.55	271.45	840.33	32.00	0.00	872.33	363.87	400.00
83	475.39	271.47	845.32	32.00	0.00	877.32	377.87	400.00
84	479.23	271.49	850.57	32.00	0.00	882.57	393.85	400.00
85	484.63	271.51	851.20	32.00	0.00	883.20	406.84	450.00
86	494.21	271.52	854.14	32.00	0.00	886.14	424.34	450.00
87	505.17	271.53	857.80	32.00	0.00	889.80	444.37	450.00
88	517.65	271.54	857.32	32.00	0.00	889.32	461.80	500.00
89	531.75	271.54	859.43	32.00	0.00	891.43	484.00	500.00
90	547.60	271.55	859.27	0.00	104.61	963.88	505.86	550.00
91	565.32	271.55	860.29	0.00	104.62	964.90	531.21	550.00
92	585.02	271.55	857.63	0.00	104.60	962.23	554.86	600.00
93	606.81	271.54	858.08	0.00	104.60	962.68	584.14	600.00
94	630.83	271.54	855.14	0.00	104.59	959.73	611.99	650.00
95	657.19	271.53	855.62	0.00	104.59	960.21	645.61	700.00
96	686.00	271.53	853.03	0.00	104.58	957.61	677.87	700.00
97	717.32	271.52	849.21	0.00	104.56	953.76	710.49	750.00
98	750.92	271.51	849.27	0.00	104.56	953.83	748.74	800.00
99	786.53	271.50	846.72	0.00	104.54	951.26	785.32	800.00
100	823.86	271.49	843.33	0.00	104.53	947.86	821.84	850.00
101	862.61	271.48	839.21	0.00	104.50	943.71	858.13	900.00
102	902.51	271.47	839.37	0.00	104.51	943.88	899.35	950.00
103	943.26	271.46	837.28	0.00	104.49	941.77	938.11	950.00
104	984.59	271.46	840.11	0.00	104.51	944.62	981.93	952.38
105	1026.20	271.47	845.42	0.00	104.54	949.95	1027.85	957.23
106	1067.81	271.49	853.06	0.00	104.58	957.64	1075.41	964.46
107	1109.13	271.52	862.89	0.00	104.63	967.52	1124.16	973.92
108	1149.88	271.56	874.74	0.00	104.69	979.44	1173.59	985.44
109	1189.77	271.61	888.45	0.00	104.76	993.21	1223.23	998.85
110	1228.51	271.67	903.82	0.00	104.84	1008.67	1272.57	1013.95
111	1265.82	271.73	920.68	0.00	104.93	1025.61	1321.11	1030.57
112	1301.42	271.80	938.83	0.00	105.02	1043.85	1368.34	1048.51
113	1335.01	271.88	958.05	0.00	105.12	1063.17	1413.74	1067.53
114	1366.31	271.95	978.13	0.00	105.22	1083.35	1456.79	1087.44
115	1395.04	272.03	998.83	0.00	105.33	1104.16	1496.98	1107.99
116	1420.90	272.12	1019.93	0.00	105.43	1125.36	1533.75	1128.94
117	1443.61	272.20	1041.17	0.00	105.54	1146.70	1566.91	1150.05
118	1462.89	272.29	1062.30	0.00	105.64	1167.95	1596.08	1171.08
119	1478.45	272.37	1083.08	0.00	105.75	1188.83	1621.00	1191.76

PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok		H	BP	MVE	SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
120	1490.00	272.45	1103.25	0.00	105.85	1209.10	1641.51	1211.83
121	1497.35	272.53	1122.56	0.00	105.94	1228.50	1657.53	1231.05
122	1500.00	272.61	1140.74	0.00	106.03	1246.77	1669.02	1249.15
123	1500.00	272.68	1157.69	0.00	106.11	1263.80	1676.20	1266.02
124	1495.95	272.74	1173.21	0.00	106.19	1279.40	1678.96	1281.46
125	1488.44	272.80	1187.17	0.00	106.26	1293.42	1677.44	1295.35
126	1477.81	272.86	1199.46	0.00	106.32	1305.78	1671.80	1307.57
127	1464.28	272.91	1210.01	0.00	106.37	1316.38	1662.18	1318.05
128	1448.08	272.95	1218.75	0.00	106.41	1325.16	1648.77	1326.72
129	1429.45	272.98	1225.66	0.00	106.45	1332.10	1631.74	1333.56
130	1408.62	273.01	1230.70	0.00	106.47	1337.18	1611.32	1338.53
131	1385.82	273.03	1233.89	0.00	106.49	1340.38	1587.72	1341.64
132	1361.28	273.04	1235.22	0.00	106.49	1341.72	1561.19	1342.90
133	1335.24	273.05	1234.73	0.00	106.49	1341.22	1532.00	1342.32
134	1307.92	273.05	1232.45	0.00	106.48	1338.93	1500.40	1339.95
135	1279.57	273.04	1228.43	0.00	106.46	1334.89	1466.68	1335.84
136	1250.41	273.02	1225.93	0.00	106.45	1332.38	1434.42	1288.61
137	1220.68	273.01	1223.29	0.00	106.43	1329.73	1402.13	1258.88
138	1190.61	273.00	1220.65	0.00	106.42	1327.08	1370.20	1228.80
139	1160.42	272.99	1218.02	0.00	106.41	1324.43	1338.85	1198.61
140	1130.36	272.98	1215.38	0.00	106.40	1321.77	1308.27	1168.54
141	1100.66	272.97	1212.74	0.00	106.38	1319.12	1278.63	1138.84
142	1071.54	272.96	1210.10	0.00	106.37	1316.47	1250.04	1109.71
143	1043.24	272.95	1207.46	0.00	106.36	1313.82	1222.58	1081.41
144	1016.00	272.94	1204.82	0.00	106.34	1311.17	1196.29	1054.16
145	990.00	272.93	1202.18	0.00	106.33	1308.51	1171.17	1028.16
146	965.24	272.92	1199.54	0.00	106.32	1305.86	1147.20	1003.39
147	941.71	272.91	1196.90	0.00	106.31	1303.21	1124.35	979.86
148	919.35	272.90	1194.26	0.00	106.29	1300.56	1102.57	957.49
149	898.14	272.89	1191.62	0.00	106.28	1297.90	1081.83	936.27
150	878.05	272.88	1188.98	0.00	106.27	1295.25	1062.11	916.18
151	859.03	272.87	1186.34	0.00	106.25	1292.60	1043.35	897.15
152	841.05	272.86	1183.70	0.00	106.24	1289.94	1025.54	879.17
153	824.08	272.85	1181.06	0.00	106.23	1287.29	1008.63	862.19
154	808.09	272.84	1178.42	0.00	106.22	1284.64	992.59	846.20
155	793.03	272.83	1175.78	0.00	106.20	1281.98	977.38	831.13
156	778.88	272.82	1173.14	0.00	106.19	1279.33	962.98	816.98
157	765.60	272.81	1170.50	0.00	106.18	1276.68	949.34	803.69
158	753.15	272.80	1167.86	0.00	106.16	1274.03	936.44	791.24
159	741.51	272.79	1165.22	0.00	106.15	1271.37	924.23	779.59

PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok		H	BP	MVE	SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
160	730.63	272.78	1162.58	0.00	106.14	1268.72	912.68	768.71
161	720.48	272.76	1159.94	0.00	106.12	1266.07	901.76	758.55
162	711.03	272.75	1157.30	0.00	106.11	1263.42	891.43	749.10
163	702.24	272.74	1154.66	0.00	106.10	1260.76	881.41	740.30
164	694.07	272.73	1152.03	0.00	106.09	1258.11	871.95	732.13
165	686.50	272.72	1149.39	0.00	106.07	1255.46	862.96	724.55
166	679.49	272.71	1146.75	0.00	106.06	1252.81	854.35	717.54
167	673.00	272.70	1144.11	0.00	106.05	1250.16	846.06	711.04
168	667.00	272.69	1141.47	0.00	106.03	1247.51	838.01	705.03
169	659.75	272.68	1138.83	0.00	106.02	1244.86	830.14	697.78
170	654.82	272.67	1136.20	0.00	106.01	1242.21	822.63	692.85
171	649.93	272.66	1133.56	0.00	106.00	1239.56	815.16	687.95
172	645.07	272.65	1130.92	0.00	105.98	1236.91	807.73	683.09
173	640.25	272.64	1128.29	0.00	105.97	1234.26	800.33	678.26
174	635.47	272.63	1125.65	0.00	105.96	1231.61	792.96	673.47
175	630.72	272.62	1123.02	0.00	105.94	1228.96	785.63	668.72
176	626.01	272.61	1120.38	0.00	105.93	1226.31	778.34	664.00
177	621.33	272.60	1117.75	0.00	105.92	1223.66	771.08	659.32
178	616.69	272.59	1115.11	0.00	105.90	1221.02	763.85	654.67
179	612.08	272.58	1112.48	0.00	105.89	1218.37	756.66	650.06
180	607.51	272.57	1109.85	0.00	105.88	1215.73	749.50	645.48
181	602.97	272.56	1107.22	0.00	105.87	1213.08	742.38	640.93
182	598.46	272.55	1104.58	0.00	105.85	1210.44	735.29	636.42
183	593.99	272.54	1101.95	0.00	105.84	1207.79	728.23	631.95
184	589.55	272.53	1099.32	0.00	105.83	1205.15	721.20	627.50
185	585.15	272.52	1096.69	0.00	105.81	1202.51	714.21	623.09
186	580.77	272.51	1094.06	0.00	105.80	1199.86	707.25	618.71
187	576.44	272.50	1091.43	0.00	105.79	1197.22	700.32	614.37
188	572.13	272.49	1088.81	0.00	105.77	1194.58	693.42	610.06
189	567.85	272.48	1086.18	0.00	105.76	1191.94	686.56	605.78
190	563.61	272.47	1083.55	0.00	105.75	1189.30	679.72	601.53
191	559.40	272.46	1080.93	0.00	105.74	1186.66	672.92	597.31
192	555.22	272.45	1078.30	0.00	105.72	1184.02	666.15	593.13
193	551.07	272.43	1075.68	0.00	105.71	1181.39	659.41	588.97
194	546.95	272.42	1073.05	0.00	105.70	1178.75	652.70	584.85
195	542.87	272.41	1070.43	0.00	105.68	1176.12	646.02	580.76
196	538.81	272.40	1067.81	0.00	105.67	1173.48	639.36	576.70
197	534.78	272.39	1065.19	0.00	105.66	1170.85	632.74	572.67
198	530.79	272.38	1062.57	0.00	105.64	1168.21	626.15	568.66
199	526.82	272.37	1059.95	0.00	105.63	1165.58	619.59	564.69

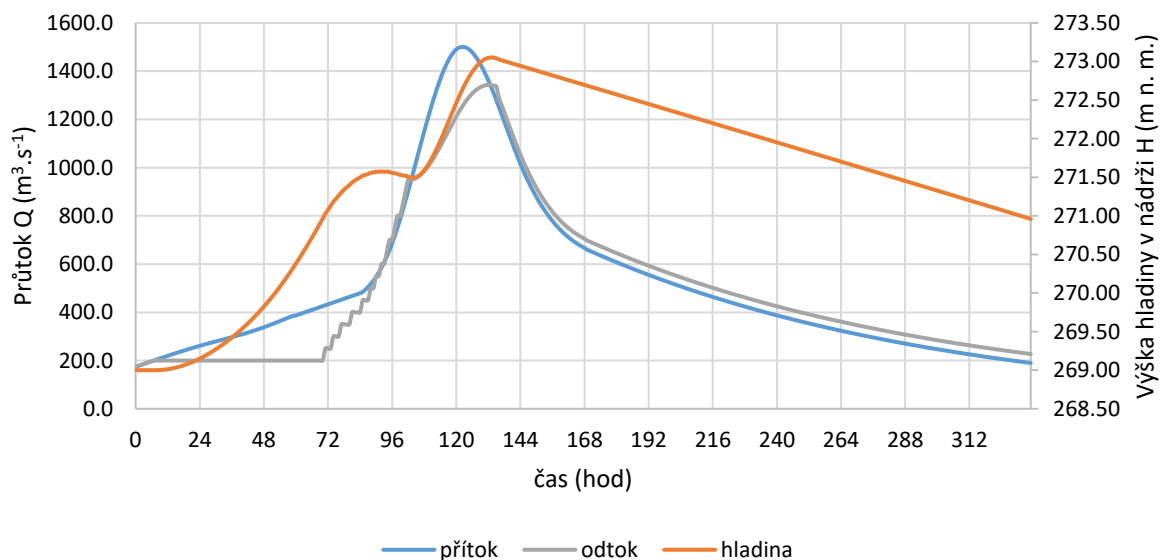
PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok	H	BP	MVE	SV	BP + MVE + SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
200	522.89	272.36	1057.33	0.00	105.62	1162.95	613.06	560.75
201	518.98	272.35	1054.72	0.00	105.61	1160.32	606.55	556.84
202	515.10	272.34	1052.10	0.00	105.59	1157.69	600.08	552.96
203	511.25	272.33	1049.48	0.00	105.58	1155.06	593.63	549.10
204	507.43	272.32	1046.87	0.00	105.57	1152.44	587.21	545.28
205	503.64	272.31	1044.26	0.00	105.55	1149.81	580.82	541.48
206	499.88	272.30	1041.64	0.00	105.54	1147.19	574.46	537.71
207	496.14	272.29	1039.03	0.00	105.53	1144.56	568.12	533.97
208	492.44	272.28	1036.42	0.00	105.52	1141.94	561.81	530.26
209	488.76	272.27	1033.81	0.00	105.50	1139.32	555.53	526.57
210	485.10	272.26	1031.21	0.00	105.49	1136.70	549.28	522.92
211	481.48	272.25	1028.60	0.00	105.48	1134.08	543.05	519.29
212	477.88	272.24	1025.99	0.00	105.46	1131.46	536.85	515.68
213	474.31	272.23	1023.39	0.00	105.45	1128.84	530.68	512.11
214	470.77	272.22	1020.79	0.00	105.44	1126.22	524.53	508.56
215	467.25	272.21	1018.18	0.00	105.42	1123.61	518.41	505.04
216	463.76	272.20	1015.58	0.00	105.41	1120.99	512.31	501.54
217	460.29	272.19	1012.98	0.00	105.40	1118.38	506.24	498.07
218	456.85	272.18	1010.39	0.00	105.38	1115.77	500.19	494.62
219	453.44	272.17	1007.79	0.00	105.37	1113.16	494.17	491.21
220	450.05	272.16	1005.19	0.00	105.36	1110.55	488.18	487.81
221	446.69	272.15	1002.60	0.00	105.35	1107.94	482.21	484.44
222	443.35	272.14	1000.00	0.00	105.33	1105.34	476.26	481.10
223	440.04	272.12	997.41	0.00	105.32	1102.73	470.34	477.78
224	436.75	272.11	994.82	0.00	105.31	1100.13	464.45	474.49
225	433.49	272.10	992.23	0.00	105.29	1097.53	458.57	471.22
226	430.25	272.09	989.65	0.00	105.28	1094.93	452.72	467.98
227	427.03	272.08	987.06	0.00	105.27	1092.33	446.90	464.76
228	423.84	272.07	984.48	0.00	105.25	1089.73	441.10	461.56
229	420.68	272.06	981.89	0.00	105.24	1087.13	435.32	458.39
230	417.53	272.05	979.31	0.00	105.23	1084.54	429.56	455.24
231	414.41	272.04	976.73	0.00	105.22	1081.95	423.83	452.11
232	411.32	272.03	974.15	0.00	105.20	1079.35	418.12	449.01
233	408.24	272.02	971.57	0.00	105.19	1076.76	412.44	445.93
234	405.19	272.01	969.00	0.00	105.18	1074.17	406.77	442.88
235	402.17	272.00	966.42	0.00	105.16	1071.59	401.13	439.85
236	399.16	271.99	963.85	0.00	105.15	1069.00	395.51	436.84
237	396.18	271.98	961.28	0.00	105.14	1066.42	389.92	433.85
238	393.22	271.97	958.71	0.00	105.12	1063.84	384.34	430.88
239	390.28	271.96	956.14	0.00	105.11	1061.25	378.79	427.94

PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok		H	BP	MVE	SV		
hod	m ³ /	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /
240	387.36	271.95	953.58	0.00	105.10	1058.68	373.26	425.02
241	384.47	271.94	951.01	0.00	105.09	1056.10	367.75	422.12
242	381.60	271.93	948.45	0.00	105.07	1053.52	362.26	419.24
243	378.74	271.92	945.89	0.00	105.06	1050.95	356.79	416.38
244	375.91	271.91	943.33	0.00	105.05	1048.38	351.34	413.55
245	373.11	271.90	940.77	0.00	105.03	1045.81	345.91	410.73
246	370.32	271.89	938.22	0.00	105.02	1043.24	340.51	407.94
247	367.55	271.88	935.66	0.00	105.01	1040.67	335.12	405.17
248	364.80	271.87	933.11	0.00	104.99	1038.10	329.76	402.42
249	362.08	271.85	930.56	0.00	104.98	1035.54	324.41	399.69
250	359.37	271.84	928.01	0.00	104.97	1032.98	319.09	396.97
251	356.69	271.83	925.46	0.00	104.95	1030.42	313.78	394.28
252	354.02	271.82	922.92	0.00	104.94	1027.86	308.50	391.61
253	351.38	271.81	920.38	0.00	104.93	1025.31	303.23	388.96
254	348.75	271.80	917.84	0.00	104.92	1022.75	297.98	386.33
255	346.15	271.79	915.30	0.00	104.90	1020.20	292.76	383.72
256	343.56	271.78	912.76	0.00	104.89	1017.65	287.55	381.13
257	340.99	271.77	910.22	0.00	104.88	1015.10	282.36	378.56
258	338.45	271.76	907.69	0.00	104.86	1012.55	277.19	376.00
259	335.92	271.75	905.16	0.00	104.85	1010.01	272.04	373.47
260	333.41	271.74	902.63	0.00	104.84	1007.47	266.90	370.95
261	330.92	271.73	900.10	0.00	104.82	1004.93	261.79	368.46
262	328.44	271.72	897.58	0.00	104.81	1002.39	256.69	365.98
263	325.99	271.71	895.05	0.00	104.80	999.85	251.61	363.52
264	323.55	271.70	892.53	0.00	104.78	997.32	246.55	361.08
265	321.14	271.69	890.01	0.00	104.77	994.79	241.51	358.66
266	318.74	271.68	887.50	0.00	104.76	992.26	236.49	356.25
267	316.35	271.67	884.98	0.00	104.75	989.73	231.48	353.86
268	313.99	271.66	882.47	0.00	104.73	987.20	226.49	351.50
269	311.64	271.65	879.96	0.00	104.72	984.68	221.52	349.14
270	309.32	271.64	877.45	0.00	104.71	982.16	216.56	346.81
271	307.00	271.63	874.94	0.00	104.69	979.64	211.62	344.49
272	304.71	271.62	872.44	0.00	104.68	977.12	206.70	342.19
273	302.43	271.61	869.94	0.00	104.67	974.61	201.80	339.91
274	300.17	271.59	867.44	0.00	104.65	972.09	196.91	337.65
275	297.93	271.58	864.94	0.00	104.64	969.58	192.04	335.40
276	295.71	271.57	862.45	0.00	104.63	967.07	187.19	333.17
277	293.50	271.56	859.95	0.00	104.61	964.57	182.35	330.95
278	291.30	271.55	857.46	0.00	104.60	962.07	177.53	328.75
279	289.13	271.54	854.98	0.00	104.59	959.56	172.72	326.57

PV 10000		Výška hladiny	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok	H	BP	MVE	SV	BP + MVE + SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
280	286.97	271.53	852.49	0.00	104.58	957.06	167.93	324.41
281	284.82	271.52	850.01	0.00	104.56	954.57	163.16	322.26
282	282.69	271.51	847.53	0.00	104.55	952.07	158.40	320.12
283	280.58	271.50	845.05	0.00	104.54	949.58	153.66	318.01
284	278.48	271.49	842.57	0.00	104.52	947.09	148.93	315.90
285	276.40	271.48	840.10	0.00	104.51	944.61	144.22	313.82
286	274.34	271.47	837.62	0.00	104.50	942.12	139.52	311.75
287	272.29	271.46	835.16	0.00	104.48	939.64	134.84	309.69
288	270.25	271.45	832.69	0.00	104.47	937.16	130.17	307.65
289	268.23	271.44	830.22	0.00	104.46	934.68	125.52	305.63
290	266.23	271.43	827.76	0.00	104.44	932.21	120.89	303.62
291	264.24	271.42	825.30	0.00	104.43	929.73	116.27	301.62
292	262.27	271.41	822.85	0.00	104.42	927.26	111.66	299.64
293	260.31	271.40	820.39	0.00	104.40	924.80	107.07	297.68
294	258.36	271.39	817.94	0.00	104.39	922.33	102.49	295.73
295	256.43	271.38	815.49	0.00	104.38	919.87	97.92	293.79
296	254.52	271.37	813.05	0.00	104.37	917.41	93.37	291.87
297	252.61	271.35	810.60	0.00	104.35	914.95	88.84	289.96
298	250.73	271.34	808.16	0.00	104.34	912.50	84.32	288.07
299	248.85	271.33	805.72	0.00	104.33	910.05	79.81	286.19
300	246.99	271.32	803.29	0.00	104.31	907.60	75.31	284.33
301	245.15	271.31	800.85	0.00	104.30	905.15	70.83	282.48
302	243.32	271.30	798.42	0.00	104.29	902.71	66.37	280.64
303	241.50	271.29	795.99	0.00	104.27	900.27	61.91	278.82
304	239.69	271.28	793.57	0.00	104.26	897.83	57.47	277.01
305	237.90	271.27	791.15	0.00	104.25	895.39	53.05	275.21
306	236.13	271.26	788.73	0.00	104.23	892.96	48.63	273.43
307	234.36	271.25	786.31	0.00	104.22	890.53	44.23	271.66
308	232.61	271.24	783.90	0.00	104.21	888.10	39.85	269.90
309	230.87	271.23	781.48	0.00	104.19	885.68	35.47	268.16
310	229.15	271.22	779.08	0.00	104.18	883.26	31.11	266.43
311	227.43	271.21	776.67	0.00	104.17	880.84	26.76	264.71
312	225.74	271.20	774.27	0.00	104.16	878.42	22.42	263.00
313	224.05	271.19	771.87	0.00	104.14	876.01	18.10	261.31
314	222.37	271.18	769.47	0.00	104.13	873.60	13.79	259.63
315	220.71	271.17	767.08	0.00	104.12	871.19	9.49	257.97
316	219.06	271.16	764.68	0.00	104.10	868.79	5.20	256.31
317	217.43	271.15	762.30	0.00	104.09	866.38	0.93	254.67
318	215.80	271.14	759.91	0.00	104.08	863.99	-3.34	253.04
319	214.19	271.12	757.53	0.00	104.06	861.59	-7.59	251.42

PV 10000		Výška hladiny H	Odtokové poměry				odtok na základě předpovědi	odtok z nádrže
čas	přítok		BP	MVE	SV	BP + MVE + SV		
hod	m ³ /s	m n. m.	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
320	212.59	271.11	755.15	0.00	104.05	859.20	-11.83	249.82
321	211.00	271.10	752.77	0.00	104.04	856.81	-16.05	248.22
322	209.42	271.09	750.40	0.00	104.02	854.42	-20.27	246.64
323	207.86	271.08	748.02	0.00	104.01	852.04	-24.47	245.07
324	206.31	271.07	745.66	0.00	104.00	849.65	-28.67	243.51
325	204.76	271.06	743.29	0.00	103.98	847.28	-32.85	241.97
326	203.23	271.05	740.93	0.00	103.97	844.90	-37.02	240.43
327	201.72	271.04	738.57	0.00	103.96	842.53	-41.17	238.91
328	200.21	271.03	736.22	0.00	103.94	840.16	-45.32	237.39
329	198.71	271.02	733.86	0.00	103.93	837.79	-49.46	235.89
330	197.23	271.01	731.51	0.00	103.92	835.43	-80.52	234.40
331	195.75	271.00	729.17	0.00	103.90	833.07	-111.37	232.92
332	194.29	270.99	726.82	0.00	103.89	830.71	-142.01	231.45
333	192.84	270.98	724.48	0.00	103.88	828.36	-172.44	230.00
334	191.40	270.97	722.15	0.00	103.87	826.01	-202.66	228.55
335	189.97	270.96	719.81	0.00	103.85	823.66	-232.67	227.12

Transformace PV10000 (2010) - varianta 1



Příloha č. 6 - Grafické výstupy transformace povodňové vlny PV10000 (2010) v ostatních variantách

