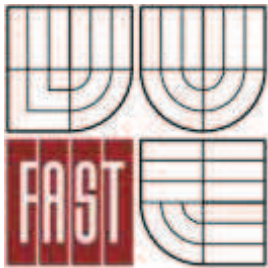




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

STUDIE PROVEDITELNOSTI PRŮTOČNÉ MVE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. FILIP PATOČKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ DRÁB, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. FILIP PATOČKA
Název	Studie proveditelnosti průtočné MVE
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Aleš Dráb, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013
V Brně dne 31. 3. 2012	

.....
prof. Ing. Jan Šule, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- Odborná literatura a normy z oboru využití vodní energie, hydrauliky a hydrologie.
- Firemní materiály dodavatelů stavební a technologické části.
- Hydrologické údaje a geodetické zaměření zájmové lokality.

Zásady pro vypracování

Předmětem práce je návrh průtočné malé vodní elektrárny (MVE)

v dané lokalitě pro minimálně dvě varianty stavební a technologické části. Součástí práce bude technicko-ekonomické posouzení navržených variant. Výstupy práce budou zahrnovat tyto přílohy:

- technická zpráva,
- situace širších vztahů,
- katastrální situace,
- celková situace MVE,
- podélný řez (osou turbíny),
- půdorysný řez,
- příčný řez (osou oběžného kola),
- hodnocení ekonomické efektivity MVE.

Předepsané přílohy

.....
doc. Ing. Aleš Dráb, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problematikou proveditelnosti průtočné MVE využívající stávajícího hydroenergetického potenciálu jezu v Terezíně nacházejícího se na řece Ohři v Ústeckém kraji.

Cílem práce bylo navrhnout minimálně dvě varianty stavební a technologické části. Vzhledem k požadavkům souvisejícím se zachováním všech funkcí jezové konstrukce bylo přistoupeno k řešení malé vodní elektrárny kompletně pod vodou, s klapkou osazenou na její střeše. Součástí práce bylo také hodnocení ekonomické efektivnosti MVE.

Klíčová slova

Malá vodní elektrárna, hydroenergetický potenciál, Kaplanova turbína, klapka.

Abstract

The aim of the present master's thesis is to explore the feasibility of small hydropower plant for current hydro energetic potential of the weir on Ohře river, located in the city of Terezín in Ústecký region, Czech Republic.

The target of the thesis itself was to design minimally two variants of constructional and technological part. Due to requirements related to maintaining of all functions of the weir construction was decided to design small hydropower plant completely under the water surface, with flap mounted to the roof of the hydropower plant. Part of the thesis was also an economical assessment of designed hydropower project.

Keywords

Small hydropower plant, hydro energetic potential, Kaplan turbine, flap.

Bibliografická citace VŠKP

PATOČKA, Filip. *Studie proveditelnosti průtočné MVE*. Brno, 2013. 34 s., 29 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Dráb, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11.1.2013

.....
podpis autora
Filip Patočka

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat doc. Ing. Aleši Drábovi, Ph.D, za odborné vedení a rady při přípravě a zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Oldřichu Neumayerovi za rady, zkušenosti a věcnou kritiku. Poděkování patří také pánům Ing. Davidu Poláchovi a Karlu Tomáškovvi ze státního podniku Povodí Ohře za poskytnutí podkladů k diplomové práci.

OBSAH

A.1.	ÚVOD A CÍLE PRÁCE	2
A.2.	PODKLADY	2
A.3.	STÁVAJÍCÍ STAV	3
A.3.1.	<i>Pohyblivý jez</i>	3
A.3.2.	<i>Rybí přechod</i>	4
A.3.3.	<i>GEOLOGICKÉ POMĚRY</i>	5
A.3.4.	<i>ARCHITEKTONICKÁ CHARAKTERISTIKA</i>	5
A.4.	NAVRŽENÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	5
A.4.1.	<i>ARCHITEKTONICKÉ A URBANISTICKÉ ŘEŠENÍ</i>	7
A.4.2.	<i>SPÁDY A PRŮTOKY</i>	7
A.4.2.1.	Průtokové poměry.....	7
A.4.2.2.	Spádové poměry	7
A.4.3.	<i>HYDROENERGETICKÝ POTENCIÁL</i>	8
A.4.4.	<i>ČLĚNĚNÍ STAVBY</i>	9
A.4.5.	<i>STAVEBNÍ ČÁST</i>	9
A.4.5.1.	SO 1 – Vtokový objekt	11
A.4.5.2.	SO 2 – Stavba strojovny MVE	12
A.4.5.3.	SO 3 – Výtokový objekt	15
A.4.5.4.	SO 4 – Stavební elektroinstalace	16
A.4.5.5.	SO 5 – Úpravy v nadjezí.....	16
A.4.5.6.	SO 6 – Úpravy v podjezí	16
A.4.5.7.	SO 7 – Kabelová přípojka.....	16
A.4.5.8.	SO 8 – Venkovní kabelové rozvody	17
A.4.5.9.	SO 9 – Venkovní úpravy	17
A.4.5.10.	SO 10 – Demolice stávajících objektů.....	17
A.4.6.	<i>TECHNOLOGICKÁ ČÁST STROJNÍ A ELEKTRO – VARIANTA 1 A 2</i> 17	
A.4.6.1.	PS 1 – MVE – Strojní část.....	18
A.4.6.2.	PS 2 – MVE – Elektro část	19
A.4.7.	<i>ZÁBOR POZEMKŮ</i>	19
A.4.8.	<i>VLIV STAVBY A PROVOZU NA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ</i>	20
A.5.	PODMIŇUJÍCÍ PŘEDPOKLADY	20
A.5.1.	<i>NÁROKY STAVBY</i>	20
A.5.1.1.	Vodní hospodářství.....	20
A.5.1.2.	Energie.....	21
A.5.1.3.	Doprava	21
A.5.1.4.	Likvidace odpadů.....	21
A.5.1.5.	Napojení stavby a přeložky stávajících sítí.....	21
A.5.1.6.	Vyvolané a související investice.....	21
A.5.1.7.	Počet pracovníků	21
A.5.2.	<i>OCHRANNÁ PÁSMA, CHRÁNĚNÁ A ZÁTOPOVÁ ÚZEMÍ</i>	22
A.5.3.	<i>OCHRANA STAVBY PŘED ŠKODLIVÝMI VLIVY A ÚČINKY</i>	22
A.6.	PROVÁDĚNÍ STAVBY	22
A.6.1.	<i>ROZSAH A USPOŘÁDÁNÍ STAVENIŠTĚ</i>	22
A.6.2.	<i>PROVÁDĚNÍ STAVBY</i>	23
A.7.	ZÁVĚR A DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	25

A.1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Jez Terezín je situován na východním okraji města Terezín na řece Ohři nad jediným silničním mostem přes Ohři nacházejícím se ve městě. Je to poslední stupeň na řece Ohři (říční km 2,626 dle provozního řádu) [1] nacházející se před jejím ústím do řeky Labe.

Jez byl vybudován v letech 1972-1976 [2] včetně provozních objektů závodu Terezín státního podniku Povodí Ohře. V minulosti proběhla rekonstrukce jezu, do každého jezového pole byla umístěna ocelová dutá klapka.

Účel a využití jezu:

- Vzduť hladiny v jezové zdrži, které umožňuje odběry užitkové vody pro průmysl, zemědělství a ostatní uživatele vodního díla.
- Ovlivňování zimního režimu Ohře v úseku VD Doksany (ř. km 10,510) až ústí do Labe.
- Ochrana plavební dráhy Labe před splaveninami.

Hydroenergetický potenciál jezu využívající rozdíl hladin nad a pod jezem není doposud využíván. Cílem této diplomové práce je návrh malé průtočné vodní elektrárny, která by tento potenciál využila, a to ve dvou variantách stavební a technologické části.

Identifikace stavby:

Název stavby:	VD Terezín – výstavba MVE
Charakter stavby:	Novostavba MVE v pravém poli stávajícího jezu
Místo stavby:	Jez Terezín
Vodní tok:	Ohře, říční km 2,626
Kraj:	Ústecký

A.2. PODKLADY

Pro zpracování projektu byly použity dále uvedené podklady:

- [1] POVODÍ OHŘE, státní podnik. *Manipulační řád jezu Terezín*. Chomutov, listopad 2010.
- [2] POVODÍ OHŘE, státní podnik. *Informativní nástěnka v areálu závodu Povodí Ohře Terezín*.
- [3] POVODÍ OHŘE, státní podnik. *MVE Terezín – Zaměření, geodetické podklady*, prosinec 2005.
- [4] JAAKKO PÖYRY INFRA, AQUATIS. *MVE Terezín – Projektová dokumentace pro územní řízení*. Duben 2006.
- [5] ČÚZK. *ČÚZK: Nahlížení do KN* [online]. [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://nahlizenedokn.cuzk.cz>

- [6] ŠLEZINGR, M. POSOUZENÍ STAVU NÁPLAVŮ V OBLASTI MĚSTA TEREZÍN NA ŘECE OHŘI. [online]. [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: http://www.vuvh.sk/download/ManazmentPovodi_rizik/zbornikPrispevkov/Konferencia/Prispevky/SekciaB/Slezingr.pdf
- [7] VA TECH HYDRO. *Compact bevel gear bulb turbine*. Katalog výrobce.
- [8] Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů. [online]. [cit. 2013-01-01]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/download.py?file=docu/predpisy/download/ASEK_2012.pdf
- [9] *Modelový výzkum vodního díla Gries na řece Salzach*. Závěrečná zpráva o výsledcích výzkumu. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Brno. Prosinec 1995
- [10] GIESECKE, J., MOSONYI, E. *Wasserkraftanlagen. Planung, Bau und Betrieb*. Nakl. Springer. 2009
- [11] ŠTOLL, Č., KRATOCHVÍL, S., HOLATA, M. *Využití vodní energie*. SNTL, Praha 1977.
- [12] JANDORA, J., UHMANNOVÁ, H. *Proudění v systémech říčních koryt: Modul 01*. Studijní opora FAST. Brno. 2006.
- [13] LAŠTŮVKA, M.. *Podpora obnovitelných zdrojů energie v roce 2013*. ERÚ. Dostupné z : http://www.biogasin.org/files/pdf/ceska/2nd_HLC_11.10.2012/04_121010_La_t_vka%20presentace%20ER_%20na%20BPS%20T_ebo_.pdf [cit. 2013-01-09]
- [14] ŘÍHA, J. a kol. *Vybrané stati z hydrotechniky – modul 3. Využití hydroenergetického potenciálu*. Studijní opora FAST. Brno. 2007
- [15] Internetové stránky ERÚ, dostupné z <http://www.eru.cz/> [cit. 2013-01-09]
- [16] Mapový server dostupný na www.mapy.cz [cit. 2013-01-09]

A.3. STÁVAJÍCÍ STAV

VD Terezín na řece Ohři v říčním km 2,626 je tvořeno pohyblivým jezem celkové délky zhruba 80 m a rybím přechodem umístěným za stávajícím levobřežním jezovým pilířem.

A.3.1. Pohyblivý jez

Pohyblivý jez celkové délky zhruba 80 m se nachází na řece Ohři v ř. km 2,626. Ve třech polích o světlosti 22,0 m jsou osazeny ocelové duté klapky o hradící výšce 2,27 m. Klapky jsou otočně osazeny v ložiscích, která jsou pevně přichycena k jezovému prahu. Hradící plech o tloušťce 12 mm má poloměr křivosti 5163 mm. Horní hrana hradící konstrukce jezu je opatřena rozražeči. Na dutou klapku je jednostranně připojena pohybovací trouba zasunutá do dutého prostoru v pilíři. Na tuto troubu je v pilíři připojena pohybovací páka, na jejímž konci je osazena pístní tyč hydromotoru. [1]

Jezová pole jsou oddělena betonovými pilíři s osovými vzdálenostmi 25 m. Na každém pilíři jsou osazeny boční štíty klapek. Zavzdušnění prostoru pod klapkou je zajištěno v pilíři zabetonovanou

ocelovou troubou DN 300, která je vyvedena na korunu pilíře (149,50 m n.m.). Na pravém břehovém pilíři je umístěn velín jezného. Manipulaci s klapkami lze provádět buď z velína (společný pohyb všech klapek nebo jednotlivě) nebo z jednotlivých pilířů (pouze jednotlivě). (viz. příloha E – Obr.1)

V bočních stěnách pilířů jsou úchyty pro osazení opěr manipulačních lávek provizorního hrazení proti horní i dolní vodě. Provizorní hrazení se skládá z ocelových slupic s lávkou a z hradel. Hrazení proti horní vodě je dimenzováno na provozní hladinu 147,80 m n.m. a hrazení proti dolní vodě na hladinu 146,50 m n.m. [příloha E – Obr.2]

Spodní stavbu jezu tvoří betonový jezový práh vysoký 1,15 m. Jeho koruna je upravena pro možnost sklopení klapky. Za jezovým prahem přechází spodní stavba v betonový vývar o délce 11,30 m a hloubce 1,1 m. Vývar je zakončený šikmým prahem ve sklonu 1:4. Prah vývaru je opatřen rozražeči. Vývar je zajištěn štětovou stěnou. Na vývar navazuje těžký kamenný zához v délce asi 6 m.

Délka hydrostatického vzduť jezu při provozní hladině 147,80 m n.m. je zhruba 7,15 km, což odpovídá ovladatelnému objemu jezové zdrže přibližně 344,9 tis. m³. Dolní voda je při vyšších průtocích v Labi ovlivněna vzduťm jezu v Lovosicích.

Kapacita vyhrazeného jezu při provozní hladině nad jezem na kótě 147,80 m n.m. je cca 354 m³/s. Kapacita jezu při hladině v nadjezí na kótě 149,50 m n.m. (koruna pilířů) je cca 659 m³/s.

Pro stanovení úrovně hladiny nad jezem je na pravobřežní zdi instalován pevný vodočet se čtením ve výškovém systému. Pro stanovení úrovně dolní vody je instalován dělený pevný vodočet na nábrežní zdi pravého břehu v podjezí VD. Čtení na tomto vodočtu je též vyjádřeno ve výškovém systému. [1]

A.3.2. Rybí přechod

Rybí přechod je umístěn za stávajícím levobřežním jezovým pilířem v délce 25 m a pokračuje před stávající opěrnou zdí v délce 34 m. Konstruktivně je řešen jako železobetonový polorám rozdělený přepážkami se štěrbinami osově vzdálenými 2,6 m. Světlá šířka žlabu je 1,8 m v celé délce. Podélný sklon je 7,7 %. [příloha E – Obr.3]

Podé dnem rybochodu je umístěno vábící potrubí DN 600 z korugovaných trub PEHD. Kapacita vábícího potrubí je 1 m³/s.

Základní parametry rybího přechodu Terezín [4]:

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| • Kóta dna vtoku do vábícího potrubí | 145,70 m n.m. |
| • Kóta dna vtoku do rybího přechodu | 146,80 m n.m. |
| • Kóta dna výtoku z rybího přechodu | 144,10 m n.m. |
| • Délka rybího přechodu | 59 m |

Průtok rybochodem zřejmě není stanoven, na doporučení státního podniku Povodí Ohře byla pro účel návrhu MVE uvažována hodnota $1 \text{ m}^3/\text{s}$, s průtokem vábícím potrubím se jedná o $2 \text{ m}^3/\text{s}$, což odpovídá cca 40% z Q_{355d} .

A.3.3. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologické poměry jsou podrobně popsány v dokumentaci [4]. Předkvartérní podloží je budováno křídovými sedimenty představovanými šedými slínovci, které jsou v přípovrchové zóně zvětralé. Úroveň povrchu slínovců se nachází na kótě 140,70 až 141,70 m n.m. (pro potřeby projektu zvolena střední hodnota 141,20 m n.m.). Kvartérní zeminy jsou zastoupeny fluviálními a v nejsvrchnější vrstvě i antropogenními sedimenty. Fluviální sedimenty jsou tvořeny dvěma zrnitostně odlišnými oddíly. Spodní souvrství tvoří nesoudržné proměnlivě zajiňované písky s příměsí valounů a štěrků. Soudržné povodňové zeminy mají poměrně malou mocnost a zrnitostně odpovídají středně plastickým písčitym jílům. Režim podzemních vod je v zájmovém území přímo závislý na momentálních vodních stavech v Ohři. [4]

Jelikož je navrhovaná stavba situována v toku do prostoru pravého pole jezu, svrchní vrstvy geologických průzkumů z let 1968, respektive doplňkové sondy z let 1971 neodpovídají skutečnosti. Ta je ovlivněna stavební činností při výstavbě jezu, a dále také chodem sedimentů a jejich akumulací v prostoru před samotnou jezovou konstrukcí.

A.3.4. ARCHITEKTONICKÁ CHARAKTERISTIKA

Zájmové území se nachází v pravém poli stávající jezové konstrukce. Vedle jezu se nachází jednopodlažní rekonstruovaný objekt velínu jezu. Podél obou břehů Ohře v okolí jezu Terezín (kromě jezových pilířů) vede historická cihelná nábrežní zeď. Ve městě Terezíně je situována pevnost z konce 18. století, celé město i s okolím je chráněnou památkovou rezervací.

A.4. NAVRŽENÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Účelem stavby je využití hydroenergetického potenciálu jezu Terezín pro ekologicky čistou výrobu elektrické energie v MVE.

Koncepce řešení je navržena v souladu se zadáním práce s cílem maximálního využití hydroenergetického potenciálu dané lokality při zachování příznivého poměru mezi investičními náklady a množstvím vyrobené elektrické energie.

- V dané lokalitě bylo uděleno povolení k nakládání s vodami o maximálním průtoku $35 \text{ m}^3/\text{s}$.

- V zadání je podmínka žádného, respektive minimálního zásahu do stávajících historických nábrežních zdí z důvodu zamítnutí projektu elektrárny na obtoku [4] pro nesouhlasné stanovisko orgánů památkové ochrany.
- Stavba nesmí nijak ovlivnit funkčnost, stav hladin ani provozních podmínek stávajícího pohyblivého jezu pro jeho důležité využití (podrobně v A.1.).

Hladina vody v nadjezí bude při provozu MVE udržována na dnešní kótě provozní hladiny tj. 147,80 m n.m. Návrhový spád v rámci m-denních průtoků činí 2,2 – 3,2 m.

MVE je navržena v souladu s uděleným povolením k nakládání s vodami pro max. hltnost turbín 35 m³/s. Navrhované množství odpovídá průměrnému průtoku asi Q_{150d} .

V rámci požadavku minimalizace zásahu do nábrežních zdí bylo přistoupeno k netradičnímu řešení přelvané strojovny MVE, umístěné do pravého břehového pole z důvodu zázemí pozemku sousedícím s vodním tokem v majetku státního podniku Povodí Ohře.

Požadavkem v zadání diplomové práce bylo vypracovat nejméně 2 varianty stavební a technologické části. Dále tedy bude použito rozdělení na tyto varianty:

- Varianta 1 – stavba MVE provedena v prostoru pravého jezového pole při zachování stávající jezové konstrukce
- Varianta 2 – stavba MVE provedena v prostoru pravého jezového pole, stávající jezová konstrukce bude v prostoru budoucí MVE odbourána.

V obou dvou variantách je využito pravé jezové pole v celé své šířce. Z důvodů požadavku minimalizace nákladů, ze kterého vyplývá snaha o co nejmělkčí založení stavby, je předpokládáno osazení 4 přímoproudých třílopatkových Kaplanových turbín o stejném průměru oběžného kola cca $D=1,2$ m. Každé turbíně odpovídá maximální průtok $Q_{t \max} = 8,75$ m³/s. Vyšší počet turbín o menší hltnosti také nahrává efektivnějšímu využití průtoků nižších, než je průtok návrhový.

Součástí stavby je vtokový objekt, stavba MVE s technologickým vybavením, výtokový objekt a nezbytné související objekty.

Technické řešení je, vzhledem k charakteru lokality vyznačující se malým spádem a relativně velkým průtokem, navrženo s využitím Kaplanových turbín v přímoproudém provedení. Hydraulický profil turbíny byl převzat od tuzemského výrobce. Navržené parametry bude třeba v dalším stupni projektové dokumentace upřesnit na základě konkrétních nabídek jednotlivých výrobců, pro potřeby tohoto projektu byly převzaty z firemní literatury výrobců turbín [7].

Předpokládaným výkonem $P = 730$ kW se navrhovaná MVE řadí dle ČSN 73 6881 do kategorie I b. MVE je koncipována jako bezobslužná pouze s občasným dohledem na chod zařízení realizovaným stálou obsluhou terezínského jezu.

A.4.1. ARCHITEKTONICKÉ A URBANISTICKÉ ŘEŠENÍ

Jelikož se v obou dvou navrhovaných případech jedná o přelévanou elektrárnu situovanou v toku, která bude trvale pod hladinou vody, není zde potřeba uvažovat nad začleněním objektu do okolní krajiny.

Rušivým vlivem mohou působit pouze doplňující technologie, především navrhovaný čistící stroj nebo zvýšení a prodloužení pilíře v toku.

A.4.2. SPÁDY A PRŮTOKY

A.4.2.1. Průtokové poměry

Základní hydrologické údaje pro tok Ohře v profilu „Jez Terezín“ poskytl ČHMÚ–pobočka Ústí nad Labem v lednu 2004 pod č.j. 2630/OH. (viz. Tab. 1)

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| • Hydrologické číslo povodí | 1-13-04-068 |
| • Plocha povodí | P = 5610 km ² |
| • Průměrný dlouhodobý roční průtok | Q _a = 38 m ³ /s |

Tab. 1 - Základní hydrologické údaje [1]

NENÍ VEŘEJNOU SOUČÁSTÍ PRÁCE

Hltnost turbín MVE Terezín se uvažuje jako $Q_{t \max} = 4 \times 8,75 = 35 \text{ m}^3/\text{s}$.

A.4.2.2. Spádové poměry

Spádové poměry byly určeny na základě údajů z vyhodnocení měření hladin nad a pod jezem předaných podnikem Povodí Ohře s.p.

Horní hladina je uvažována na kótě 147,80 m n.m. Na této úrovni je udržována pohyblivými jezovými uzávěry (klapky). V rozsahu M-denních průtoků nebude tato hodnota překročena.

Dolní hladina byla určena z konsumpční křivky koryta pod jezem předané podnikem Povodí Ohře s.p. [1] Hladina kolísá dle průtoků v rozmezí cca 144,60 m n.m. (pro $Q_{355d} = 5,4 \text{ m}^3/\text{s}$) přes hladinu 145,10 m n.m. odpovídající zhruba návrhovému průtoku ($Q_{150d} = 32 \text{ m}^3/\text{s}$) až po cca 145,60 m n.m. (pro $Q_{30d} = 86,6 \text{ m}^3/\text{s}$). Průtoky, odběry MVE a spády jsou znázorněny v Obr.1.

Obr. 1 - Čáry překročení průtoků, odběrů a spádů

Poloha hladiny dolní vody je zvláště za nižších průtoků výrazně ovlivněna zpětným vzdutím stávajícího silničního mostu (bývalý jez) s velkým množstvím pilířů. [4] (viz. příloha E – Obr.4)

Při realizaci stavby se s přestavbou nebo úpravou tohoto mostu nepočítá.

A.4.3. HYDROENERGETICKÝ POTENCIÁL

Výpočet probíhal dle vztahů [14]. Účinnosti byly uvažovány v hodnotách 85% u turbín, a 97% u převodů i generátorů. Jelikož se jedná o předběžný návrh, je přesnost uvažovaných účinností dostatečná. Pro další stupeň projektové dokumentace je potřeba zabývat se změnou účinnosti v čase z důvodu změn průtoků a spádů. Výsledky výpočtů jsou uvedeny v Tab.2 a Obr.2.

Tab. 2 - Výpočet průměrné roční výroby elektrické energie

NENÍ VEŘEJNOU SOUČÁSTÍ PRÁCE

Obr. 2 - Čára překročení výkonů a součtová čára roční výroby el. energie

NENÍ VEŘEJNOU SOUČÁSTÍ PRÁCE

A.4.4. ČLĚNENÍ STAVBY

Výstavba MVE Terežín je členěna do následujících stavebních objektů a provozních souborů:

Stavební objekty:

- SO 1 – VTOKOVÝ OBJEKT
- SO 2 – STAVBA STROJOVNY MVE
- SO 3 – VÝTOKOVÝ OBJEKT
- SO 4 – STAVEBNÍ ELEKTROINSTALACE
- SO 5 – ÚPRAVY V NADJEZÍ
- SO 6 – ÚPRAVY V PODJEZÍ
- SO 7 – KABELOVÁ PŘÍPOJKA
- SO 8 – VENKOVNÍ KABELOVÉ ROZVODY
- SO 9 – VENKOVNÍ ÚPRAVY
- SO 10 – DEMOLICE STÁVAJÍCÍCH OBJEKTŮ

Provozní soubory:

- PS 1 – MVE – STROJNÍ ČÁST
- PS 2 – MVE – ELEKTRO ČÁST

A.4.5. STAVEBNÍ ČÁST

VARIANTA 1

Charakteristickým prvkem varianty 1 je výstavba budovy MVE před, respektive pod stávající jezovou konstrukcí bez jejího odbourání.

Tento návrh je neobvyklý, nicméně se jeví jako technicky proveditelný. Důležité je pro další zpracování získat stanovisko ohledně speciálního zajištění stávající jezové konstrukce – těla jezového tělesa a pilířů, především pilíře v toku, který musí zůstat na svém místě (bez jakýchkoliv náklonů či pohybů) z důvodů instalované klapky. Toto zajištění by mohlo sestávat z pramencových kotev, zpevňování svahů vzniklých odtěžením pomocí hřebíkování, sítí a torketování. Možné je také použití mikropilot.

Veškeré práce naplánované pod jezovou konstrukcí jsou prováděny ve zdravých šedých slínovcích, které mají třídu těžitelnosti 4 – 5 (lehce trhatelné). Výstavba je uvažována jako postupné vyvrtání otvorů pro savky z prostoru odbourané vývarové desky pod jezovou konstrukcí, o rozměrech odpovídajících vlastní savce plus dostatečným prostorem po jejich obvodu pro injektáž betonovou směsí; každá savka by byla nejprve osazena a poté přistoupeno k vyvrtání dalšího otvoru. Kromě savek je také potřeba vytvořit otvor a následně osadit proplachovací kanál. Mezi jednotlivými savkami (a proplachovacím kanálem) zůstává vrstva stávajících slínovců, která podpoří zachování stávající konstrukce jezového

pole na svém místě i přes stavební úpravy pod ním, pravděpodobně však bude potřeba dalších sanací na základě geotechnického zhodnocení a průzkumu, provedených například tryskovou injektáží, nebo vrtanými pilotami přes stávající jezovou konstrukci v prostoru mezi jednotlivými savkami, které by třecími silami pomohly přenášet zatížení do podloží.

Tato varianta vychází z následujících, především ekonomických důvodů:

- Úspora nákladů souvisejících s bouráním jezové konstrukce.
- Úspora nákladů pro využití stávající konstrukce (odpadá nutnost dalších kubatur železobetonu nutných například v prostoru savek – požadavek větší strojovny).
- Pravděpodobně spolehlivější varianta co se týče zamezení pohybů stávajících jezových pilířů během výstavby.
- Výhody plynoucí z nezasahování do objektu – ponechání stávajícího provizorního hrazení proti dolní vodě, ponechání ovládacích prvků a vlastního osazení klapky na jezovém poli.
- Možnost využití revizní chodby jezového pole pro přístup, vedení některé kabeláže, i jako dopravní chodby pro některé prvky elektrárny, realizovanou přes šachtu a jeřáb situované ve stávajícím velíně jezu.

Nicméně tato navrhovaná varianta s sebou nese i komplikace, kterými je především prodražení výstavby spojené se sanací stávajících objektů, především přiléhajícího jezového pilíře v toku, a také samotného jezového tělesa v oblasti pravého jezového pole. Instalace savek do postupně připravovaných otvorů by také pravděpodobně přinesla prodloužení výstavby oproti konstrukci ve vybouraném jezovém poli (varianta 2).

Zásah do jezové konstrukce je minimální, je třeba pouze vybourat vstupy do budoucí strojovny MVE, a odbourat malé části konstrukce ("ozub" na přední straně v příčném řezu, a malou část konstrukce nad prostorem budoucích savek).

Je také potřeba prodloužit stávající pravobřežní jezový pilíř (zhruba o 3,6 m, z důvodu provizorního hrazení jezového pole v nadjezí) – provedeno formou gravitační železobetonové zdi a zásypu; a také pilíř pravého jezového pole v toku, který je prodloužen zhruba o 6 m - jedná se o dutou konstrukci. Toto prodloužení je nutné z důvodu instalace čistícího stroje, dutým prostorem bude také vyvedena vzduchotechnika a točité schodiště zajišťující přístup na pilíř.

VARIANTA 2

Varianta 2 počítá s odbouráním stávající jezové konstrukce v pravém jezovém poli. Na její místo bude umístěna strojovna MVE. Klapka z jezové konstrukce bude včetně svého ovládacího demontována, a po dokončení strojovny umístěna na své původní místo. Tvar stropu strojovny pod klapkou kopíruje původní jezovou konstrukci.

Oproti variantě 1 dochází k nárůstu vnitřních rozměrů strojovny využitím prostoru nad savkami turbín, kam budou umístěny skříně rozvaděčů a schodiště mezi jednotlivými úrovněmi strojovny.

Stejně jako u první varianty bude potřeba zajistit oba krajních pilíře pravého jezového pole, u kterých nesmí dojít k náklonům či posunům. Toto zajištění by mohlo sestávat z pramencových kotev, zpevňování svahů vzniklých odtěžením pomocí hřebíkování, sítí a torketování. Možné je také použití mikropilot.

Řešení se jeví oproti variantě 1 technicky schůdnější díky odbourání jezové konstrukce, tedy usnadnění výstavby strojovny elektrárny bez potřeby složitých a nákladných sanací (kromě krajních stran v blízkosti pilířů).

Negativem varianty je nákladné odbourávání a odvoz velkého množství materiálu z jezového pole. Také všechny kabely a rozvody vedoucí revizní chodbou jezové konstrukce, samotná klapka a její ovládání, zavzdušňovací potrubí a další prvky musí být odstraněny a poté zpět zakomponovány do stavby. Je třeba vyřešit ovládání zbývajících dvou klapek jezu, které by měly zůstat ovladatelné ze stávajícího velínu, tedy toto ovládání bude třeba vést přes stavební jámu.

Prodloužení stávajícího břehového pilíře je oproti variantě 1 minimální, jedná se zhruba o 0,5 m z důvodu instalace provizorního hrazení jezového pole v nadjezí) – provedeno formou gravitační železobetonové zdi napojené ke stávajícímu pilíři; a také pilíř pravého jezového pole v toku, který je prodloužen zhruba o 4 m - jedná se o dutou konstrukci. Toto prodloužení je nutné z důvodu instalace čistícího stroje, dutým prostorem bude také vyvedena vzduchotechnika.

A.4.5.1.SO 1 – Vtokový objekt

Železobetonový vtokový objekt, sloužící k přivedení vody k objektu MVE, bude zřízen před stávajícím objektem jezu v prostoru nadjezí. Vtokový objekt je shodný v obou variantách.

Vtok o světlé šířce 17,4 m je tvořen bočními svislými zdmi. Vhodnou technologií pro konstrukci těchto zdí se zdají pilotové podzemní stěny a následné odtěžení materiálu. Dno vtoku bude provedeno jako skloněná plocha o konstantním sklonu odpovídajícím zhruba poměru 1 : 2,5.

Objekt bude vybaven dvěma vtokovými prahy – první je umístěn na začátku vtokového objektu na kótě 145,50 m n.m., orientován je kolmo na osu vodního toku a má za úkol základní omezení chodu splavenin do objektu vtoku. Druhý vtokový práh je umístěn na konci vtokového objektu před jemnými česlemi na kótě 137,77 m n.m. Vtokový práh je také zhruba v kolmém směru na osu vodního toku, ale je odkloněn směrem do středu strojovny pro usnadnění chodu sedimentů do navrženého proplachovacího kanálu. Před vtokovým prahem je navržen sedimentační prostor zešikmený směrem ke středu strojovny k proplachovacímu kanálu.

Na vtoku jsou provedeny úpravy s cílem snížení hydraulických ztrát spočívající v zaoblení nátokových hran příčných prahů a svislých bočních zdí, které jsou vyvýšeny nad úroveň dna na kótu 145,50 m n.m. stejně jako první vtokový práh.

Při provozním průtoku $Q_{t \max} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$ dosahuje vtoková rychlost nad příčným prahem (vtokovým a svislou boční zdí ze strany toku) rychlostí kolem $v_{t \max} = 0,4 \text{ m/s}$, což je dostatečně nízká hodnota pro prevenci většího chodu splavenin do vtokového objektu a také omezení místních ztrát.

Objekt bude proveden z vodostavebného železobetonu C 30/37 a bude vybudován pod ochrannou dvojitě jímkou ze štětovic vybudované dočasně po jeho obvodu.

V prostoru nad vtokovým objektem bude na hladině vody instalován odpuzovač ryb.

Vtokový objekt je od stavby MVE oddělen těsněnou dilatační spárou.

A.4.5.2.SO 2 – Stavba strojovny MVE

VARIANTA 1

Ve strojovně MVE jsou umístěny 4 přímoproudé blokové Kaplanovy turbíny o průměru oběžného kola $D = 1,2 \text{ m}$ s kuželovým převodem na vertikální generátory.

Vtoky do turbín jsou v první části provedeny jako tlakové železobetonové prvky obdélníkového průřezu se zakřiveným stropem a skloněnou rovinou dna. Na vtoku do tlakové části připadající k jednotlivým turbínám jsou umístěny jemné česle provedené shodně jako navazující návodní plocha ve sklonu 70° . Vtoky jsou od sebe odděleny dělicími pilíři, respektive proplachovacím kanálem uprostřed strojovny. Dělicí pilíře jsou z důvodů optimálního obtékání zaobleny.

Česlice jsou vyrobeny z pásové oceli a jsou spojeny do demontovatelných česlicových polí. Česle jsou vybaveny pojízdným lanovým čistícím strojem, který se pohybuje na kolejové dráze instalované na pilířích náležících jezovému poli MVE. Čistící stroj je vybaven automatickým ovládním provozu, česle jsou průběžně čistěny a shrabky odváženy na pravý břeh do prostoru před stávající velín jezů, kde bude umístěn kontejner. Kontejner bude možno vyvážit na skládku komunálního odpadu pomocí speciálního vozidla pro natahování kontejnerů.

Na konci železobetonových vtoků do turbín, před ocelovými přechodovými kusy, jsou umístěny provozní rychlouzávěry vtoků, které slouží zároveň jako provizorní hrazení. Jedná se o tabulové uzávěry ovládané hydromotorem, kvůli stísněnému prostorovému uspořádání jsou hydromotory poněkud netradičně umístěny za tabulí v její ose. Tabule včetně hydromotorů jsou umístěny v samostatných komorách příslušejících každému vtoku, přístupných zevnitř ze strojovny montážními otvory opatřenými vodotěsnými přírubami. Za normálních provozních podmínek jsou tyto komory plně zatopeny vodou. Pro případnou možnost poruchy jsou komory osazeny vodotěsnými montážními poklopy, kterými lze tabule vytáhnout mimo prostor strojovny. Vstup do komor montážními otvory je uzpůsoben pro mož-

nost vytažení tělesa hydromotoru do strojovny. Z těchto komor je také proveden vstup do samotné turbíny pomocí žebříku (po vypuštění hydraulického obvodu).

Ocelové vtoky turbín jsou vybaveny přechodem z obdélníku na kruhový profil, na jehož konci je příruba pro osazení tělesa turbíny.

Savky turbín navazující na turbíny jsou provedeny jako ocelové v kuželové části a dále železobetonové s přechodem z kruhového profilu na profil obdélníkový. Návrh savek počítá s jejich realizací pod stávající jezovou konstrukcí bez jejího odbourání. Jednotlivé savky jsou odděleny dělicími pilíři s polokruhovým zhlavím. Výtok ze savek má kótu dna 137,80 m n.m. Na výtoku ze savek jsou osazeny drážky a dosedací prahy pro tabule provizorního hrazení. Drážky jsou vedeny v celé výšce dělicích pilířů až po kótu 143,30 m n.m. odpovídající dnu stávajícího vývaru, což znamená že jsou v celé své výšce trvale zatopeny. Pro správné navedení tabulí provizorního hrazení, které budou za normálních podmínek skladovány v blízkosti stávajícího velína jezu, je potřeba osazení provizorních vodicích konstrukcí – slupic. Stejným způsobem je vyřešeno provizorní hrazení proplachovacího kanálu ve středu strojovny. Osazení by proběhlo pomocí mobilního jeřábu za asistence potápěče.

Podlaží turbín umístěné na kótě 136,50 m n.m. je prostorově rozděleno na dvě části, každou o 2 turbínách, mezi nimiž je veden proplachovací kanál. Proplachovací kanál je konstruován jako železobetonový rám, který vede vodorovně z prostoru vtokového objektu až po konec strojovny (kóta dna 137,07 m n.m.), kde dochází ke zlomu a v prostoru savek rovnoměrně stoupá až na kótu dna 137,80 m n.m. Zlom ani stoupající charakter by z důvodů tlakového proudění kanálem neměl přinášet žádné provozní problémy. Proplachovací kanál má provozní skříňový tabulový uzávěr s hydromotorem umístěný ve strojovně. Provizorní hrazení vtoku je řešeno na stejné úrovni, jako jsou provizorní uzávěry vtoků do jednotlivých turbín, s tím rozdílem, že je použito tabulového uzávěru umístovaného s pomocí potápěče a mobilního jeřábu. Tabulový uzávěr je skladován na stejném místě, jako provizorní hrazení výtoku.

Strop proplachovacího kanálu je na úrovni 139,10 m n.m. a je konstrukčně uzpůsoben pro plnění funkce montážního prostoru. V případě poruchy jakékoliv turbíny a nutnosti její demontáže ze strojovny, je potřeba po vyčerpání hydraulického obvodu poškozené turbíny zastavit provoz turbín odpovídající strany strojovny, demontovat generátory a následně pomocí jeřábu přesunout turbínu na manipulační plošinu. Po zahrazení prostoru jezového pole (hrazení stejné technologie jako u stávajícího jezu, jen je posunuto proti směru toku a snížena hradicí výška) a odtoku vody nad strojovnou pomocí sklopení klapky je mobilním jeřábem zvednut vodotěsný poklop a odložen stranou na střechu strojovny, následně je za pomoci pracovníků zvednuta turbína, otočena kolmo na směr svého provozního uložení, a vytáhnutá manipulačním otvorem.

Na strop proplachovacího kanálu je přístup z ochozu jdoucího po šířce strojovny ocelovým schodištěm, které lze v případě potřeby demontovat. Ochoz je nad proplachovacím kanálem přerušen

a nahrazen ocelovým, taktéž demontovatelným roštem. Další přístup je z podlahy obou stran strojovny trvale osazeným žebříkem.

V prostoru podlahy strojovny pod schodištěm ze strany vodního toku je také umístěna jímka prosáklé vody s předsazeným odlučovačem ropných látek. V jínce jsou umístěna dvě ponorná kalová čerpadla s plovákovými spínači a indikací znečištění vody ropnými látkami. Výtlač čerpadel je řešen dutým prostorem nově přistavené části jezového pilíře v toku a vyústěn v jeho horní části nad úroveň Q_{100} .

Vyčerpání vody z hydraulického obvodu je provedeno pomocí čerpadla umístěného na straně strojovny u břehu, a to v sousedství komory provozního uzávěru vtoku krajní turbíny. Voda je z každé turbíny vedena z nejnižších bodů jak z prostoru nátoky, tak z prostoru savky potrubím s uzavíratelnými ventily do čerpadla, ze kterého je vyvedeno potrubí až ke stropu břehového pilíře (odpovídá zhruba hladině Q_{10}). Potrubí bude uzavíratelné ventilem pro zamezení zpětného zatopení za povodňových stavů.

Z prostoru podlahy strojovny je přístup na ochoz (140,90 m n.m.) vedoucí po celé šířce strojovny dvouramennými schodišti s mezipodestou z obou dvou stran strojovny. Ochoz je opět přístupný z obou dvou stran, a to z revizní chodby jezového pole (dno 141,70 m n.m.) za pomoci krátkého 4stupňového železobetonového schodiště a ochozu po kratší straně strojovny. [příloha E – Obr.5] Ze strany toku je probourán vstup o šířce pouze 0,8m, odpovídající nezbytným parametrům pro průchod. Ze strany břehu je průchod širší, byla ponechána šířka revizní chodby 1,35 m; tento vstup je uzpůsoben k manipulaci s potřebným materiálem dopraveným šachtou ze stávajícího velína jezu, například generátorem turbíny. Na průchod vybouraný v jezovém tělese navazuje manipulační plošina (141,70 m n.m.), dostatečně velká pro manipulaci s materiálem jeřábem pojízdným po šířce strojovny. Zábradlí na manipulační plošině je demontovatelné.

Z ochozu strojovny je možný přístup do jednotlivých komor provozních uzávěrů vodotěsnými přírubami. V prostoru před stávajícím jezovým pilířem je umístěna provozní místnost MVE (na úrovni ochozu = 140,90 m n.m.). Přístup do místnosti je ze zmíněného ochozu pomocí dveří, provozní místnost je od vlastní strojovny oddělena prosklenou stěnou. V této provozní místnosti jsou umístěny skříňně rozvaděčů a veškerá potřebná elektrotechnika. Dveřmi se dá vstoupit na točité schodiště, které vede dutým pilířem nacházejícím se nad provozní místností a přistaveným před stávající pilíř (v délce asi 6 m) až na jeho střechu. V pilíři vede nezbytná vzduchotechnika potřebná pro přívod studeného vzduchu i odsávání přebytečného teplého vzduchu, vyústěná je na vrcholu pilíře, který je situován na kótě 151,25 m n.m. (0,5m nad hladinou Q_{100}). V pilíři je dostatek místa pro další řešení vzduchotechniky, například pro systém propojení přívodu a odvodu vzduchu pro topení zbytkovým teplem generátorů pomocí termostaticky ovládaného vzduchotechnického zařízení.

Po celé šířce strojovny pojíždí jeřáb s nostností 10 tun, navržený pro potřeby jakékoli manipulace v rámci strojovny.

Vzduchotechnika je vedena v prostoru za pojízdnou dráhou jeřábu ze strany vtoku do MVE. Každý generátor má odsávání teplého vzduchu. Přívod studeného vzduchu je veden prostupem v ochozu strojovny (140,90 m n.m.) a je vyústěn u výstupu ze schodiště na prostor podlahy strojovny.

Celá konstrukce stavby je provedena z vodostavebného betonu C 30/37 a je založena na skalním podloží tvořeném slínovci. Základová spára spodní stavby (mimo jímky prosáklé vody a odlučovače ropných látek) leží na kótě cca 135,40 m n.m.

Povrch stěn a stropů všech vnitřních prostor je proveden z pohledového betonu s hladkým povrchem opatřený nátěrem bílé barvy.

Veškeré podlahy budou opatřeny keramickou dlažbou. Ve spodní stavbě jsou podél obvodových stěn (po šířce strojovny), respektive poblíž schodišť (po kratší straně strojovny) vedeny odvodňovací žlábkové svedené do sběrné jímky a odlučovače ropných látek.

Veškerá zábradlí budou ocelová v provedení pozink.

Vzhledem k automatickému provozu s občasným dohledem není MVE vybavena sociálním zařízením.

Stavba budovy strojovny MVE bude vybudována pod ochranou dvojitého jímek ze štětových stěn.

VARIANTA 2

Hlavním rozdílem oproti variantě 1 je nový prostor po celé šířce strojovny, který je navržen nad savkami turbín. Do tohoto prostoru budou vloženy skříně rozvaděčů, je zde prostor pro obsluhu. Kóta podlahy tohoto prostoru je 140,50 m n.m., a plní také funkci přístupu do nižších podlaží (na strop proplachovacího kanálu ve svém středu – 139,10 m n.m., a po obou stranách schodištěm na podlahu strojovny k turbínám – 136,50 m n.m.). Samotný prostor je přístupný schodišti z plošin (podlaha na úrovni 141,70 m n.m.) , do kterých je zaústěna revizní chodba jezového pole, a které jsou dostatečně velké pro manipulaci dopravovaných prvků z velínu jezu revizní chodbou (např. generátoru) pomocí jeřábu umístěného ve strojovně. Tyto plošiny jsou opatřeny demontovatelným zábradlím. Prostor v blízkosti jezového pilíře je dimenzován skromněji než u první varianty, jedná se pouze o průchod ze strojovny do duté části pilíře.

A.4.5.3.SO 3 – Výtokový objekt

Výtokový objekt je u obou variant stejný. Navazuje bezprostředně na výtok ze savek turbín ze spodní stavby MVE. Jeho provedení je stejné jako u vtokového objektu – jedná se o svislé boční zdi (podzemní pilotová stěna), mezi nimiž vede dno výtokového objektu ve sklonu asi 1:3.

Ohned za savkami turbín je ponechána rovná plocha o délce cca 2,4 m, ve které jsou osazeny dosedací prahy provizorního hrazení proti dolní vodě jednotlivých turbín a proplachovacího kanálu. Tato rovná plocha je od skloněného dna výtokového objektu oddělena netěsněnou dilatační spárou, která je vedena i svislými bočními zdmi.

Výtokový práh má kótu 143,30 m n.m. odpovídající kótě dnešního dna vývaru jezu. Objekt bude proveden z vodostavebného železobetonu C 30/37 a bude vybudován pod ochranou dvojitých jímek ze štětových stěn. Za výtokovým prahem bude proveden nový těžký kamenný zához v délce cca 6 m.

A.4.5.4.SO 4 – Stavební elektroinstalace

V rámci stavební elektroinstalace budou řešeny zásuvkové obvody, vnitřní osvětlení, nouzové osvětlení, ovládání vzduchotechniky, uzemnění a ochrana před bleskem. Napájení stavební elektroinstalace bude realizováno z rozvaděče vlastní spotřeby. Stavební instalace bude provedena stejně v obou variantách.

A.4.5.5.SO 5 – Úpravy v nadjezí

Úpravy v nadjezí spočívají i přes požadavek nezasahovat do historických nábrežních zdí v jejich mírném ubourání, a to v délce asi 3,7 m pro potřeby zavazovacího křídla břehového pilíře ve variantě 1, a zhruba 0,5 m ve variantě 2. Nicméně zásah je v porovnání s variantou elektrárny na obtoku [4] minimální. (viz.příloha E – Obr.6)

V projektu se počítá s odstraněním sedimentů v nadjezí o mocnosti zhruba 0,5 metru z úrovně 145,50 m n.m.

A.4.5.6.SO 6 – Úpravy v podjezí

Úpravy v podjezí spočívají ve vybourání stávající betonové / železobetonové desky vývaru jezu včetně rozražečů v rámci pravého jezového pole. Dále se počítá s provedením úprav dna řeky v podjezí spočívající v odtěžení nánosů (možný výskyt štěrkových lavic) [6]. S těmito úpravami se počítá v obou navrhovaných variantách.

A.4.5.7.SO 7 – Kabelová přípojka

Vzhledem k instalovanému výkonu je uvažováno vyvedení výkonu do stávajícího objektu trafostanice v areálu firmy Dyntec Pro Terežín s.r.o. [4] (viz. příloha E – Obr.7) u obou navržených variant.

Vyvedení výkonu bude realizováno pomocí kabelové přípojky. Detaily zaústění kabelové přípojky VN do distribuční sítě budou upřesněny na základě vyjádření ČEZ – distribuce.

A.4.5.8.SO 8 – Venkovní kabelové rozvody

V rámci obou variant projektu MVE by mělo být řešeno jak napájecí, tak signalizační datové propojení mezi objektem MVE a stávajícími objekty jezu a správní budovy závodu Terežín.

A.4.5.9.SO 9 – Venkovní úpravy

Venkovní úpravy jsou minimální, jedná se pouze o vybudování prostoru pro kontejner na shrabky, včetně rampy pro nájezd k němu a natáhnutí na přepravník kontejnerů z prostoru stávajícího parkoviště vedle velína jezu. Tento prostor bude zpevněn asfaltobetonem. (příloha E – Obr.8) Také je třeba vybudovat zpevněnou plochu pro sklad provizorního hrazení výtoků. U každé varianty je umístění kontejneru na shrabky na jiném místě, což je dáno pojezdem čistícího stroje.

Na břehu v prostoru nátokového a výtokového objektu je vedle stávající nábrežní zdi navrženo ochranné ocelové zábradlí v pozinkovaném provedení.

A.4.5.10.SO 10 – Demolice stávajících objektů

VARIANTA 1

V rámci této varianty se počítá s demolicí vývaru jezu v pravém jezovém poli. Odstraněný materiál bude odvážen nákladními auty na skládku stavebního odpadu.

VARIANTA 2

V rámci této varianty je třeba provést kompletní demolici pravého jezového pole, což s sebou ponese podstatné finanční náklady. Po zajímavování stavby bude provedeno dočasné odstranění klapky včetně jejího ovládání, přeložku všech sítí vedoucích jezovým polem, především ovládáním sousedních klapek. Poté bude přikročeno k demolici jezového pole, odvoz materiálu bude proveden pomocí nákladní automobilové dopravy přístupovou rampou (viz. příloha E – Obr.9) na nejbližší skládku.

A.4.6. TECHNOLOGICKÁ ČÁST STROJNÍ A ELEKTRO – VARIANTA 1 A 2

MVE bude vybudována v prostoru pravého břehového pole stávajícího jezu. Technologická část strojní i elektro je provedena shodně u obou navržených variant. Vzhledem k dispozici stávajících objektů jezu a terénu, ekonomické efektivnosti a stavební náročnosti bylo navrženo technické řešení s použitím třílopatkových Kaplanových přímoproudých blokových turbín s kuželovým převodem na vertikální generátor. Vzhledem k vysokým hodnotám jednotkových průtoků se turbíny vyznačují vysokou hltností při relativně malých průměrech oběžného kola. Výkonové a rozměrové parametry turbíny byly převzaty z informačních katalogů výrobců. [7]

A.4.6.1.PS 1 – MVE – Strojní část

Vtoky do turbín budou osazeny jemnými česlemi, které budou čištěny plnoautomatickým lanovým čistícím strojem. Shrabky bude čistící stroj odvážet na břeh a ukládat do standardního kontejneru (3,5x2x0,8 m, objem 5 m³ shrabků). Ve variantě 1 čistící stroj pojíždí po rovné dráze, u varianty 2 se musí vyhnout velínu jezu, čehož je docíleno zaoblením o poloměru cca 10m.

Vtoky je možné uzavřít provozními uzávěry, jedná se o tabulové uzávěry ovládané hydromotorem osazeným za tabulí v její ose. Nad vtok do elektrárny bude osazen elektronický odpuzovač ryb.

Ve strojovně MVE budou instalována čtyři soustrojí s Kaplanovými horizontálními, přímoproudými, plně regulovatelnými turbínami s průměrem oběžného kola 1,2 m, charakteristiky viz. Obr. 3.

Turbíny budou pohánět vertikální synchronní generátory přes kuželové převodovky. Turbíny budou plně regulované s rozváděcími koly sloužícími dočasně jako provozní uzávěry. Vlastní přímoproudé Kaplanovy turbíny jsou navrženy s automatickou regulací oběžného kola i rozváděcího kola.

Základní parametry soustrojí:

- | | | | |
|--------------------|--------------|-----------|------------------------------------|
| • Počet strojů | 4 | | |
| • Průměr OK | D | 1200 | (mm) |
| • Rozsah spádů | H | 2,2 – 3,2 | (m) |
| • Maximální průtok | $Q_{t \max}$ | 8,75 | (m ³ .s ⁻¹) |

Olejové náplně budou chlazeny vzduchem nebo vodou v uzavřeném okruhu, což významně snižuje riziko ekologické havárie. V zimním období bude teplo z chladičů využito pro vytápění budovy. V podlaze strojovny bude dále instalována jímka prosáklé vody s předsazeným odlučovačem ropných látek.

MVE je navržena jako plně automatická. Automatika soustrojí bude zajišťovat snímání všech potřebných veličin soustrojí, ovládat pomocné pohony a akční členy soustrojí, a zajišťovat automatické pochody (spouštění, odstavování, havarijní odstavování).

Montáž a demontáž technologie bude umožněna otvorem ve střeše krytým vodotěsným poklopem. Pro montáž zařízení ve strojovně slouží jeřáb pojízdný po šířce strojovny.

Vtok do turbín je možné provozně zahradit pomocí tabulového rychlouzávěru ovládaného hydraulicky. Vtok do proplachovacího kanálu je možné provozně zahradit pomocí skříňového tabulového rychlouzávěru. Výtok ze savek turbín i proplachovacího kanálu je možné provizorně zahradit hradicemi tabulemi. Manipulace s tabulemi bude prováděna pomocí autojeřábu za pomoci potápěče.

Obr. 3 - Charakteristiky turbín v závislosti na průměru OK [7]

A.4.6.2.PS 2 – MVE – Elektro část

Technologická část elektro bude navržena tak, aby byla zajištěna automatická činnost elektrárny.

Základní technické údaje

- Počet generátorů 4
- Typ generátoru synchronní

V provozní místnosti bude umístěno 12 manipulačních rozvaděčů soustrojí (pro každou turbínu připadají 3 rozvaděče). Na dveřích skříní budou osazeny grafické komunikační terminály s dotykovou obrazovkou. Pomocí těchto panelů bude možné základní monitorování a povelování daného soustrojí a jeho pomocných zařízení včetně nastavení parametrů regulace a detailní poruchové signalizace.

Dále se změní systém napájení provozní budovy a jezu – po uvedení elektrárny do provozu bude jako základní napájecí místo figurovat elektrárna. Stávající napěťový přívod provozní budovy bude odpojen, zůstane však zachován pro případ poruchy či odstavení elektrárny z provozu.

Plnohodnotné ovládání, detailní monitorování včetně vizualizace technologie MVE a jezu, a dále poruchová signalizace bude možné provádět i ze stávajícího velína jezu, k čemuž bude osazena příslušná potřebná technologie.

A.4.7. ZÁBOR POZEMKŮ

Staveniště bude celé umístěno v korytě toku řeky Ohře, pozemky v jejím okolí tedy nebudou potřeba.

Ke sjezdu do staveniště bude použit stávající panelový sjezd, umístěný asi 40 metrů před vjezdem do areálu Terezín s.p. Povodí Ohře. Sjezd je osazen dvoukřídlovou bránou. (viz. příloha E – Obr.1, Obr.9)

Co se týče pozemků na pravém břehu Ohře v areálu Terezín s.p. Povodí Ohře, bude potřeba instalovat čisticí stroj před velínem, upravit terén a vytvořit nájezd pro odvoz kontejneru na shrabky. Dotčené pozemky jsou ve vlastnictví Povodí Ohře s.p.

Zařízení staveniště bude instalováno na pozemku 430/1 ve vlastnictví Povodí Ohře s.p. (ostatní plocha – momentálně parkoviště).

Stavba si nevyžádá trvalé ani dočasné zábory zemědělské nebo lesní půdy.

A.4.8. VLIV STAVBY A PROVOZU NA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Realizací výstavby nové MVE Terezín nedojde ke zhoršení životního prostředí. Stavba se nenachází v blízkosti obytných budov a nebude svým provozem negativně ovlivňovat svoje okolí. Při svém provozu nebude mít nároky na odběr energií, na vlastní spotřebu vody ani na zatěžování dopravní infrastruktury. Veškerá prosáklá voda z MVE se přivádí do jímky prosáklé vody. Před jímkou je umístěn sorpční odlučovač ropných látek. Případná nadměrná koncentrace ropných látek v jímce je signalizována pomocí čidla. Na vtoku do MVE bude instalováno zařízení pro odpuzování ryb.

Je potřeba připomenout, že výroba "čisté" elektrické energie v MVE má ze všech současných nejrozšířenějších energetických zdrojů nejmenší dopady na životní prostředí, neboť je prakticky bezodpadovou technologií. MVE vodu nespotebovává, voda je ihned po předání energie turbínám vrácena do toku. Stavba není zdrojem znečištění ovzduší, ani zdrojem odpadních vod. Z tohoto hlediska je jí třeba i ze strany státních orgánů co nejvíce podporovat, zvláště s ohledem na členství ČR v EU. [4]

Ze směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/28/ES ze dne 23. Dubna 2009 o podpoře a využívání energie z obnovitelných zdrojů vyplývá pro Českou Republiku požadavek ke splnění minimálně 13 % podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě a zároveň minimálně 10 % podíl obnovitelných zdrojů v dopravě v roce 2020. [8] MVE Terezín je jednou ze staveb, která přispěje ke splnění tohoto úkolu. Z hlediska ekologického je stavba přínosem jako zdroj elektrické energie bez negativních vlivů na životní prostředí, jehož zdrojem je stálý přírodní hydroenergetický potenciál, bez nároku na těžené suroviny, dopravu a bez produkce odpadních látek.

A.5. PODMIŇUJÍCÍ PŘEDPOKLADY

A.5.1. NÁROKY STAVBY

A.5.1.1. Vodní hospodářství

Pro výrobu elektrické energie v MVE se využívá povrchové vody z řeky Ohře na jezu Terezín, která je ihned po předání svého hydroenergetického potenciálu navracena zpátky do řeky. Maximální průtočné množství, které je MVE schopna zpracovat, činí $Q_T = 35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Při provozu se žádná voda nespotebovává. Prosáklá voda do prostoru MVE prochází přes sorpční odlučovač ropných látek do jímky osazené ponorným čerpadlem, odkud je vyčerpána do prostoru jezové zdrže přes dutý pilíř. Výtláčné potrubí je navrženo tak, aby fungovalo i za průtoku velké vody.

MVE není vybavena sociálním zařízením, takže do objektu není přivedena užitková voda ani odváděna voda splašková.

A.5.1.2.Energie

Nově zřízená kabelová přípojka bude vyvedena do stávajícího objektu trafostanice v prostoru závodu Dyntec Pro Terezín s.r.o. [4] (viz. příloha E – Obr.7)

Vlastní spotřeba MVE je zajištěna z nn obvodů elektrárny, stejně jako osvětlení strojovny. Energie pro vytápění strojovny MVE v zimním období je získávána přímo z odpadního tepla generátorů. Strojovna je vybavena vzduchotechnickým zařízením s regulací termostatem. Pro temperování v případě odstávky MVE budou ve strojovně umístěny nástěnné přímotopné elektrické konvektory.

A.5.1.3.Doprava

Dopravní nároky při provozu MVE jsou minimální a soustřeďují se prakticky pouze na odvoz kontejneru se shrabky od čistícího stroje. Četnost odvozu bude různá v závislosti na ročním období a průtočných stavech v korytě řeky.

A.5.1.4.Likvidace odpadů

Prakticky jediným odpadem, který vzniká při provozu MVE jsou shrabky z česlí stírané pomocí lanového čistícího stroje, který je ukládá do kontejneru. Shrabky z česlí budou tříděny. Organické hmoty budou kompostovány, dřevo bude využíváno na palivo a ostatní hmoty budou ukládány do kontejneru dopravce komunálního odpadu a odváženy na skládku.

A.5.1.5.Napojení stavby a přeložky stávajících sítí

MVE bude napojena do distribuční sítě ČEZ a.s. ve stávajícím objektu trafostanice v areálu firmy Dyntec Pro Terezín s.r.o. [4] (viz. příloha E – Obr.7)

Vzhledem k velikosti a bezobslužnému provozu není v MVE navrženo sociální zařízení, takže není nutno řešit připojení na vodovod a kanalizaci. Obsluha bude využívat sociální zařízení ve stávající provozní budově. Příjezd k MVE pro případné opravy a revize bude umožněn ze stávající upravené místní komunikace a nádvoří.

A.5.1.6.Vyvolané a související investice

Stavba MVE nevyvolá ani není podmíněna realizací žádné související investice.

A.5.1.7.Počet pracovníků

Vybudováním MVE nevznikne nárok na zvýšení počtu pracovních sil, neboť MVE je koncipována jako bezobslužná. Občasný dohled, kontrolu chodu zařízení, nezbytnou údržbu a drobné opravy bude provádět obsluha VD Terezín, je uvažováno s polovičním úvazkem jedné osoby.

A.5.2. OCHRANNÁ PÁSMA, CHRÁNĚNÁ A ZÁTOPOVÁ ÚZEMÍ

V obvodu staveniště se nenachází žádné chráněné území. Celý objekt se nachází v záplavovém území, jelikož leží přímo ve vodním toku. Hladina HQ₁₀₀ v nadjezí leží na kótě 150,75 m n.m., hladina HQ₁₀ na kótě 148,87 m n.m.

Objekt strojovny je řešen jako vodotěsný, přeléváný, voda do něj může vstoupit pouze z revizní chodby jezu, která je vyvedena na povrch ve velíně jezu na pravém břehu na kótě kolem 151,00 m n.m., či nově postaveným dutým pilířem předsazeným pilíři původnímu v toku Ohře na levé straně pravého jezového pole, který má kótu vrcholu 151,25 m n.m, a vstup do jeho dutého prostoru je navíc chráněn poklopem. Z těchto údajů je patrné, že ani při povodňových průtocích nehrozí nebezpečí zatopení objektu strojovny.

Vodní tok řeky Ohře je začleněn do evropsky významných lokalit soustavy NATURA 2000 Dolní Ohře. [4]

A.5.3. OCHRANA STAVBY PŘED ŠKODLIVÝMI VLIVY A ÚČINKY

Stavba je po své realizaci vystavena prakticky jedinému nebezpečí, a to je zatopení při průtocích extrémně velkých povodňových vod.

Celá konstrukce elektrárny je provedena jako vodotěsná, přeléváná, zatopení hrozí pouze přístupovými prostory při dosažení HQ vyšší než 151,00 m n.m. (HQ₁₀₀=150,75 m n.m.).

Veškeré prostupy kabelů a potrubí budou provedeny buď nad úrovní referenční hladiny na kótě 151,00 m n.m. nebo pomocí tlakových vodotěsných průchodek.

A.6. PROVÁDĚNÍ STAVBY

A.6.1. ROZSAH A USPOŘÁDÁNÍ STAVENIŠTĚ

Plocha staveniště se nachází v toku Ohře – v pravém jezovém poli stávající konstrukce jezu Terezín, v jeho nadjezí i podjezí. Obvod staveniště včetně prostor nutných pro realizaci stavby bude určen v další fázi projektové dokumentace po přesném stanovení postupu provádění.

Plocha pro zařízení staveniště se předpokládá na pozemku 430/1 ve vlastnictví Povodí Ohře s.p. (ostatní plocha – momentálně parkoviště).

Předepsaný beton třídy C 30/37 bude na stavbu dovážen v domíchávačích.

Přívod elektrické energie se předpokládá ze stávajícího provozního objektu Povodí Ohře s.p.

Zřízení vodovodní a kanalizační přípojky pro účely ZS se nepředpokládá. Příjezd na staveniště bude možný po stávajícím panelovém sjezdu, umístěném asi 40 metrů před vjezdem do areálu Terezín s.p. Povodí Ohře.

A.6.2. PROVÁDĚNÍ STAVBY

Před provedením stavby není potřeba kromě instalace zařízení staveniště žádné přípravné činnosti.

Založení stavby bude provedeno pod ochranou dvojitých jímek ze štětovic. Musí být navržena správná koruna jímek, jelikož se jedná o jímky v toku, může se zde vyskytnout ovlivnění hladiny například vlnami. Návrh by pravděpodobně mohl odpovídat zhruba HQ_5 , které je za stávajících podmínek na úrovni 148,87 m n.m. Při průchodu větších průtoků je také potřeba uvažovat s tím, že během výstavby zůstávají funkční pouze 2 jezová pole, je tedy výrazně ovlivněna kapacita průtočného profilu.

V další fázi projektu je potřeba vyřešit technologii stavby svislých stěn nátokové a výtokové části, v této fázi se jeví jako vhodná technologie pilotová podzemní stěna.

Založení stavby a její další provádění bude v každém případě při zachování provozu vodního díla Terezín velice komplikované, a to obzvláště s ohledem zajištění stability obou dotčených pilířů jezu. Stavba strojovny se nachází v jejich těsné blízkosti, a její hloubka výrazně převyšuje základovou spáru pilířů i vlastního jezového pole (o cca 5, respektive v případě pilíře v řece 6 metrů). Proto doporučuji provést podrobný projekt na stabilizaci jezových pilířů v průběhu výstavby MVE Terezín.

Doprava materiálů a odvoz přebytečné zeminy a horniny z výkopů bude prováděn s využitím silniční dopravy a deponován na skládce. Beton pro železobetonové konstrukce bude dovážěn v domíchávačích.

Jednotlivé díly strojní části technologie budou osazovány do zálivek. Po dobudování spodní stavby MVE bude provedena finální montáž strojní a elektro části. Po dokončení montáže turbín a provozním zahrazení vtoků a výtoků bude provedeno zrušení jímek v horní a dolní vodě (štětové stěny budou odřezány a odstraněny).

Po dokončení všech prací na stavebních objektech budou odstraněny objekty zařízení staveniště.

A.7. ZÁVĚR A DISKUZE VÝSLEDKŮ

V diplomové práci jsou uvedena dvě řešení, avšak během procesu navrhování bylo posuzováno mnoho technických provedení jak stavby samotné, tak jednotlivých technologických prvků.

Stavba v jezovém korytě vyplynula z požadavku zadání nezasahovat do břehových zdí. Dalším požadavkem bylo neovlivnění průtočného profilu a ponechání možnosti manipulace se všemi jezovými poli, tudíž strojovna přelévaná s klapkou osazenou na střeše se jeví jako vhodná volba.

Co se týče návrhu průtočného množství vody elektrárnou, snaha o jeho maximalizaci je omezena hranicí udávanou povolením o nakládání s vodami o výši $35 \text{ m}^3/\text{s}$. Tato hodnota byla převzata jako návrhový průtok pro MVE. Přímoproudé Kaplanovy turbíny byly voleny z důvodu minimalizace stavební výšky a vhodnosti, co se týče průtoků a spádů v lokalitě. Nejprve byly uvažovány dvě turbíny o průměru

oběžného kola zhruba $D=1,90$ m. Jezové pole, ve kterém je elektrárna řešena, je široké zhruba 22 metrů, a při úvaze strojovny přes celou šířku pole by její podstatná část zůstala nevyužita. Řešením by bylo umístění strojovny do části pole (zřejmě osově do středu) a vybourání pouze části stávajícího jezového pole. Výhodou by byl odstup od krajních pilířů a tedy lepší zabezpečení proti jakémukoliv nežádanému pohybu této konstrukce. Nevýhodou by bylo větší zahloubení než v případě variant dále řešených o menším průměru oběžného kola. Varianta s využitím celé šířky strojovny nahrazující pravé jezové pole vyhovovala nejlépe návrhu čtyř soustrojí. Při použití stejné velikosti turbín se jedná o přímoproudé Kaplanovy turbíny o průměru oběžného kola $D=1,2$ m.

Tvar strojovny vyplynul v obou navržených variantách ze stavebního způsobu řešení. Za pomoci použitých podkladů [9] [10] [11] byl navrhnout způsob řešení ve formě přelévané jezové vodní elektrárny. Úvaha také proběhla nad možným vylepšením produkce elektrické energie pomocí tzv. ejekčního účinku, kdy za vyšších průtoků voda přepadající přes hradicí konstrukci (zde klapka) snižuje hladinu dolní vody, čímž zvyšuje spád [9] [10]. K tomuto efektu je třeba vytvořit výhodný tvar přelivné konstrukce. Nakonec nebyl ejekční účinek zohledněn, jelikož by kvůli uzpůsobení tvaru přelivné konstrukce nebylo možné zachovat stávající systém provizorního hrazení proti dolní vodě. Navíc by z důvodu malému rozdílu hladin v lokalitě byl ejekční účinek zřejmě minimální - za vyšších průtoků zde dochází k vyrovnávání mezi hladinou horní a dolní vody. Úspora nákladů za provizorní hrazení tedy zřejmě převyšuje praktický význam ejekce co se týče zvýšení produkce výroby elektrické energie.

U přelévaných elektráren je problematické zejména řešení provizorního hrazení, provozních uzávěrů a čistícího stroje.

Provizorní hrazení klapky je vyřešeno úpravou stávajícího systému hrazení (ocelové slupice s lávkou a hradla). Hrazení proti horní vodě je potřeba posunout proti směru toku, s čímž souvisí prodloužení pilířů na obou stranách jezového pole. Slupice s hradly se upraví pro zmenšenou hrazenou výšku, do pilířů jsou navrženy úchyty pro usazení opěr manipulačních lávek provizorního hrazení. Hrazení proti spodní vodě zůstává na svém místě, není na něm potřeba žádných úprav.

Provozní uzávěry jsou navrženy jako tabulové uzávěry ovládané hydromotory, jde tedy o provozně příznivou variantu schopnou rychle zareagovat uzavřením nátoků do turbín při poptávce o odstavení elektrárny. Hydromotory jsou umístěny v komorách přístupných ze strojovny po jejich uzavření, za normálních podmínek jsou tyto komory ale plně zatopené, z čehož vychází podmínka důkladného řešení hydrauliky, co se týče spolehlivosti a těsnosti. Provozní uzávěry plní také funkci provizorního zahrazení, nevýhodou je nemožnost dostat se do prostoru jemných česlí, které jsou umístěny před uzávěry. Za normálních okolností by to však nemělo být třeba, přístup se dá řešit potápěčem či nouzově vypuštěním celé jezové zdrže a nátoků k elektrárně.

Alternativou může být například použití portálového hrazení spouštěného pomocí autojeřábu (či čistícího stroje) po šikmé ploše čela elektrárny, tudíž včetně zahrazení česlí. Provozně je však tato

varianta nevyhovující z důvodu komplikované instalace hrazení, tudíž by bylo použito pouze v případě delšího zahrazení některého vtoku, a funkci rychlého zahrazení turbíny by přebíraly lopatky rozváděcího kola turbín.

Čisticí stroj byl navržen z podkladů firmy Künz, jedná se o lanový čisticí stroj, který má možnost se přesunout do prostoru mimo říční koryto a žádným způsobem nezasahovat do průtoku ani velkých vod. Problematickým se jeví úkol překlenout celé jezové pole bez instalace podpor, tato problematika by měla být řešena s dodavatelem strojního zařízení.

Strojovnu je v jejím středu navržen proplachovací kanál, jehož účinnost, především kapacitu a sklon prahu k němu splaveniny vedoucím, by měl být prověřen experimentálním výzkumem. Modelový výzkum na podobný projekt proběhl v historii v laboratoři v Kníničkách patřící VUT FAST pro projekt vodního díla Gries na řece Salzach v Rakousku, ze kterého se dá při návrhu částečně vycházet. [9]

Co se týče převedení velkých průtoků přes pravé jezové pole náležící elektrárně, je třeba uvažovat s částečně sníženou kapacitou profilu, a to z důvodů změny tvaru přelivné plochy. Nynější stav je tvořen nízkým prahem ve dně (ve tvaru Jamborova prahu), který vzniká sklopením klapky do jezové konstrukce. Jelikož je strop strojovny navržen až na kótu 145,40 m n.m. odpovídající nejvyššímu bodu jezové konstrukce, dochází při sklopení klapky k přepadu přes širokou korunu. Dochází tedy ke snížení přepadového součinitele. Zavzdušnění přepadového paprsku je provedeno zavzdušněním klapky, nemělo by tedy docházet k nepříznivým účinkům sledovaným u přepadu přes širokou korunu, jako je například pulzace a vibrace. [12]

Porovnání obou navrhovaných alternativ je v této fázi projektu těžké posoudit. Sanace stávajícího jezového pole se stavbou savek prováděnou pod ním (varianta 1) vyjde pravděpodobně finančně i svou náročností díky náročným procesům zakládání a sanace velice podobně jako u konkurenční varianty 2. Tam je naopak třeba odstranit celé jezové pole, což si vyžádá nemalé finanční náklady, a postavit strojovnu MVE místo něj. Varianta 2 se však jeví jako technicky schůdnější.

Pro projekt bylo provedeno ekonomické vyhodnocení MVE.

NENÍ VEŘEJNOU SOUČÁSTÍ PRÁCE

Při porovnání variant navržených v této diplomové práci s variantou MVE na obtoku [4] dojdeme k výsledku, že elektrárna na obtoku je co se výstavby týče proveditelnější, a pravděpodobně také ekonomičtější. Provoz varianty na obtoku je také nezanedbatelně jednodušší, než u varianty kompletně pod vodou, u které každá manipulace mimo strojovnu obnáší složité zahrazení. Varianta na obtoku bohužel narazila na odpor orgánů památkové ochrany a není s ní do budoucna uvažováno. Za tohoto stavu, kdy je hydroenergetický potenciál jezu v Terezíně nevyužit, je jistě lepší (i přes finanční a technické obtížnosti) pokusit se o alternativní projekt, jakým může být jedna z variant zpracovaná v diplomové práci. Obě varianty jsou technicky proveditelné, a obě varianty se s použitím uvedených ekonomických vyhodnocení zdají být ekonomicky výhodné, obzvláště v případě udělení státní dotace.

V Brně dne

Seznam zkratk:

ČHMÚ	Český Hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
DN	jmenovitý průměr
ERÚ	Energetický regulační úřad
EU	Evropská Unie
MVE	malá vodní elektrárna
NN	nízké napětí
VD	vodní dílo
s.p.	státní podnik

Seznam obrázků:

Obr. 1 - Čáry překročení průtoků, odběrů a spádů	8
Obr. 2 - Čára překročení výkonů a součtová čára roční výroby el. energie	8
Obr. 3 - Charakteristiky turbín v závislosti na průměru OK [7].....	19

Seznam tabulek:

Tab. 1 - Základní hydrologické údaje [1]	7
Tab. 2 - Výpočet průměrné roční výroby elektrické energie	8