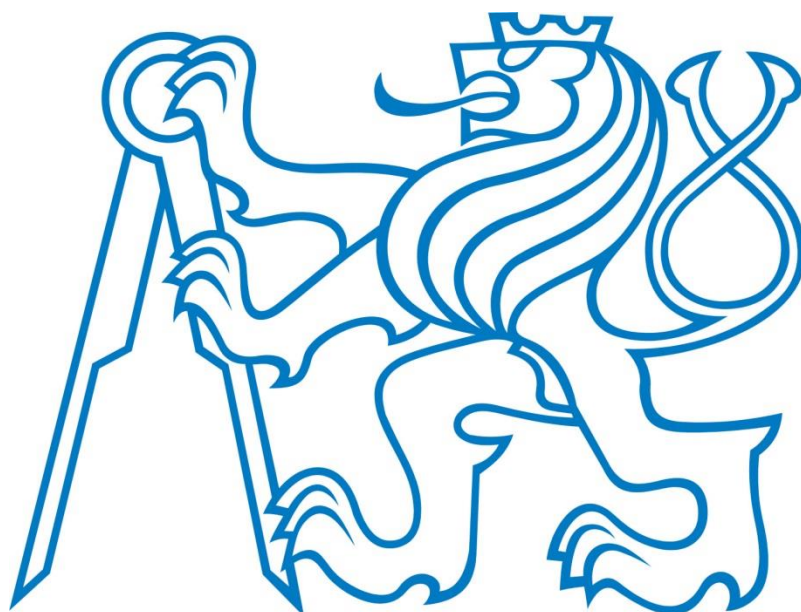


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydrotechniky



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Posouzení bezpečnosti MVN Mladoňovice za povodní

The safety assessment of the Mladoňovice pond
during floods

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.

Prohlášení

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

.....

Místo zpracování, celé datum

.....

Filip Nedorost

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce panu doc. Ing. Ladislavu Satrapovi CSc. za jeho cenné rady při vypracovávání této bakalářské práce.

Děkuji také Povodí Moravy, konkrétně panu Ing. Zbyňku Jarešovi za pomoc při výběru vhodné malé vodní nádrže k posouzení, provozu Povodí Moravy v Dačicích za poskytnutí veškeré dokumentace k MVN Mladoňovice, dále provozovateli vodního díla rybářskému spolku Mladoňovice o.s. za seznámení s okolnostmi za kterých je vodní dílo provozováno.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá posouzením bezpečnosti malé vodní nádrže Mladoňovice za zvýšených povodňových průtoků. Pro tento účel byla od ČHMÚ získána aktualizovaná hydrologická data. V bakalářské práci je vyřešeno převádění povodňového průtoku přes bezpečnostní přeliv a požerák. Součástí práce je stanovení mezní bezpečné hladiny (MBH), to je úroveň hladiny v nádrži, při jejímž překročení nastává aktuální nebezpečí poruchy a havárie vodního díla. Stanovena bude rovněž kontrolní maximální hladina (KMH) = maximální hladina v nádrži při zvolených předpokladech a podmínkách převedení kontrolní povodňové vlny přes vodní dílo. Závěrem práce bude posouzení vztahu mezi MBH a KMH a návrh opatření pro zvýšení retenční schopnosti vodního díla.

ABSTRACT

Bachelor thesis is about the safety assessment of the Mladoňovice pond during floods. This safety assessment will be performed with updated hydrological data from ČHMÚ. There is resolved by converting flood flow over the spillway and the gullet. A part of this thesis is establishing a limit of safe water level in the pond. It is the water level in pond, above which takes the risk of malfunction or accident on the pond. It will be also found the maximum flood water level. It is maximum water level in the pond, which will be reached by the floods. Thesis will conclude with an assessment of the relationship between limit of safe water level and maximum flood water level. Finally there will be the proposal to increase the retention capacity of the Mladoňovice pond.

KLÍČOVÁ SLOVA

Malá vodní nádrž, bezpečnostní přeliv, požerák, konsumpční křivka, povodňová vlna, mezní bezpečná hladina, kontrolní maximální hladina, výběh vodní vlny na svah hráze, požadovaná míra bezpečnosti, sypaná zemní homogenní hráz

KEYWORDS

Pond, spillway, gullet, rating curve, flood wave, limit of safe water level, maximum flood water level, the effects of wind, required level of safety, homogenous earth dam

Obsah bakalářské práce

A. ÚVOD	6
B. SPECIFIKACE CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	7
C. ÚČEL, POPIS A HISTORIE VODNÍHO DÍLA MLADOŇOVICE	8
D. ZÁKLADNÍ ÚDAJE A PODKLADY	16
D.1. Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla při povodni	16
D.2. Hydrologické podklady	17
D.3. Technické parametry a podklady	19
D.4. Hydraulické výpočty	19
E. STANOVENÍ MEZNÍ BEZPEČNÉ HLADINY	28
F. STANOVENÍ KONTROLNÍ MAXIMÁLNÍ HLADINY V NÁDRŽI	34
G. ZHODNOCENÍ STAVU A BEZPEČNOSTI VODNÍHO DÍLA	37
H. ZÁVĚR	39
I. POUŽITÉ PODKLADY	41
J. J.1. Seznam použité literatury	41
J.2. Seznam tabulek	42
J.3. Seznam obrázků	42

A. ÚVOD

Rybníky a účelové nádrže jsou nedílnou součástí naší krajiny, které se datují řadu let do české historie. Tyto nádrže plní mnoho významných funkcí – zásobní, kompenzační, ochrannou, provozní, estetickou, asanační, rekreační, zlepšují a mění fyzikální, chemické a biologické vlastnosti vody, vytvářejí vhodné prostředí pro chov ryb apod. Převážná většina těchto nádrží je víceúčelových. Při správném návrhu a odpovědném provozování přispívají tyto nádrže k ochraně a tvorbě našeho životního prostředí. (1)

Současný stav většiny hrází a funkčních objektů odpovídá jejich stáří, péči a finančním prostředkům, které byly věnovány na jejich údržbu. Na základě průzkumu, který provedla organizace Vodní díla – technickobezpečnostní dohled a.s. (Vodní díla – TBD a.s.) na reprezentativním vzorku malých vodních nádrží, lze současný stav hrází a funkčních objektů charakterizovat jako nevyhovující u 35% z pozorovaných děl.

Významné jsou i výsledky posouzení stávajících nádrží z hlediska rizika přelítí hráze při průchodu návrhové povodně. Z celkového počtu posuzovaných nevyhovělo 32% nádrží kritériím bezpečnosti proti přelítí hráze. (2)

Jak vyplývá z předchozího odstavce, malé vodní nádrže na území České republiky nejsou v dobrém technickém stavu. Rozhodl jsem se proto v rámci mé Bakalářské práce jednu ze seznamu Malých vodních nádrží ve správě Povodí Moravy posoudit z hlediska jejího technického stavu a bezpečnosti za zvýšených povodňových průtoků. Po konzultaci s Ing. Zbyňkem Jarešem z Povodí Moravy, útvaru provozu a TBD byla k posouzení vybrána MVN Mladoňovice.

Na MVN Mladoňovice došlo od její výstavby v 70. letech 20.století k několika problémům, největší z nich vedl až k protržení hráze.

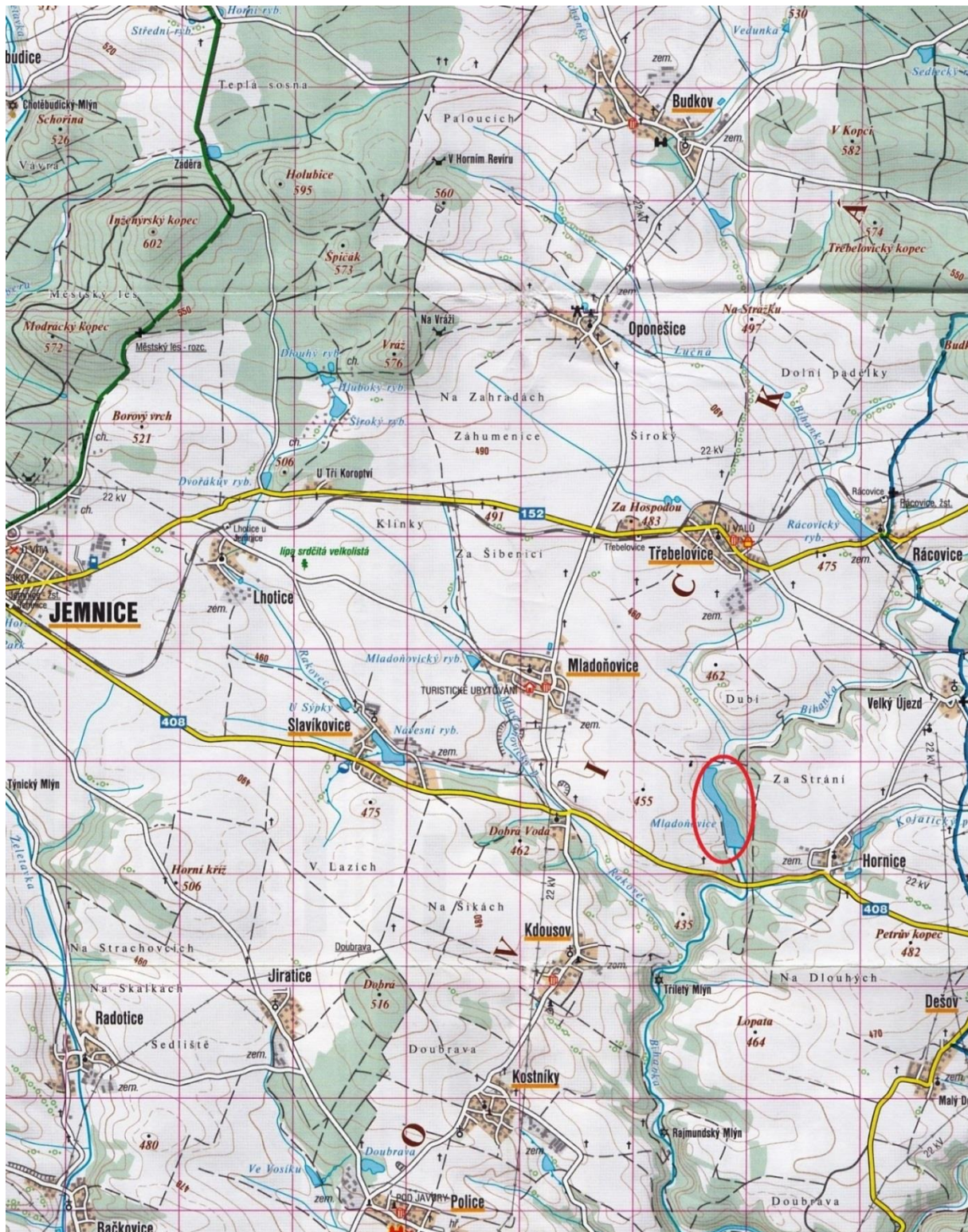
B. SPECIFIKACE CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

- Seznámit se s podklady k MVN Mladoňovice (manipulační řád, projektová dokumentace) a s problémy, které se vyskytly během existence vodního díla.
- Zhodnotit údaje z projektové dokumentace a z manipulačního řádu a porovnat získané údaje se skutečností zjištěnou na místě.
- Získat aktualizovaná hydrologická data a zhodnotit hydrologické podmínky povodí Bihanky, profilu MVN Mladoňovice a okolí.
- Zhodnotit aktuální technický stav MVN Mladoňovice.
- Vyhodnotit bezpečnost vodního díla za zvýšených povodňových průtoků.
- Navrhnout případné opatření pro zvýšení bezpečnosti vodního díla Mladoňovice.
- Zhodnotit možnosti úprav pro zlepšení provozu a naplnění účelů vodního díla.

C. ÚČEL, POPIS A HISTORIE VODNÍHO DÍLA

Vodní dílo Mladoňovice je vodní nádrž na Bihance v říčním km 4,6 situovaná 300 m nad silnicí II tř. č.408 Hornice – Jemnice.

Katastrální území: Mladoňovice (697117)



Obrázek 1 – Základní mapa 1:50 000 s vyznačením polohy MVN Mladoňovice.

Vodní dílo Mladoňovice bylo vybudováno na toku Bihanka v letech 1975 -1977. Krátce po jeho dostavění v roce 1980 došlo k protržení hráze vodního díla. Pravděpodobnou příčinou, proč došlo k této situaci, bylo to, že při výstavbě nebyla věnována dostatečná pozornost zřejmě nejcitlivějšímu místu všech sypaných hrází. Tímto místem je styk mezi částí hráze která je tvořena zhutnělou zeminou a betonovými prvky hráze (požerák, bezpečnostní přeliv). Z *obrázku 2* je patrné že materiál v okolí požeráku, který byl tehdy tvořen dvěma betonovými rourami nebyl dostatečně zhutněn a styk zeminy s betonem nebyl příkladně ošetřen. Tím došlo k jeho vyplavování a k protržení hráze. Na *obrázku 2* je také možné pozorovat, že ani založení skluzu pod bezpečnostním přelivem nebylo zcela v pořádku.



Obrázek 2 – Dobová fotografie protržené hráze MVN Mladoňovice – pohled proti vodě.



Obrázek 3 - Dobová fotografie protržené hráze MVN Mladoňovice – pohled po vodě.

Hráz byla opravena a rybník byl znovu napuštěn v roce 1985. Původní požerák z betonových rour byl nahrazen dvoukomorovým požerákem, který zde stojí dodnes.



Obrázek 4 – Dvoukomorový požerák.

Bohužel ani tato oprava nebyla provedena zcela bezchybně. U části nově vybudovaného požeráku, která byla umístěna v tělese hráze, bylo při výstavbě ponecháno bednění. Toto bednění časem degradovalo a rozpadlo se. To způsobilo další problém. Mezi opěrnou zdí přelivu a šachtou výpustného objektu došlo vlivem vyplavování materiálu hráze ke vzniku kaverny. V důsledku toho došlo k poklesu opěrné zdi a vzniku trhlin. Po povodni v srpnu roku 2002 se tento problém ještě rozšířil a hrozilo znovu protržení hráze. Vodní dílo bylo tedy znovu upraveno a to do podoby v jaké se nachází dnes. Od poslední úpravy v roce 2003 vodní dílo nečelilo žádné povodňové situaci. Rovněž zde nenastaly žádné další technické problémy.

Vzdouvací objekt tvoří zemní hráz sypaná z místních materiálů vysoká 9 m, maximální hloubka vody v nádrži nepřesahuje 7,3 m a maximální objem zadržené vody je 300 000 m³, proto je možné toto vodní dílo podle ČSN 75 2410 klasifikovat jako malou vodní nádrž, dále jen MVN.

Během let došlo ke změně účelu využití vodního díla. Původním účelem vodního díla byla akumulace vody pro závlahu zemědělských pozemků v okolí. Tento původní účel byl změnou využívání okolních pozemků zcela zrušen. Odběrný objekt pod hrází vodního díla je v dezolátním stavu. Původní primární účel nádrže byl nahrazen jiným účelem - chovem ryb pro sportovní rybolov.

Se změnou účelu vodního díla souvisí i změna provozovatele/správce. Vlastníkem díla je Povodí Moravy. Za veškeré manipulace a provoz vodního díla však nese zodpovědnost rybářský spolek Mladoňovice, který má nádrž od roku 2009 v pronájmu.



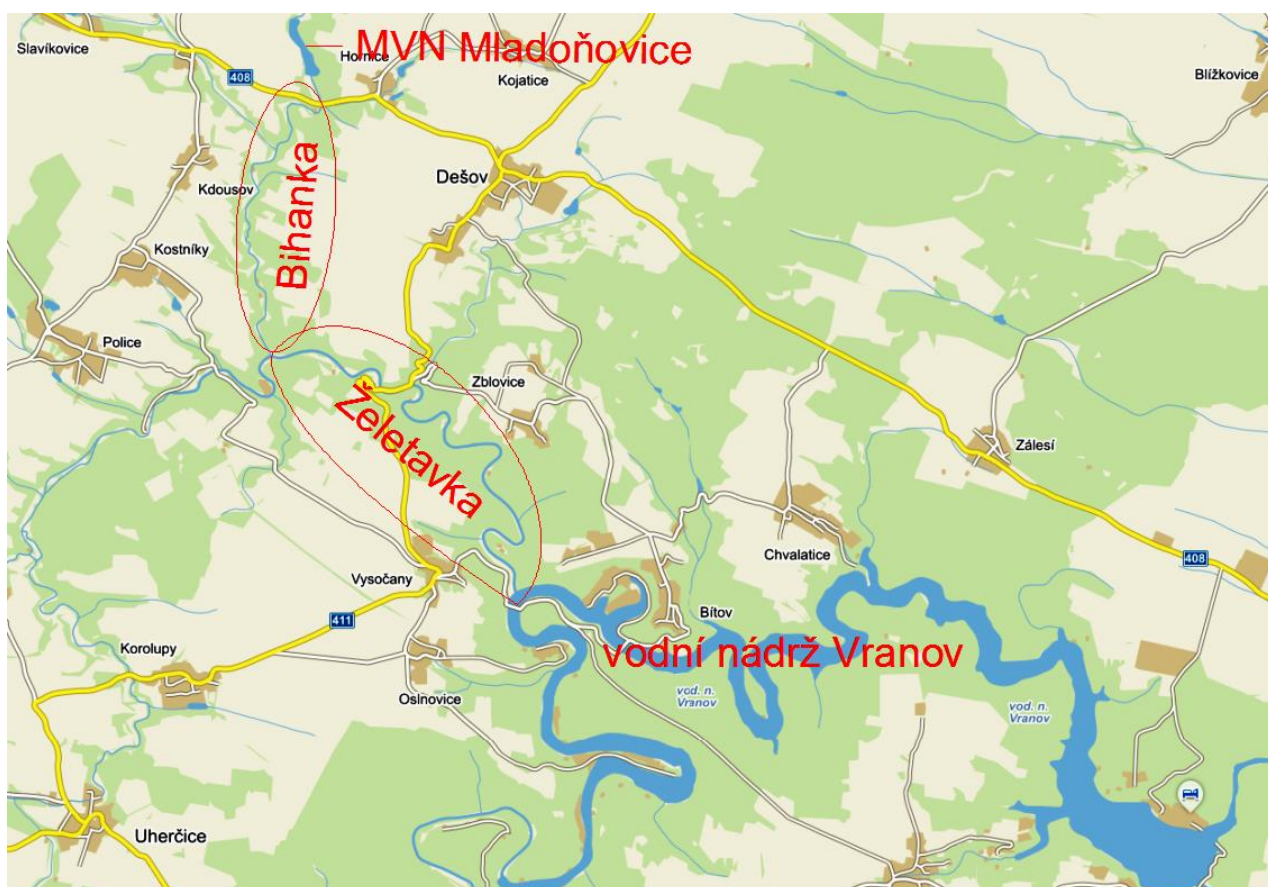
Obrázek 6 – Pohled na zemní sypanou hráz MVN Mladoňovice.



Obrázek 5 – Pohled na vzdušný líc hráze, vlevo odběrný objekt a vpravo bezpečnostní přeliv.

Pod vodním dílem Mladoňovice Bihanka teče dalších 4,6 km a poté se vlévá do řeky Želetavky. Řeka Želetavka pak za dalších 7,5 km od soutoku s Bihankou ústí do Vranovské přehrady a tvoří tak po řece Dyji druhý největší zdroj vody pro Vranovskou přehradu.

Pod vodním dílem Mladoňovice se v blízkém okolí Bihanky nenachází žádná hustší zástavba je zde pouze zázemí pro letní dětský tábor, dva vodní mlýny (Tříletý Mlýn, Rajmudský Mlýn). Stejně tak je tomu i na řece Želetavce. Zde jsou mlýny (Macův, Svobodův, Koberův, Peksův).



Obrázek 7 – Mapa širších vztahů povodí. (10)

Vodní dílo Mladoňovice nemá významný retenční účinek a říčka Bihanka není velký vodní tok. Proto není vodní dílo Mladoňovice začleněno do žádné vodohospodářské soustavy. Významným prvkem Dyjsko-svratecké vodohospodářské soustavy je až Vranovská přehrada, na jejímž plnění se Bihanka podílí.

Účel vodního díla:

chov ryb
transformace povodní
nadlepšování průtoku v Bihance
zásoba požární vody
krajinotvorný prvek

Popis vodního díla:

Jedná se o průtočnou nádrž, která je napájena vodou z Bihanky. Plocha povodí Bihanky k profilu hráze je 34,88 km². Základní údaje o vodním díle jsou:
typ nádrže : průtočná
typ vzdouvací stavby : zemní hráz
spodní výpust : betonové potrubí DN 1000, šoupě DN 600
bezpečnostní přeliv : přímý, nehrazený

Popis hráze:

Jedná se o půdorysně přímou hráz, která má v řezu tvar lichoběžníku.
Hráz je homogenní zemní a je průjezdná.

Základní parametry hráze:

Typ hráze:	sypaná zemní, homogenní hráz
Kóta koruny hráze (min)	427,30 m n. m.
Kóta dna údolí (paty hráze)	418,30 m n. m.
Výška hráze nad terénem (max)	9,0 m
Šířka hráze v koruně	5,0 m
Délka hráze v koruně	190 m
Sklon svahů hráze: návodní	1:3,0
vzdušní	1:2,0
Typ přelivu	volný, nehrazený
Délka přelivné hrany	28,0 m (účinná 25,5 m)
Kóta přelivné hrany	425,50 m n.m.(nejnižší místo)
Spodní výpust	DN 1000/800
Uzávěr spodní výpusti šoupě	DN 600

Výpustné zařízení

Výpustné zařízení slouží k vyprázdnění nádrže. Tvoří ho betonový dvoukomorový požerák a vtokový objekt. Požerák a vtokový objekt propojuje spojovací potrubí - betonové DN 800. Požerák má vnější rozměry 3,2 x 3,6 m. Výpustné potrubí tvoří betonová trouba DN 1000, zaškrcená na vtoku do potrubí na DN 600. Uzávěr je tabulové šoupě z nerez, ovládané závitovou tyčí shora. Vtokový objekt je 11,4 m před požerákem a jeho dno je na kótě 418,32 m n.m.

Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv je v levém závázání, půdorysně zalomená přelivná hrana, na ni navazuje krátký skluz a napojení na odpadní koryto v rostlé skále. Vývar je zajištěný těžkým kamenným záhozem. Přelivná hrana je nerovná, má nejnižší místo na kótě 425,50 m n.m., nejvyšší na kótě 425,60 m n.m. (3)

D. ZÁKLADNÍ ÚDAJE A PODKLADY

D.1. Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla při povodni

Tabulka 1 – Požadovaná míra bezpečnosti pro návrh a posuzování vodního díla. (4)

Kategorie vodního díla ³⁾	Pravděpodobné škody při hypotetické havárii vodního díla	Hodnotící hlediska podle potenciálního rozsahu škod při hypotetické havárii vodního díla		Požadovaná míra bezpečnosti VD	
		Potencionální rozsah celkových škod	Uvažované ztráty lidských životů	$p = 1/N$	N (let)
I.	velmi vysoké	mimořádně vysoké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu státu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,0001	10 000
II.	vysoké	vysoké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu regionu, případně státu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,0001	10 000
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,0005	2 000
III.	střední	značné ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu regionu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,001	1 000
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,005	200
IV.	nízké	nízké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady lokálního rozsahu	předpokládají se ojedinělé ztráty lidských životů	0,005	200
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,01	100
		nízké ekonomické škody pouze u vlastníka VD, ostatní škody jsou nevýznamné	ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,05	20

Jelikož se podle Vodního zákona 254/2001 Sb. jedná o vodní dílo IV. kategorie, při jehož hypotetické havárii nedojde ke ztrátám na lidských životech a vzniklé ekonomické škody budou pouze lokálního dopadu, bude požadovaná míra bezpečnosti stanovena na 100 letý povodňový průtok s pravděpodobností výskytu $p=0,01$.

D.2. - Hydrologické podklady

Základní hydrologické údaje pro zájmové povodí, potoka Bihanka (5)

Vodní tok	Bihanka	
Číslo hydrologického pořadí	4-14-02-0430	
Profil	Hráz vodního díla Mladoňovice	
Plocha povodí A	35,62	km ²
Souřadnice S-JTSK: X, Y (východ/sever)	X = -668838 m, Y = -1174961 m	

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P _a	599	mm	
Dlouhodobý průměrný průtok Q _a	97,1	l.s ⁻¹	Třída: III

M-denní průtoky Q _{Md}												l.s ⁻¹		
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	tř.	
218	145	108	82,7	65,6	53,8	44,8	37,6	30,8	23,0	16,2	8,9	4,6	III	

N-leté průtoky Q _N							m ³ .s ⁻¹		
1	2	5	10	20	50	100	třída		
3,1	4,5	7,3	10,3	14,2	20,9	27,4	III		

Nově zpracované hydrologické údaje lze porovnat s údaji zpracovanými dříve, na jejichž základě byl zpracován Manipulační řád MVN Mladoňovice.

ČHP 4 – 14 – 02 – 043

plocha povodí 36,33 km²

prům.dlouhodobá roční výška srážek na povodí 587 mm

prům. dlouhodobý roční průtok 84 l/s

M – denní průtoky (za období 1931-1980, třída: II-III)

Dnů v roce	30	60	90	12	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q [l.s ⁻¹]	217	138	103	80,5	65	52	42	34	26	18	12	4,7	0,4

N – leté průtoky (za období 1931-2003, třída: II-III)

Roků	1	2	5	10	20	50	100
Q [m ³ .s ⁻¹]	3,2	5,2	9,0	12,5	16,5	23,0	29,0

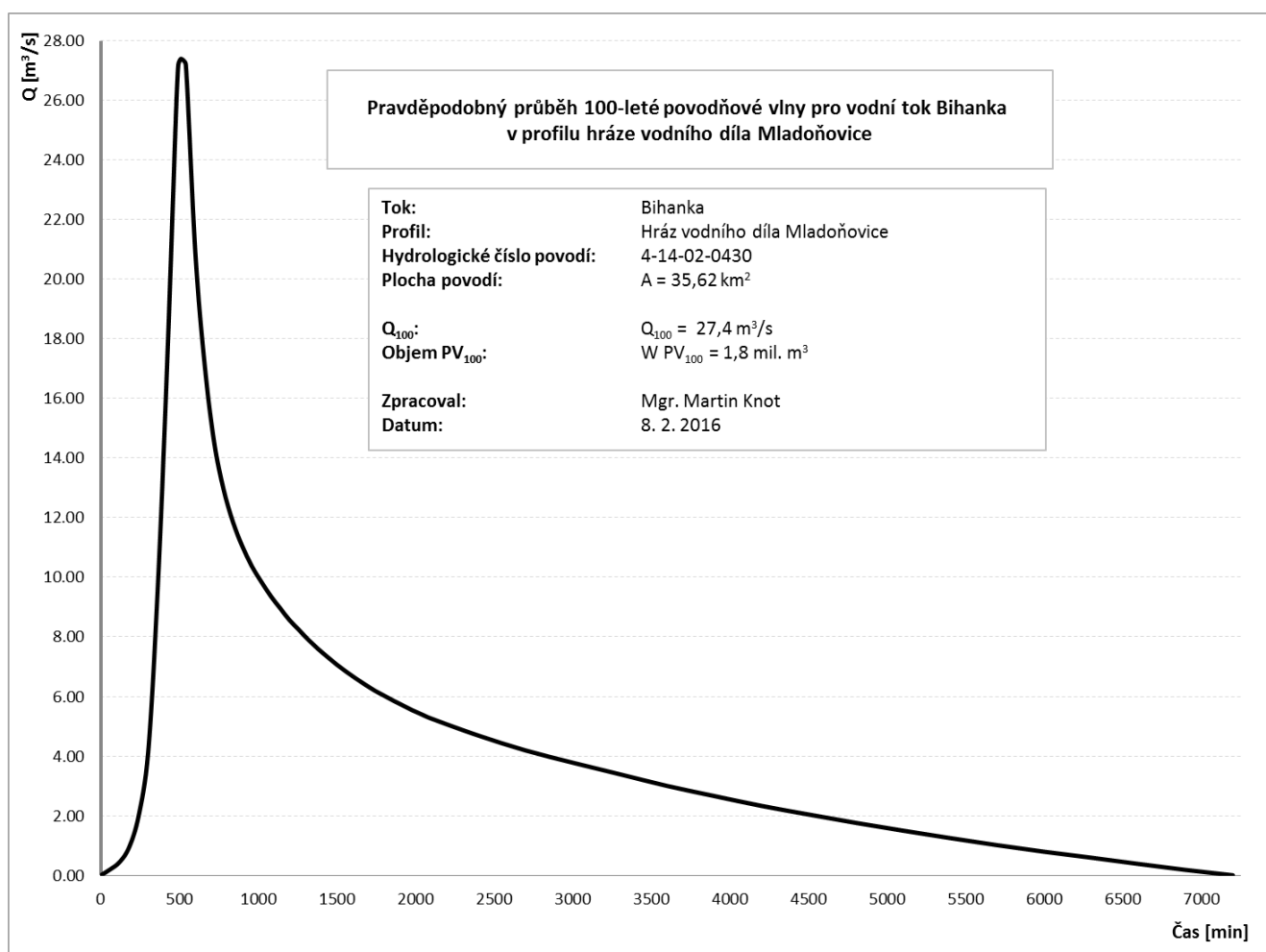
Obrázek 8 – Starší hydrologické údaje, na jejichž základě byl zpracován manipulační řád.

(3)

Data M - denních průtoků jsou odvozena z pozorovaných průtoků vodoměrných stanic za referenční období 1981 – 2010. Při porovnávání aktualizovaných hydrologických dat s daty staršími lze vyčíst, že například u řady M – denních průtoků došlo ke značnému navýšení 270-ti a více denních průtoků. Je to důkazem toho, že MVN Mladoňovice, která byla vystavěna právě na počátku 80. let 20. století, plní jeden z účelů, pro který byla navržena a to - nadlejšování průtoku v Bihance v suchých obdobích.

Dále si lze povšimnout, že došlo k nepatrnému snížení kulminačního průtoku Q_{100} . Posudek bude proveden na aktualizovaný průtok $Q_{100} = 27,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Dalším z hydrologických podkladů nezbytných pro posouzení bezpečnosti je pravděpodobný průběh 100 - leté povodňové vlny v profilu hráze vodního díla Mladoňovice. Z pravděpodobného průběhu povodňové vlny se bude stanovovat úroveň kontrolní maximální hladiny.



Obrázek 9 – Pravděpodobný průběh 100-leté povodňové vlny. (5)

D.3. – Technické parametry a podklady

Technické parametry vodního díla jsou uvedeny v kapitole B – účel a popis vodního díla. Dalším použitým podkladem je aktuální manipulační řád vodního díla a aktualizovaná projektová dokumentace z roku 2003, kdy na vodním díle byla provedena oprava spodních výpustí.

Rekognoskačí a průzkumem byl posouzen soulad mezi získanými podklady a skutečností zjištěnou na místě. Z tohoto hlediska je vše v pořádku. Lze vytknout pouze nepřítomnost dluží v požeráku. Tím je způsobeno, že provozní hladina není udržována na výškové úrovni hrany bezpečnostního přelivu, ale je o 30 cm snížena.

D.4. – Hydraulické výpočty

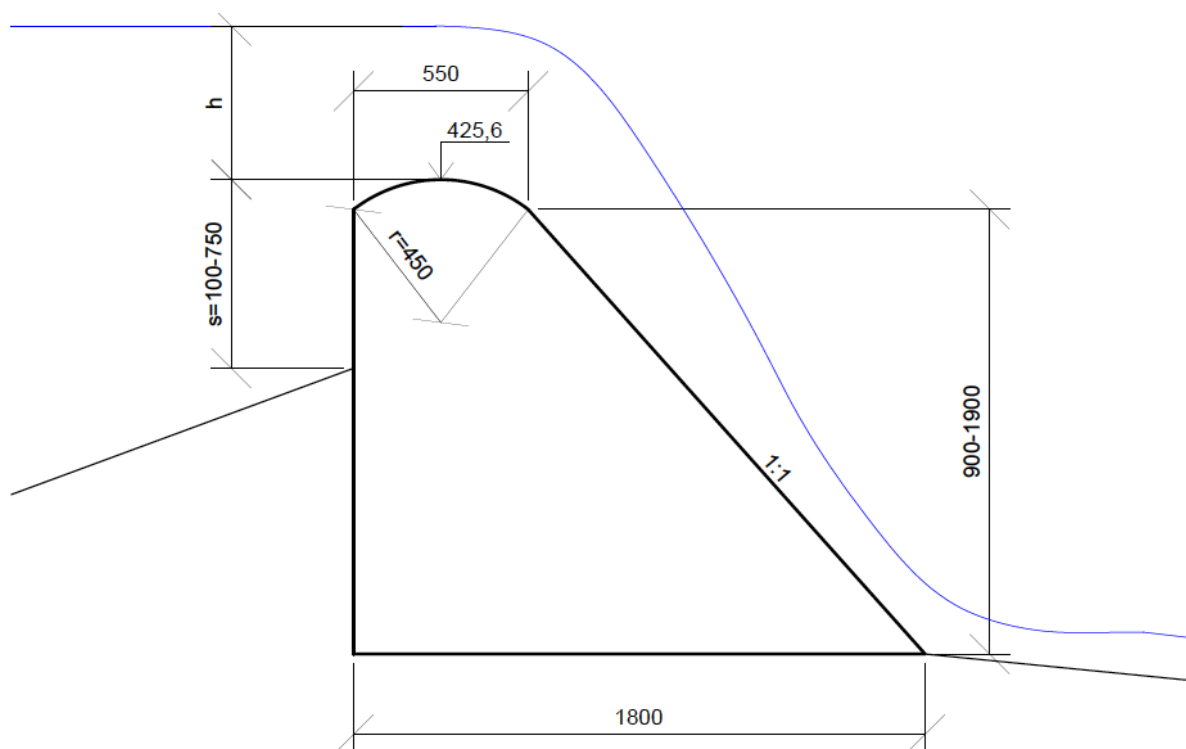
V této kapitole budou stanoveny konsumpční křivky pro všechna zařízení, která lze použít k převádění povodňových průtoků: bezpečnostní přeliv a dvoukomorový požerák. Na vodním díle je rovněž vybudováno odběrné zařízení k odběru vody pro zavlažovací účely. Jeho využití se při převádění povodňových průtoků nepředpokládá.



Obrázek 10 – Přelivná hrana bezpečnostního přelivu.

Stanovení měrné (konsumpční) křivky bezpečnostního přelivu:

Při stanovení této měrné křivky se bude vycházet z rozměrů bezpečnostního přelivu. Tyto rozměry byly odečteny z projektové dokumentace: VD Mladoňovice – OPRAVA SPODNÍCH VÝPUSTÍ. Rozměry a výškové uspořádání byly rovněž na místě zaměřeny. Rozměry uvedené v projektové dokumentaci a skutečné provedení stavby se shodují.



Obrázek 11 – Výpočtové schéma řezem tělesa bezpečnostního přelivu.

Na základě rozměrů a tvaru bezpečnostního přelivu viz schéma *Obrázek 11* byl pro výpočet měrné křivky vybrán přepad přes přeliv se zaoblenou korunou. Jelikož se jedná o bezpečnostní přeliv nádrže a v nádrži je voda v klidu, lze ve výpočtu zanedbat přítokovou rychlost.

Výpočet průtoku se provádí vzorcem: $Q = m * b * \sqrt{2 * g * h^{\frac{3}{2}}}$

Kde m – součinitel přepadu (-)

$$m = \frac{2}{3} * \left[0,312 + 0,09 * \frac{h}{s} + \sqrt{0,3 - 0,01 * \left(5 - \frac{h}{r}\right)} \right] \quad (6)$$

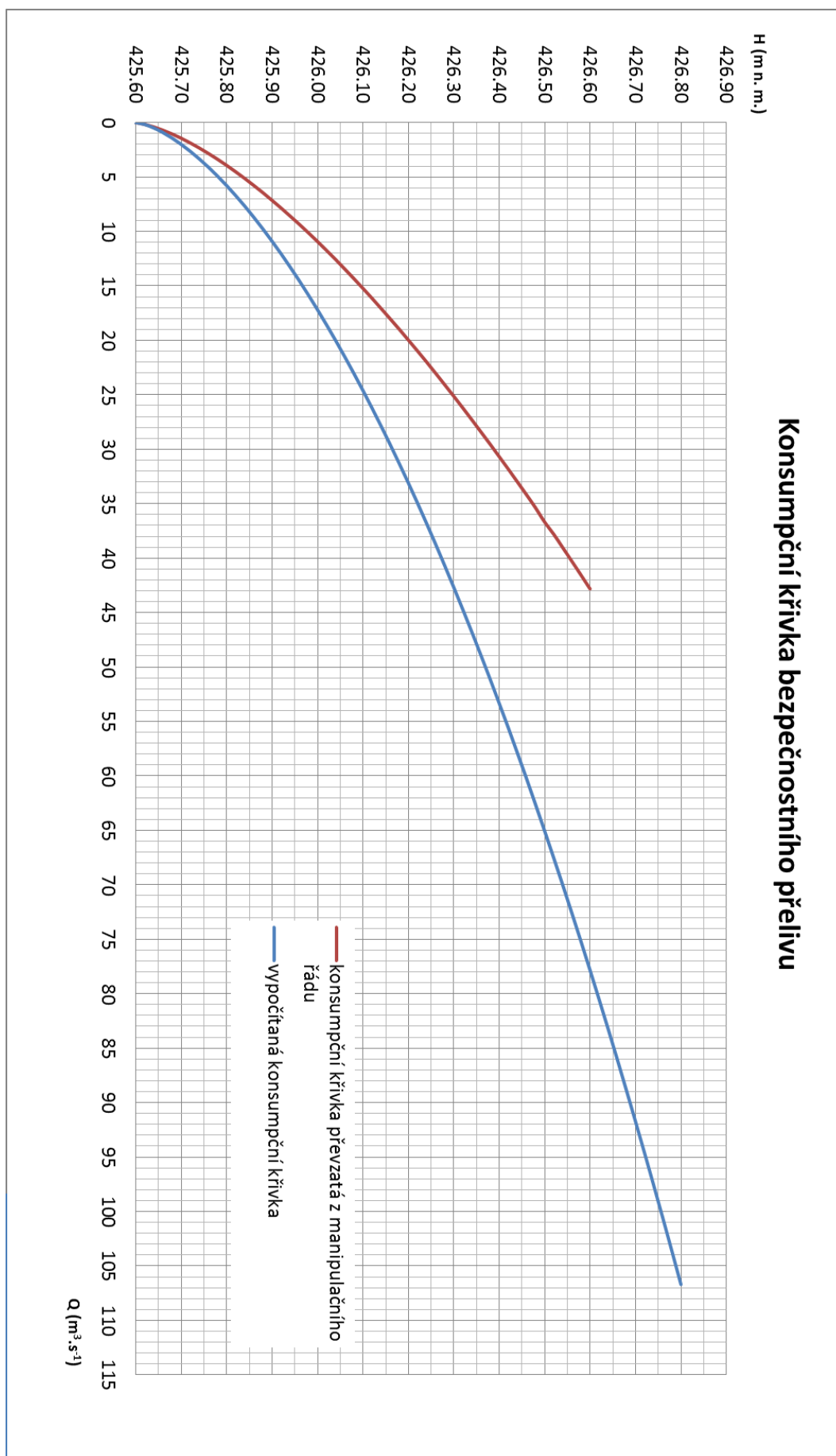
b – účinná šířka přepadu (délka koruny)	25,5m
g – tíhové zrychlení	9,81m.s-2
h – výška přepadového paprsku	(m)
s – výška přelivu v horní vodě	0,45m
r – poloměr zaoblení koruny přelivu (m)	0,45m

V *Obrázek 13* níže jsou znázorněny dvě konsumpční křivky bezpečnostního přelivu. Jedna z nich je převzatá z manipulačního řádu a druhá byla stanovena za účelem posouzení bezpečnosti vodního díla v rámci této práce. Je s podivem, že křivky vycházejí natolik odlišně. Jedná se o přeliv dokonalý (nezatopený) bez vlivu dolní vody. Na celkovou kapacitu bezpečnostního přelivu nemají vliv objekty navazující na přeliv sloužící k odvedení vody za přelivem. Jedná se o betonový skluz a vývar na něj navazující. Oba tyto prvky mají dostatečnou kapacitu pro odvedení $Q_{100} = 27,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Účinná šířka přepadu je uvažována konstantní 25,5 m. Hodnota průtoku přepadajícího přes přeliv je závislá pouze na dvou proměnných. Jsou jimi součinitel přepadu a výška přepadového paprsku. Součinitel přepadu je navíc závislý na výšce přepadového paprsku, s rostoucí výškou přepadového paprsku by se měl zvyšovat i součinitel přepadu. Jak je patrné z *Tabulky 2* u konsumpční křivky převzaté z manipulačního řádu tomu tak není a součinitel přepadu má se zvyšující se výškou přepadového paprsku klesající tendenci. V dalším postupu bude využívána konsumpční křivka, která byla stanovena v rámci této bakalářské práce – tu lze považovat za správnou.



Obrázek 12 – Skluz a vývar pod bezpečnostním přelivem.



Obrázek 13 – Graf konsumpční křivky bezpečnostního přelivu.

*Tabulka 2 – Tabulková podoba konsumpční křivky
bezpečnostního přelivu ve dvou variantách.*

Konsumpční křivka převzatá z manipulačního řádu				Vypočítaná konsumpční křivka			
H	h	m	Q	H	h	m	Q
(m n.m.)	(m)	(-)	(m ³ .s ⁻¹)	(m n.m.)	(m)	(-)	(m ³ .s ⁻¹)
425.60	0.00	0.50	0.00	425.60	0.00	0.54	0.00
425.62	0.02	0.50	0.16	425.62	0.02	0.54	0.17
425.64	0.04	0.44	0.40	425.64	0.04	0.55	0.49
425.66	0.06	0.42	0.70	425.66	0.06	0.55	0.91
425.68	0.08	0.41	1.04	425.68	0.08	0.55	1.41
425.70	0.10	0.40	1.43	425.70	0.10	0.56	1.99
425.72	0.12	0.40	1.86	425.72	0.12	0.56	2.63
425.74	0.14	0.39	2.33	425.74	0.14	0.56	3.33
425.76	0.16	0.39	2.83	425.76	0.16	0.57	4.08
425.78	0.18	0.39	3.36	425.78	0.18	0.57	4.90
425.80	0.20	0.39	3.92	425.80	0.20	0.57	5.77
425.82	0.22	0.39	4.51	425.82	0.22	0.57	6.69
425.84	0.24	0.39	5.13	425.84	0.24	0.58	7.66
425.86	0.26	0.39	5.77	425.86	0.26	0.58	8.68
425.88	0.28	0.38	6.43	425.88	0.28	0.58	9.75
425.90	0.30	0.38	7.13	425.90	0.30	0.59	10.87
425.92	0.32	0.38	7.84	425.92	0.32	0.59	12.04
425.94	0.34	0.38	8.58	425.94	0.34	0.59	13.25
425.96	0.36	0.38	9.33	425.96	0.36	0.59	14.51
425.98	0.38	0.38	10.11	425.98	0.38	0.60	15.81
426.00	0.40	0.38	10.91	426.00	0.40	0.60	17.16
426.02	0.42	0.38	11.73	426.02	0.42	0.60	18.55
426.04	0.44	0.38	12.57	426.04	0.44	0.61	19.99
426.06	0.46	0.38	13.43	426.06	0.46	0.61	21.48
426.08	0.48	0.38	14.31	426.08	0.48	0.61	23.00
426.10	0.50	0.38	15.21	426.10	0.50	0.62	24.57
426.12	0.52	0.38	16.12	426.12	0.52	0.62	26.19
426.14	0.54	0.38	17.06	426.14	0.54	0.62	27.84
426.16	0.56	0.38	18.01	426.16	0.56	0.62	29.55
426.18	0.58	0.38	18.97	426.18	0.58	0.63	31.29
426.20	0.60	0.38	19.96	426.20	0.60	0.63	33.08
426.22	0.62	0.38	20.96	426.22	0.62	0.63	34.91
426.24	0.64	0.38	21.97	426.24	0.64	0.64	36.78
426.26	0.66	0.38	23.01	426.26	0.66	0.64	38.70
426.28	0.68	0.38	24.06	426.28	0.68	0.64	40.66
426.30	0.70	0.38	25.12	426.30	0.70	0.64	42.66
426.32	0.72	0.38	26.20	426.32	0.72	0.65	44.70
426.34	0.74	0.38	27.30	426.34	0.74	0.65	46.79
426.36	0.76	0.38	28.41	426.36	0.76	0.65	48.92
426.38	0.78	0.38	29.53	426.38	0.78	0.66	51.10
426.40	0.80	0.38	30.67	426.40	0.80	0.66	53.31
426.42	0.82	0.38	31.82	426.42	0.82	0.66	55.57
426.44	0.84	0.38	32.99	426.44	0.84	0.67	57.88
426.46	0.86	0.38	34.17	426.46	0.86	0.67	60.22
426.48	0.88	0.38	35.37	426.48	0.88	0.67	62.61
426.50	0.90	0.38	36.68	426.50	0.90	0.67	65.04
426.52	0.92	0.38	37.80	426.52	0.92	0.68	67.51
426.54	0.94	0.38	39.04	426.54	0.94	0.68	70.03
426.56	0.96	0.38	40.29	426.56	0.96	0.68	72.59
426.58	0.98	0.38	41.55	426.58	0.98	0.69	75.20
426.60	1.00	0.38	42.83	426.60	1.00	0.69	77.84
				426.62	1.02	0.69	80.53
				426.64	1.04	0.70	83.27
				426.66	1.06	0.70	86.04
				426.68	1.08	0.70	88.86
				426.70	1.10	0.70	91.73
				426.72	1.12	0.71	94.64
				426.74	1.14	0.71	97.59
				426.76	1.16	0.71	100.58
				426.78	1.18	0.72	103.62
				426.80	1.20	0.72	106.71

Stanovení měrné (konsumpční) křivky požeráku:

Požerák u MVN Mladoňovice splňuje hned několik funkcí. Pro vypouštění nádrže a odběr vody slouží přesunutý vtokový objekt. V samotném požeráku je pak umístěn uzávěr v podobě tabulového šoupěte ovládaného závitovou tyčí shora. Část požeráku, která v této práci bude řešena je samotný dvoukomorový požerák protože jej lze použít pro převádění povodňových průtoků. Požerák, udržuje stálou provozní hladinu v nádrži na kótě 425,3 m n.m. Požerák je tvořen vtokovou částí opatřenou roštem pro zachycení plovoucích předmětů. Za vtokovou částí je první komora požeráku, která je propojena se spodním vtokovým objektem. Mezi první a druhou komorou požeráku je betonová příčka, která slouží jako přelivná hrana požeráku. Tuto přelivnou hranu je možno navýšit umístěním dluží do zabetonovaných U profilů. Na dně požeráku za přelivnou hranou je odpadní betonové potrubí DN1000, které je hned za požerákem v délce 0,8m zaškrcené na DN600.



Obrázek 14 – Požerák.



Obrázek 15 – Odtok vody požerákem.

Pro výpočet měrné křivky požeráku bude použito těchto postupů:

Příčka, přes kterou voda přepadá je široká 0,4m a proto lze výpočet provést pro přeliv přes širokou korunu. Vzhledem k charakteru proudění se s přítokovou rychlostí neuvažuje.

$$Q = \frac{2}{3} \mu_p * b * \sqrt{2 * g * h^3}$$

Kde μ_p – součinitel přepadu (-)

Tabulka 3 – Tabulka pro určení součinitele přepadu. (7)

Obdélníkový příčný průřez						
h/t	0,10	0,33	0,50	1,00	1,50	2,00
μ_p	0,450	0,480	0,498	0,555	0,615	0,630

b – šířka přelivné hrany	1,6m
t – tloušťka přepadové koruny	0,4 m
g – tíhové zrychlení	9,81 m.s ⁻²
h – výška přepadového paprsku	(m)

Dle níže uvedeného postupu se bude počítat až do průtoku, kdy dojde k zahlcení zaškrceného místa spodní výpusti DN 600. Po tomto bude konsumpční křivka pokračovat, ale bude počítána jako volný výtok malým otvorem.

$$Q = \mu_v * S * \sqrt{2gh}; (8)$$

$$\mu_v - \text{součinitel pro výpočet výtoku otvorem} \quad \mu_v = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda * \frac{L}{D} \sum \zeta}} = 0,8; (8)$$

λ – součinitel tření – odečtením z Moodyho diagramu pro $Re=6*10^6$, a

$$\frac{\Delta}{D} = \frac{0,0005}{0,6} = 0,0008, \quad \lambda=0,018$$

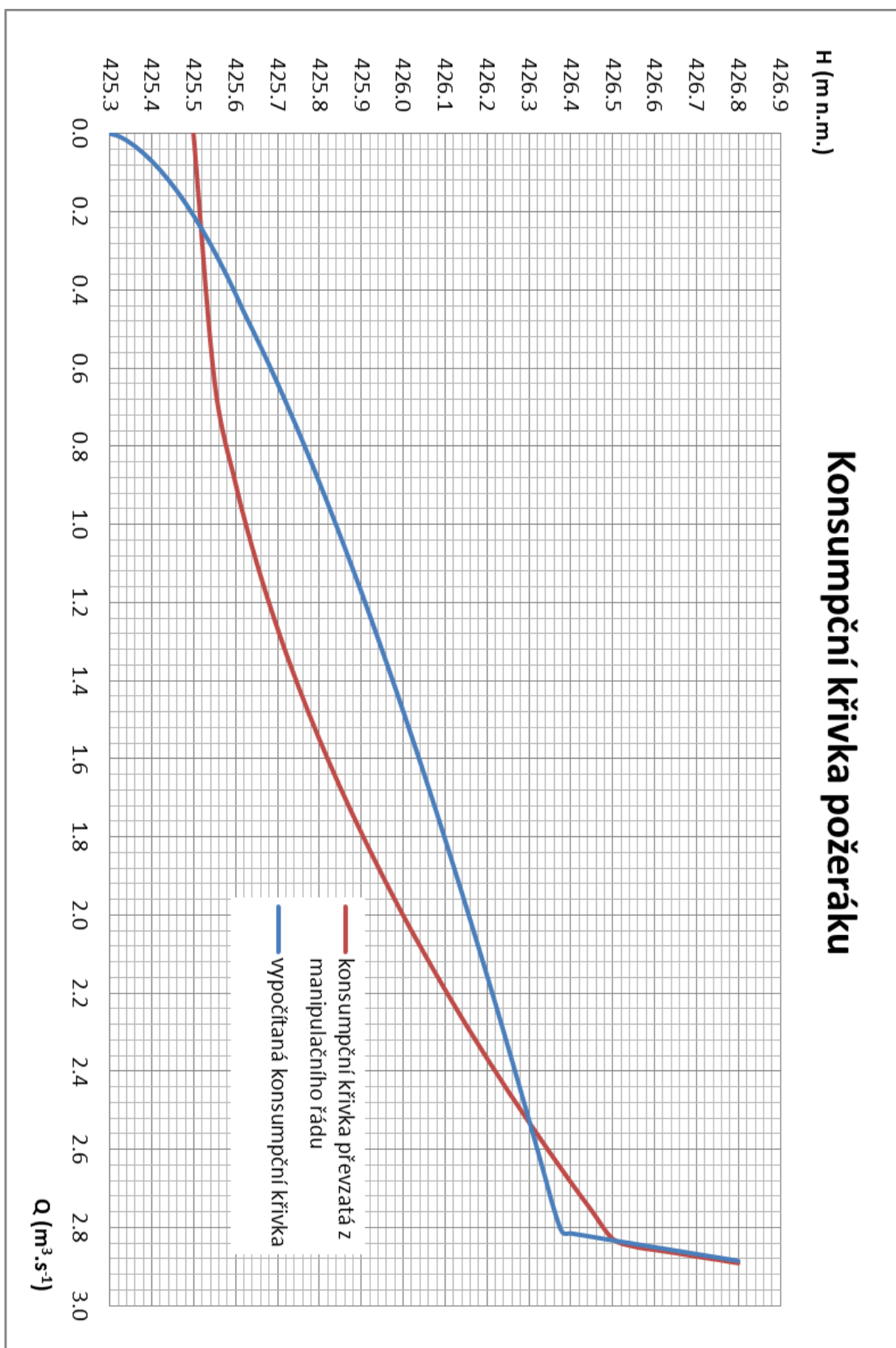
Δ – absolutní drsnost potrubí (pro betonové potrubí po použití) 0,0005

D – průměr potrubí 0,6 m

ζ - součinitel místních ztrát 0,5

S – průtočná plocha výpustného potrubí 0,28 m²

Stejně jako v případě konsumpční křivky bezpečnostního přelivu je i u konsumpční křivky stanovené v rámci této bakalářské práce a konsumpční křivky převzaté z manipulačního řádu patrný rozdíl, avšak v okamžiku zahlcení zaškrceného místa spodní výpusti už jsou konsumpční křivky totožné. I přes to, že v dalším postupu nebude mít rozdíl v konsumpčních křivkách významnou roli, pro další výpočty bude použita konsumpční křivka stanovená v rámci této bakalářské práce.



Obrázek 16 – Graf konsumpční křivky požeráku.

Tabulka 4 - Tabulková podoba konsumpční křivky požeráku ve dvou variantách.

Vypočítaná konsumpční křivka		
H	h	Q
(m .n.m.)	(m)	m ³ .s ⁻¹
425.30	0.00	0.00
425.32	0.02	0.01
425.34	0.04	0.02
425.36	0.06	0.03
425.38	0.08	0.05
425.40	0.10	0.07
425.42	0.12	0.09
425.44	0.14	0.12
425.46	0.16	0.15
425.48	0.18	0.18
425.50	0.20	0.21
425.52	0.22	0.24
425.54	0.24	0.28
425.56	0.26	0.32
425.58	0.28	0.36
425.60	0.30	0.41
425.62	0.32	0.46
425.64	0.34	0.50
425.66	0.36	0.54
425.68	0.38	0.59
425.70	0.40	0.64
425.72	0.42	0.69
425.74	0.44	0.74
425.76	0.46	0.79
425.78	0.48	0.84
425.80	0.50	0.89
425.82	0.52	0.95
425.84	0.54	1.00
425.86	0.56	1.06
425.88	0.58	1.11
425.90	0.60	1.17
425.92	0.62	1.23
425.94	0.64	1.29
425.96	0.66	1.35
425.98	0.68	1.41
426.00	0.70	1.48
426.02	0.72	1.54
426.04	0.74	1.60
426.06	0.76	1.67
426.08	0.78	1.74
426.10	0.80	1.80
426.12	0.82	1.87
426.14	0.84	1.94
426.16	0.86	2.01
426.18	0.88	2.08
426.20	0.90	2.15
426.22	0.92	2.22
426.24	0.94	2.30
426.26	0.96	2.37
426.28	0.98	2.45
426.30	1.00	2.52
426.32	1.02	2.60
426.34	1.04	2.67
426.36	1.06	2.75
426.38	1.08	2.81
426.40	1.10	2.81
426.42	1.12	2.82
426.44	1.14	2.82
426.46	1.16	2.83
426.48	1.18	2.83
426.50	1.20	2.83
426.52	1.22	2.84
426.54	1.24	2.84
426.56	1.26	2.84
426.58	1.28	2.85
426.60	1.30	2.85

H	h	Q
(m .n.m.)	(m)	m ³ .s ⁻¹
426.62	1.32	2.85
426.64	1.34	2.86
426.66	1.36	2.86
426.68	1.38	2.86
426.70	1.40	2.87
426.72	1.42	2.87
426.74	1.44	2.87
426.76	1.46	2.88
426.78	1.48	2.88
426.80	1.50	2.89

Konsumpční křivka převzatá z manipulačního rádu		
H	h	Q
(m .n.m.)	(m)	m ³ .s ⁻¹
425.50	0.00	0.00
425.52	0.02	0.40
425.54	0.04	0.57
425.56	0.06	0.69
425.58	0.08	0.80
425.60	0.10	0.89
425.62	0.12	0.98
425.64	0.14	1.06
425.66	0.16	1.13
425.68	0.18	1.20
425.70	0.20	1.27
425.72	0.22	1.33
425.74	0.24	1.39
425.76	0.26	1.44
425.78	0.28	1.50
425.80	0.30	1.55
425.82	0.32	1.60
425.84	0.34	1.65
425.86	0.36	1.70
425.88	0.38	1.74
425.90	0.40	1.79
425.92	0.42	1.83
425.94	0.44	1.88
425.96	0.46	1.92
425.98	0.48	1.96
426.00	0.50	2.00
426.02	0.52	2.04
426.04	0.54	2.08
426.06	0.56	2.12
426.08	0.58	2.15
426.10	0.60	2.19
426.12	0.62	2.23
426.14	0.64	2.26
426.16	0.66	2.30
426.18	0.68	2.33
426.20	0.70	2.37
426.22	0.72	2.40
426.24	0.74	2.43
426.26	0.76	2.47
426.28	0.78	2.50
426.30	0.80	2.53
426.32	0.82	2.56
426.34	0.84	2.59
426.36	0.86	2.62
426.38	0.88	2.65
426.40	0.90	2.68
426.42	0.92	2.71
426.44	0.94	2.74
426.46	0.96	2.77
426.48	0.98	2.80
426.50	1.00	2.83
426.52	1.02	2.84
426.54	1.04	2.85
426.56	1.06	2.85
426.58	1.08	2.86
426.60	1.10	2.86
426.62	1.12	2.86
426.64	1.14	2.86
426.66	1.16	2.87
426.68	1.18	2.87
426.70	1.20	2.87
426.72	1.22	2.88
426.74	1.24	2.88
426.76	1.26	2.88
426.78	1.28	2.89
426.80	1.30	2.89

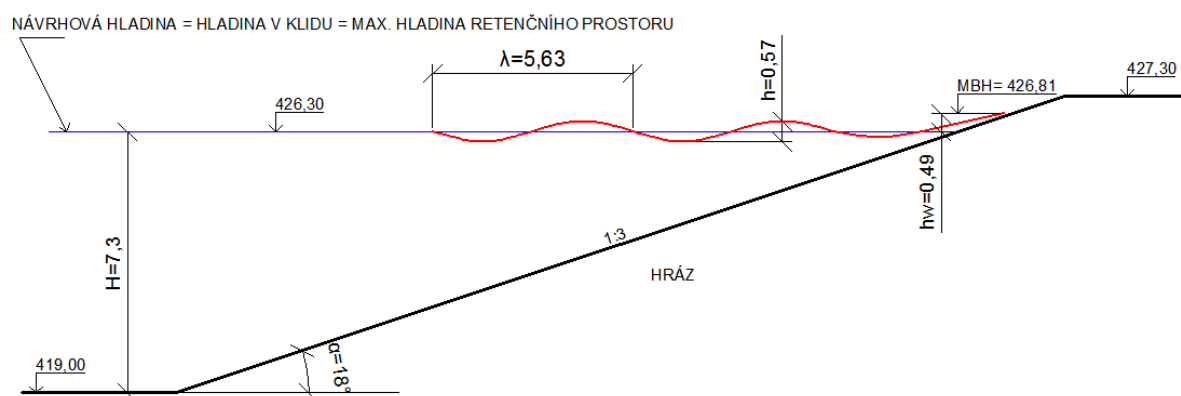
E. STANOVENÍ MEZNÍ BEZPEČNÉ HLADINY

Mezní bezpečná hladina – dále jen MBH se stanoví jako nejvyšší hladina v nádrži, při jejímž překročení začíná být aktuální nebezpečí poruchy a havárie vodního díla.

V případě vodního díla Mladoňovice se jedná o sypanou hráz, největší nebezpečí, které by mohlo vést k protržení hráze za povodní je povrchová eroze při přelití hráze. MBH bude tedy stanovena na kótě koruny hráze. Tato hodnota musí být snížena o hodnotu uvažující účinek větrových vln.

Kóta koruny hráze: 427,30 m n. m

Protože největší přímá délka vodní hladiny mezi hrázi a protilehlým břehem je větší než 300 m, bude účinek vln vyčíslen podle ČSN 75 0255 Výpočet účinků vln na stavby na vodních nádržích a zdržích.



Obrázek 17 – Schéma výběhu vlny na svah.

H – hloubka vody v nádrži (m)

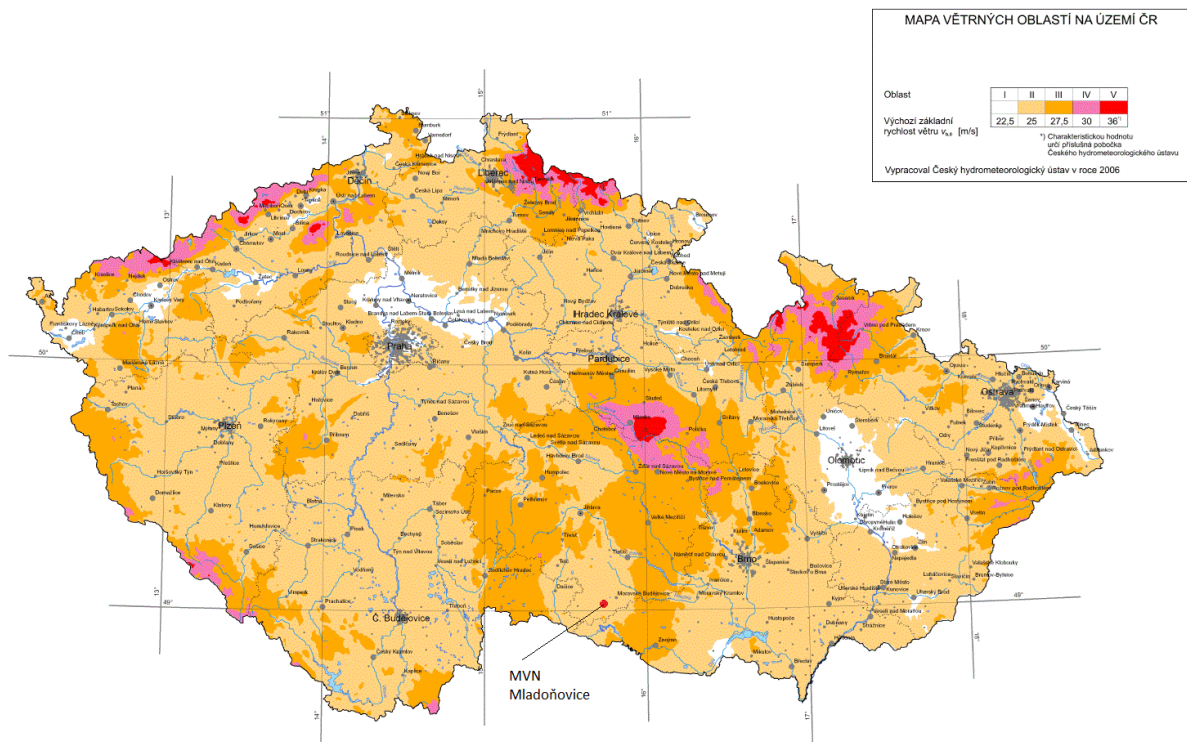
h – charakteristická výška vlny (m)

h_w – výška výběhu vlny na svah (m)

λ – délka postupové vlny (m)

Pravděpodobnost překročení výběhu vlny na svah pro určení převýšení koruny hráze se volí 13%.

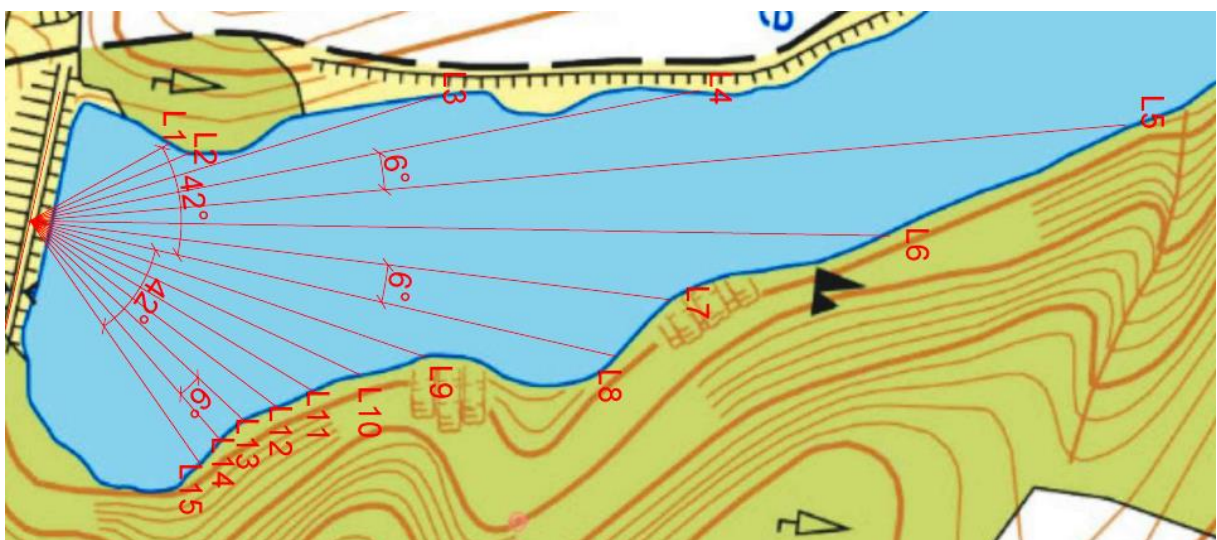
Z normy ČSN 75 0255 a zároveň z Obrázek 18 níže lze vyčíst, že pro výpočet parametrů vln má být při pravděpodobnosti překročení 1% použita $w_{10z} = 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, což je rychlost větru 10 m nad zemí s dobou trvání 1 až 2 hodiny.



Obrázek 18 – Mapa větrných oblastí na území ČR. (9)

Z hodnoty w_{10z} lze vypočítat rychlost větru nad hladinou vody v klidu w_{10v} učiní se tak vynásobením koeficientem k , který je závislý na efektivní délce rozběhu větru L_{ef} (viz níže).

Stanovení efektivní délky rozběhu větru L_{ef}



Obrázek 19 – Schéma pro výpočet efektivní délky rozběhu vlny na MVN Mladoňovice.

Tabulka 5 – Výpočet efektivní délky rozběhu vlny.

pořadí	φ_i (°)	L_i (m)	$\cos(\varphi_i)$	$\cos^2(\varphi_i)$	$L_i \cdot \cos^2(\varphi_i)$
1	42	71	0.74	0.55	39.21
2	36	77	0.81	0.65	50.40
3	30	185	0.87	0.75	138.75
4	24	300	0.91	0.83	250.37
5	18	483	0.95	0.90	436.88
6	12	379	0.98	0.96	362.62
7	6	283	0.99	0.99	279.91
8	0	265	1.00	1.00	265.00
9	6	183	0.99	0.99	181.00
10	12	160	0.98	0.96	153.08
11	18	146	0.95	0.90	132.06
12	24	136	0.91	0.83	113.50
13	30	129	0.87	0.75	96.75
14	36	127	0.81	0.65	83.12
15	42	130	0.74	0.55	71.79
		Σ	13.51	Σ	2654.44

L_i – délka i -té radiály (m)

φ_i – úhel, který svírá i -tá radiála s hlavním směrem větru (°)

$$L_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{15} \cos^2 \varphi_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \varphi_i} = \frac{2654,44}{13,51} = 196,5m$$

Pro stanovenou hodnotu $L_{ef}=196,5$ m má koeficient k hodnotu $k=1,08$.

$$w_{10v} = k * w_{10z} = 1,08 * 25 = 27m \cdot s^{-1}$$

Parametry vlny se určí odečtením z grafů a tabulek v normě ČSN 75 0255 strany 10-12.

Hodnoty jsou odečteny na základě znalosti hodnot $L_{ef}=196,5$ m, $H=7,3$ m a $w_{10v}=27$ m.s⁻¹.

Parametry vlny jsou: $h_c = 0,41$ m charakteristická výška vlny – průměrná výška jedné třetiny nejvyšších vln soustavy, pravděpodobnost jejího překročení v celé soustavě vln je 13%

$T = 1,9$ s perioda vlny

$\lambda = 5,63$ m délka postupové vlny

Ze zjištěných hodnot lze vyvodit, že se jedná o vlnu v hlubokém pásmu.

Protože návodní svah hráze MVN Mladoňovice je vybudován ve sklonu 1:3 bude výpočet proveden podle postupu pro svahy se sklonem plošším než 1:1.

Charakteristickou výšku vlny h_c je nutno přepočítat na $h_{1\%}$ s pravděpodobností překročení 1%. Učiní se tak pomocí součinitele k_p , ten je pro pravděpodobnost překročení 1% roven 1,4.

$$h_{1\%} = h_c * k_p = 0,41 * 1,4 = 0,57m$$

Výška výběhu vlny na svah $h_{v1\%}$ se určí ze vzorce:

$$h_{v1\%} = k_d * k_p * h_{1\%} = 0,8 * 1,25 * 0,57 = 0,57m$$

Kde k_d – součinitel zohledňující způsob opevnění svahu, pro vegetační pokryv

+ makadam $k_d = 0,8$

k_p - součinitel zohledňující délku postupové vlny $\lambda = 5,63$ m a úhel sklonu návodního svahu $\alpha = 18^\circ$; $k_p = 1,25$

Protože při výpočtu výběhu vlny na svah pro určení převýšení koruny hráze se volí pravděpodobnost překročení 13%. Je zapotřebí výšku výběhu vlny $h_{v1\%}$ přepočítat na pravděpodobnost námi požadovanou. Pro pravděpodobnost 13% má součinitel $k_{13\%}$ hodnotu 0,85.

Výsledná výška výběhu větrové vlny na svah: $h_w = h_{v1\%} * k_{13\%} = 0,57 * 0,85 = 0,49m$

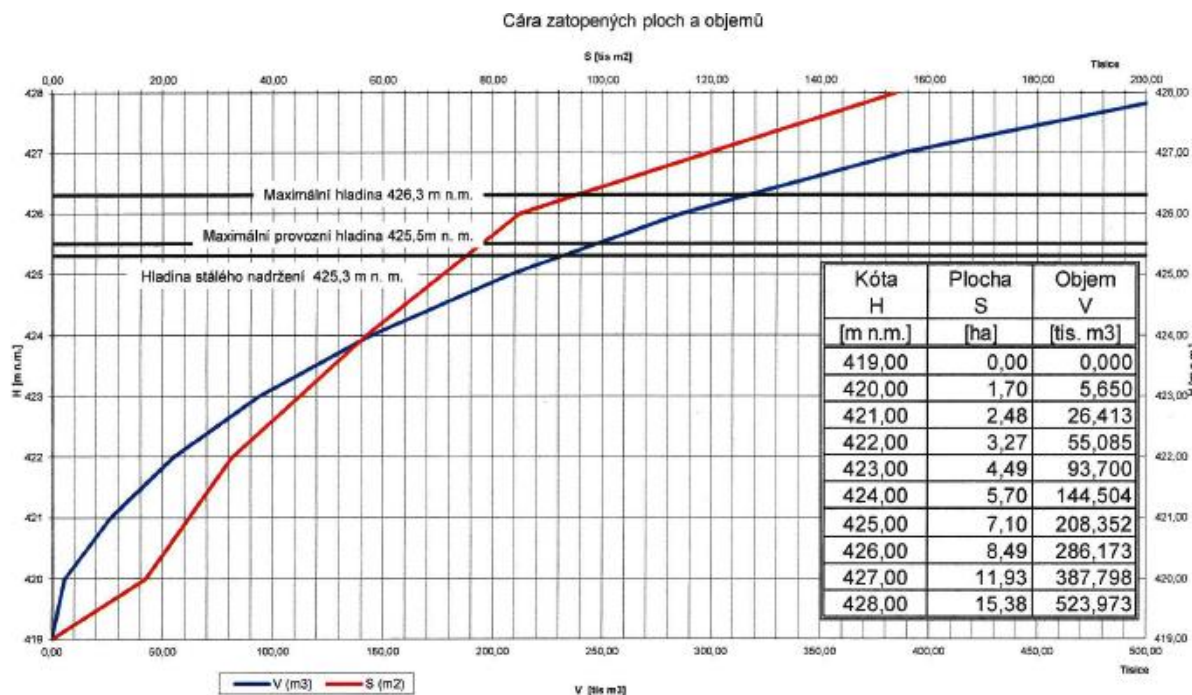
Stávající manipulační řád stanovuje MBH na kótě 426,8 m n.m. Při odečtení vypočítané výšky výběhu vlny od kóty koruny hráze: $427,3 - 0,49 = 426,81$ m n.m. Hodnotu stanovenou v manipulačním řádu tedy lze považovat za správnou.

Mezní bezpečná hladina MBH = 426,81 m n.m.

F. STANOVENÍ KONTROLNÍ MAXIMÁLNÍ HLADINY V NÁDRŽI

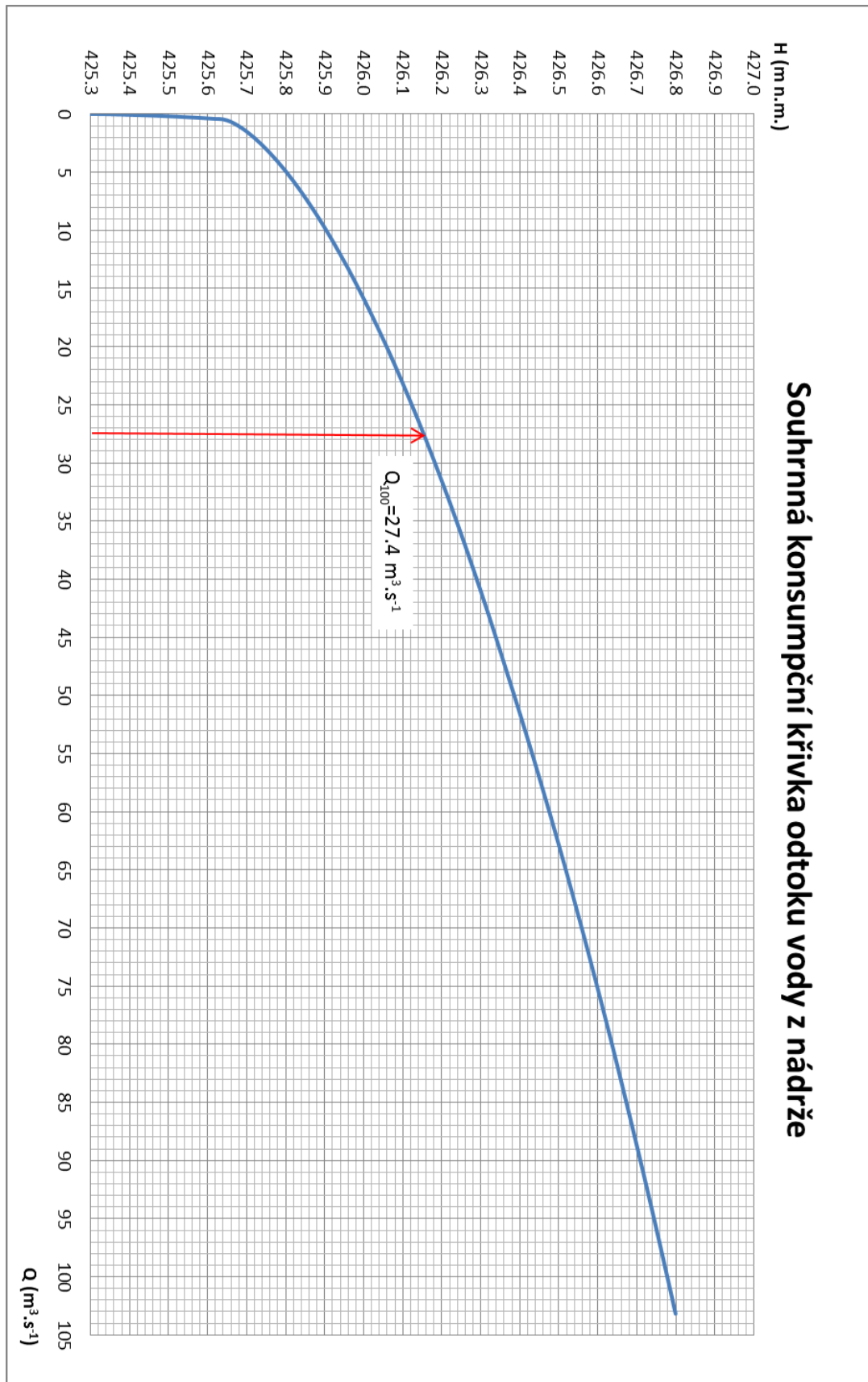
Kontrolní maximální hladina při povodni se stanoví řešením úlohy transformace povodňové vlny retenčním účinkem nádrže. K řešení transformace povodňové vlny jsou potřebné tyto podklady:

Kontrolní povodňová vlna (100 letá), čára zatopených objemů, konsumpční křivky všech zařízení využívaných pro převádění povodně (bezpečnostní přeliv, požerák).

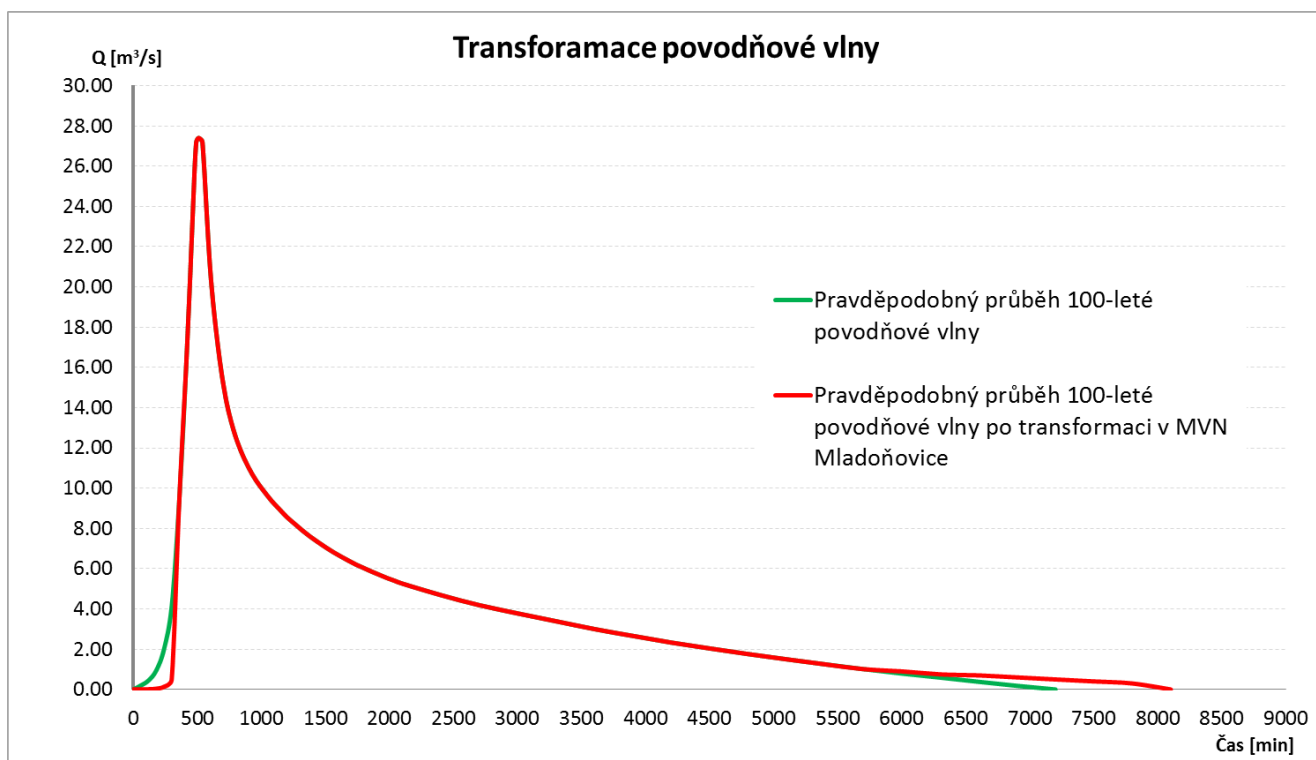


Obrázek 20 – Čára zatopených ploch a objemů. (3)

Souhrnná konsumpční křivka na *Obrázek 21* je stanovena jako součet dílčích konsumpčních křivek bezpečnostního přelivu a požeráku viz kapitola D.4. Hydraulické výpočty. V souhrnné konsumpční křivce je navíc zohledněna pravděpodobná využitelná kapacita každého ze zařízení využívaného pro převádění povodňového průtoku. U bezpečnostního přelivu, lze uvažovat 100% využitelnost, vzhledem k tomu, že se jedná o volný nehrazený přeliv. U požeráku, s ohledem na jeho rozměry a na to, že nátok do požeráku je opatřen hrubými česlemi, je využitelná kapacita rovna 90 % kapacity celkové.



Obrázek 21– Souhrnná konsumpční křivka odtoku vody z nádrže.



Obrázek 22 – Průběh transformace 100-leté povodňové vlny.

Při povodni na vodním díle nedochází k žádným manipulacím. Případné předpouštění nádrže při hrozících povodních se nepředpokládá. Podle manipulačního řádu je hladina v nádrži udržována dlužemi v požeráku na kótě 425,5 m n.m. Po prohlídce vodního a díla a konzultaci s provozovatelem vodního díla Rybářský spolek o.s. Mladoňovice, bylo zjištěno, že v požeráku žádné dluže nejsou a hladina vody v nádrži je udržována pomocí betonové příčky v požeráku na kótě 425,3 m n.m., což je podle manipulačního řádu kóta hladiny prostoru stálého nadržení. Protože je toto běžný provozní stav, vychází transformace povodňové vlny z tohoto stavu.

V nádrži je retenční prostor. Je vymezený kótami 425,3 m n.m. a 426,8 m n.m. což je úroveň MBH stanovená výše.

Z Obrázek 22. – Průběh transformace 100-leté povodňové vlny, je patrné, že průběh 100-leté povodňové vlny před její transformací v MVN Mladoňovice a po ní, je téměř nezměněný. To je způsobeno příliš velkou kapacitou bezpečnostního přelivu. Jediná transformace ke které v MVN Mladoňovice dochází je před tím, než hladina vody v nádrži dosáhne ke kótě bezpečnostního přelivu 425,6 m n.m. Po dosažení této hladiny je přítok do nádrže roven odtoku a k žádné transformaci nedochází.

Při průchodu 100-leté povodně $Q_{100} = 27,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nedochází k žádné transformaci povodňového průtoku, hodnota kontrolní maximální hladiny se určí odečtením ze souhrnné konsumpční křivky odtoku vody z nádrže. Pro hodnotu $Q_{100} = 27,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je KMH rovna 426,16 m n.m.

G. ZHODNOCENÍ STAVU A BEZPEČNOSTI VODNÍHO DÍLA

Závěrečné zhodnocení bude vycházet z porovnání vztahu mezi KMH a MBH. Obecně se vodní dílo pro převedení KPV pokládá za bezpečné při platnosti relace $KMH \leq MBH$. V případě MVN Mladoňovice: $MBH = 426,81 \text{ m n.m.}$ a $KMH = 426,16 \text{ m n.m.}$ Vztah $KMH \leq MBH$; $426,16 \text{ m n.m.} \leq 426,81 \text{ m n.m.}$ je dodržen se značnou rezervou. MVN Mladoňovice lze považovat za bezpečnou pro převedení kontrolní 100 leté povodňové vlny.

Z technického hlediska je MVN Mladoňovice ve velmi dobrém stavu. Jediné co lze vytknout je stav vývaru pod bezpečnostním přelivem viz *Obrázek 12*. Zához z lomového kamene byl zřejmě odplaven při průchodu nějaké z přechozích povodňových vln. Bylo by vhodné vývar opravit, případně pro zához použít větší kamenivo, aby znovu nedošlo k jeho vyplavení účinkem proudící vody.

Dalším prvkem k zamyšlení je dlouhodobě nepoužívaný objekt čerpací stanice pro zavlažovací účely. Tento objekt stojí u paty hráze vzdušního líce přehrady a je v dezolátním stavu. Ve stavu připraveném k okamžitému použití je samotné odběrné zařízení, tvořené vtokovým objektem a odběrným potrubím.

Vzhledem k aktuálnímu vývoji klimatické situace a charakteru srážek, je možné, že v budoucnosti budou závlahy opět aktuální téma a byla by škoda nechat čerpací stanici chátrat a nebo jí odstranit. Bylo by vhodné provést úpravy, aby se stav budovy i nadále nezhoršoval.



Obrázek 23 – Budova odběrného objektu.



Obrázek 24 – Interiér odběrného objektu

H. ZÁVĚR

Podle manipulačního řádu je jedním z hlavních účelů této vodní nádrže transformace povodní. Vzhledem ke kapacitě bezpečnostního přelivu je transformace u větších povodňových vln naprosto bezvýznamná. Už při 5-ti leté povodňové vlně $Q_5 = 7,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je transformační účinek naprosto minimální. Vzhledem k charakteru zástavby, která se nachází pod vodním dílem (není zde žádná hustší zástavba, pouze několik mlýnů) není z tohoto hlediska transformace povodňových průtoků až tak důležitá. Navíc, podle informací, které se mi podařilo získat, ani při protržení hráze v roce 1980 nedošlo k žádným významným škodám v oblastech zasažených průlomovou vlnou z protržené nádrže. Jediný důvod proč uvažovat zvažovat transformaci povodní je, že potok Bihanka se vlévá do Želetavky a ta poté ústí do vodní nádrže Vranov nad Dyjí. Transformace povodňové vlny v MVN Mladoňovice by mohla zmenšit objem vody přitékající do Vranovské přehrady. I přes to, že Vranovská přehrada je vodní dílo mnohem větších rozměrů, je navrženo na povodňový průtok $Q_{100} = 435 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (10), měla by transformace v MVN Mladoňovice příznivý dopad na povodňové průtoky, zasahující vodní dílo Vranov a oblasti pod ním.

Pokud má být transformace povodňových průtoků uvedena jako jeden z hlavních účelů nádrže zachován, měla by být učiněna opatření pro zvýšení využitelnosti retenčního prostoru a nebo zvětšení samotného retenčního prostoru nádrže. Toho je možno dosáhnout několika způsoby.

Navrhovaná opatření:

- 1) První z možností je snížení provozní hladiny. Toto řešení by po technické stránce bylo ze všech nejjednodušší. Vzhledem k naddimenzované kapacitě bezpečnostního přelivu by toto opatření bylo značně neefektivní. Provozní hladina by musela být snížena tak aby se celá povodňová vlna transformovala do retenčního prostoru. V okamžiku, kdy hladina vody v nádrži nastoupí do nadmořské výšky 426 m n.m což odpovídá výšce přepadového paprsku na bezpečnostním přelivu 0,5 m, je odtok vody z nádrže roven přítoku a nedochází tak k žádné transformaci. V případě 100-leté povodňové vlny by to znamenalo snížit provozní hladinu na 422,5 m n.m. v případě 50ti-leté na hladinu 423,75 m n.m a při 20ti leté povodni na hladinu 424.5 m n. m. Toto řešení je nejméně vhodné.

Udržovat trvale sníženou hladinu o tak vysokou hodnotu nemá smysl. Snížení provozní hladiny by mělo za následek zhoršení kvality vody a zhoršení podmínek chovu ryb pro sportovní rybolov. Toto řešení je samo o sobě neprosaditelné. Existovala by však možnost snížit provozní hladinu v kombinaci s některým z dalších možných opatření.

- 2) Další možností jak zvýšit retenční schopnost nádrže by bylo snížení kapacity bezpečnostního přelivu. Konkrétně to lze realizovat zúžením šířky přelivné hrany. Při zúžení z 25,5 m na 10 m lze transformovat 20-letou povodňovou vlnu. V rámci zachování bezpečnosti vodního díla tímto opatřením nelze transformovat 100-letou ani 50-letou povodeň při zúžení přelivné hrany bezpečnostního přelivu na 10 m, bude vodní dílo schopno převést 100-letou povodňovou vlnu a zároveň transformovat povodně 20-ti leté a nižší.
- 3) Navýšit úroveň kóty bezpečnostního přelivu. Toto řešení je principiálně podobné variantě č.1. Nebude docházet ke zvětšování retenčního prostoru, ale k zvyšování jeho využitelnosti, tím, že voda z retenčního prostoru bude do určité hladiny, na kterou bude bezpečnostní přeliv navýšen, odtékat pouze požerákem. Při posunutí kóty hladiny bezpečnostního přelivu ze stávající kóty 425,5 m n.m. na kótu 425,8 m n. m. vznikne nádrži retenční prostor, který umožní transformaci 20 ti leté povodně $Q_{20} = 14,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Toto řešení opět neumožní transformaci 50ti ani 100 leté povodně, nicméně vodní dílo tyto povodně bez problémů převede díky dostatečné rezervě mezi KMH a MBH.

Nejvhodnější způsob jak docílit lepšího transformačního účinku nádrže by bylo využít kombinace některých z výše uvedených možností.

I. Seznam použitých podkladů

MANIPULAČNÍ ŘÁD pro vodní dílo MLADOŇOVICE

Projektová dokumentace: VD Mladoňovice – OPRAVA SPODNÍCH VÝPUSTÍ
HYDROLOGICKÉ ÚDAJE POVRCHOVÝCH VOD

J.

J.1. Seznam použité literatury

1. **Šálek Jan, Míka Zdeněk, Tresová Anna.** *Rybníky a účelové nádrže*. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00092-0.
2. **Vrána Karel.** *Rybníky a účelové nádrže*. Praha : ČVUT, 2005. ISBN 80-01-02570-5.
3. **Juříčková Michaela.** *MANIPULAČNÍ ŘÁD pro vodní dílo MLADOŇOVICE*. Mladoňovice : Povodí Moravy, s.p., 09/2011.
4. ČSN 75 2935, Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2014.
5. **Knot Martin.** *ČHMÚ pobočka Brno*. Brno : autor neznámý, 2016.
6. **Boor B., Kunštátský J., Patočka C.** *Hydraulika pro vodohospodářské stavby*. Praha : Nakladatelství technické literatury, n.p., 1968.
7. **Havlík Aleš, Pícek Tomáš.** *Přepady*. Praha : Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra hydrauliky a hydrologie.
8. **K141 FSv, ČVUT.** <http://hydraulika.fsv.cvut.cz/>. [Online] 09 2008. [Citace: 17. Duben 2016.]
http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/Hya/ke_stazeni/prednasky/06_vytok_otvorem.pdf.
9. **Štíčka David.** www.sticka.cz. [Online] 6. Duben 2016. [Citace: 6. Duben 2016.]
<http://www.sticka.cz/mapy/>.
10. **POVODÍ MORAVY.** www.pmo.cz. [Online] 1 2012. [Citace: 15. 4 2016.]
<http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vodni-dila/vranov/>.
11. **seznam.cz.** seznam.cz. [Online] seznam.cz, a.s., 2016. [Citace: 17. Duben 2016.]
<https://mapy.cz/>.

J.2. Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 – Požadovaná míra bezpečnosti pro návrh a posouzení vodního díla.</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 2 – Tabulková podoba konsumpční křivky bezpečnostního přelivu.</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 3 – Tabulka pro určení součinitele přepadu.</i>	<i>26</i>
<i>Tabulka 4 – Tabulková podoba konsumpční křivky požeráku.</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 5 – Výpočet efektivní délky rozběhu vlny.</i>	<i>32</i>

J.3. Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 – Základní mapa 1:50 000 s vyznačením polohy MVN Mladoňovice.</i>	<i>8</i>
<i>Obrázek 2 – Dobová fotografie protržené hráze MVN Mladoňovice – pohled proti vodě. ..</i>	<i>9</i>
<i>Obrázek 3 - Dobová fotografie protržené hráze MVN Mladoňovice – pohled po vodě.</i>	<i>9</i>
<i>Obrázek 4 – Dvoukomorový požerák.</i>	<i>10</i>
<i>Obrázek 6 – Pohled na vzdušní líc hráze.</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 5 – Pohled na zemní sypanou hráz MVN Mladoňovice.</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 7 – Mapa širších vztahů povodí. (10).....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 8 – Starší hydrologické údaje.</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 9 – Pravděpodobný průběh 100-leté povodňové vlny.</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 10 – Přelivná hrana bezpečnostního přelivu.</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 11 – Výpočtové schéma řezem tělesa bezpečnostního přelivu.</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 12 – Skluz a vývar pod bezpečnostním přelivem.</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 13 – Graf konsumpční křivky bezpečnostního přelivu.</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 14 – Požerák.</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 15 – Odtok vody požerákem.</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 16 – Graf konsumpční křivky požeráku.</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 17 – Schéma výběhu vlny na svah.</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 18 – Mapa větrných oblastí na území ČR.</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 19 – Schéma pro výpočet efektivní délky rozběhu vlny na MVN Mladoňovice.</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 20 – Čára zatopených ploch a objemů.</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 21 – Souhrnná konsumpční křivka odtoku vody z nádrže.</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 22 – Průběh transformace 100-leté povodňové vlny.</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 23 – Budova odběrného objektu.</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 24 – Interiér odběrného objektu.</i>	<i>38</i>