

A. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Obsah :

- A.1. Úvod
- A.2. Podklady
- A.3. Údaje o vodním díle, výpustích a MVE
 - A.3.1. Základní údaje o vodním díle
 - A.3.2. Základní údaje o výpustích
 - A.3.3. Popis a parametry stávající MVE
- A.4. Parametry lokality pro energetické využití
 - A.4.1. Průtoky
 - A.4.2. Hladiny a spády
- A.5. Návrh variant nového zařízení MVE
 - A.5.1. Zásady koncepce, navržené varianty
 - A.5.2. Varianta 1 - turbína Francis + čerpadlová turbína ve strojovně SV
 - A.5.3. Varianta 2 – turbína Pelton v samostatné strojovně + čerpadlová turbína ve strojovně SV
 - A.5.4. Varianta 3 - tři čerpadlové turbíny různých velikostí ve strojovně SV
 - A.5.5. Varianta 4 – turbína Francis ve strojovně SV + turbína Pelton v samostatné strojovně
 - A.5.6. Varianta 5 – větší a menší turbína Francis ve strojovně SV
 - A.5.7. Varianta 5A – větší a menší turbína Francis ve strojovně SV - modifikace
- A.6. Provoz MVE, organizace výstavby
 - A.6.1. Provoz MVE
 - A.6.2. Postup výstavby
 - A.6.3. Orientační délky trvání činností při výstavbě
- A.7. Porovnání variant, závěry a doporučení
 - A.7.1. Srovnávací tabulka variant
 - A.7.2. Závěry a doporučení

A.1. ÚVOD

Studie byla vypracována na základě smlouvy o dílo č. objednatele: PM 62328/2016 – 504 uzavřené dne 25.10.2017 mezi objednatelem Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 11, 602 00 Brno a zhotovitelem Ing. Jaromírem Florianem, Jasanová 30, 678 01 Blansko.

Cílem této studie je variantní návrh instalace nového technologického zařízení MVE a výběr nejvhodnější varianty technického řešení MVE.

Studie je zpracována výhradně pro interní potřeby objednatele.

Poznámka : Všechny výškové kóty ve studii jsou ve výškovém systému Balt po vyrovnání.

A.2. PODKLADY

- /1/ Obhlídky lokality v průběhu zpracování studie
- /2/ „VD Boskovice – rekonstrukce, zvýšení bezpečnosti VD za povodní“, DPS, zpracovatel AQUATIS, a.s., Botanická 834/56, 602 00 Brno, datum září 2016.
- /3/ Manipulační řád pro přehradu Boskovice, zpracovatel Povodí Moravy s.p., vodohospodářský dispečink, schválen 10.3.2009, platnost do 31.3.2019.
- /4/ Údaje o hladinách v nádrži VD Boskovice, přítocích a odtocích z let 2000 – 2017, zaslal Ing.Krejčí, datum 7.12.2017.
- /5/ „Zásobení Blanenska pitnou vodou II. stavba – VD Boskovice. Obj.č.0300-2.část-Odběr a výp.zařízení. Bet konstrukce pro převedení vody“, zpracovatel Hydroprojekt Brno, březen 1986.
- /6/ „VD Boskovice. Základová výpust a vodárenský odběr. Vtokový objekt-štola-výtakový objekt. PP strojně-hydraulické části“, zpracovatel ČKD Blansko, září 1985.
- /7/ MVE Boskovice, PP turbosoustrojí, zpracovatel SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, datum neuvedeno.
- /8/ „VD Boskovice - rekonstrukce MVE, studie“, zpracovatel Vodotika a.s., květen 2016.
- /9/ Podklady od výrobců zařízení (katalogy, výkresy, konzultace, nabídky)
- /10/ Projednání koncepce s objednatelem během zpracování studie
- /11/ Cena el.energie pro studii MVE Luhačovice – zaslal p.Novoměstský e-mailem, datum 12.12.2016
- /12/ Geodetické podklady, zpracovatel AQUATIS, a.s., 27.11.2015.
- /13/ Zadání rozsahu díla, zpracovatel Povodí Moravy, datum neuvedeno.

A.3. ÚDAJE O VODNÍM DÍLE, VÝPUSTÍCH A MVE

A.3.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VODNÍM DÍLE

Vzdouvací objekt vodního díla tvoří zemní sypaná hráz vybudovaná v km 7,4 toku Bělá. Při pravém břehu nádrže před hrází je vybudována odběrná věž s uzávěry, která je propojena ocelovým potrubím vedoucím štolou v tělese hráze s výpustným objektem, tvořeným strojovnou výpustí a vývarem.

Vodní dílo bylo vybudováno jako zdroj pitné vody, v současné době je odběr vody pro vodárenské účely zastaven, vodohospodářské řešení je přizpůsobeno zlepšení transformačního účinku nádrže a využití vodní energie v MVE ve strojovně spodních výpustí (SV). V budoucnosti lze předpokládat obnovení vodárenského odběru z nádrže.

Hlavní parametry vodního díla :

- průměrný roční průtok pod přehradou /2/ 0,356 m³/s
- minimální průtok pod nádrží 0,034 m³/s

• kóta max. hladiny zásobního prostoru	430,00 m n.m.
• zatopená plocha při max. zásobní hladině	52,2 ha
• objem nádrže při max. zásobní hladině	6 152 300 m ³
• kóta koruny hráze	432,50 m n.m.
• kóta přelivné hrany bezpečnostního přelivu	430,00 m n.m.
• délka hráze v koruně	305 m
• výška hráze nad dnem údolí	42,5 m

A.3.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VÝPUSTÍCH

-Popis

Dvě spodní výpusti umístěné vedle sebe se nacházejí v dolní části tělesa hráze. Vtoky do výpustí jsou umístěny u dna věže. Výpust sestává z česlicového rámu, návodního uzávěru a revizního uzávěru ve věži, z potrubí výpusti ve štole, z regulačního uzávěru, asanačního potrubí a potrubí vodárenských odběrů ve strojovně SV a z vývaru SV.

Návodním uzávěrem každé výpusti je stavidlová tabule ovládaná el. kladkostrojím ze strojovny věže. Revizním uzávěrem je hradidlová tabule ovládaná el. kladkostrojem ze strojovny věže.

Potrubí každé výpusti je ocelové svařované, uložené na betonových bločcích ve štole.

Regulačním provozním uzávěrem každé výpusti je kuželový uzávěr ovládaný elektrickým servopohonem, umístěný ve strojovně SV. Na levou SV je napojeno asanační potrubí, na pravou SV je připojena místo asanačního potrubí malá vodní turbína. Na obě potrubí SV jsou připojeny ve strojovně potrubí vodárenských odběrů. Obě potrubí SV, asanační potrubí a výtok z turbíny jsou vyústěny do vývaru za strojovnou.

- Hlavní parametry :

- Spodní výpusti

• počet spodních výpustí	2
• materiál potrubí	ocel
• jmenovitá světlost výpustí	DN 800
• délka potrubí 1 výpusti	cca 195 m
• maximální kapacita 1 výpusti	4 m ³ /s (při hl.430,00 m n.m.)
• kóta osy potrubí na výtoku	390,00 m n.m.
• osová vzdálenost potrubí	1900 mm
• česlicové pruty rozteč, profil	90 mm, 100 x 10 mm

- Asanační výpust'

• materiál potrubí	ocel
• jmenovitá světlost výpustí	DN 200
• délka potrubí	cca 7 m
• maximální kapacita (naměřená hodnota)	0,13 m ³ /s (při hl.430,00 m n.m.)

- Vývar

• hloubka vývaru	2,5 m
• délka vývaru	22,9 m
• kóta dna vývaru	383,47 m n.m.
• kóta závěrečného prahu	385,97 m n.m.

A.3.3. POPIS A PARAMETRY STÁVAJÍCÍ MVE

- Popis

Technologické zařízení existující MVE se nachází v prostorách strojovny spodních výpustí VD. Světélle půdorysné rozměry strojovny jsou 13 x 7 m, podlaha potrubí je na kótě 389,00, světélá výška od podlahy ke stropu je 8,1 m, pro manipulaci se zařízením je instalován ruční mostový jeřáb o nosnosti 10 t, vstup do strojovny je ocelovými vraty se světéllymi rozměry $3,2 \times 3,55$ m.

Turbína je připojena krátkým přívodním potrubím napojeným na pravou spodní výpušť před kuželovým uzávěrem. Potrubí je připojeno na výpušť shora a sestává z přechodového kusu DN 450/330, 2 ks segmentových kolen 90° DN 300, přímé části, klapkového uzávěru DN 200 ovládaného el. servomotorem a přechodového kusu DN 200/150, na který je připojeno hrdlo turbíny.

Turbosoustrojí sestává ze spirální čerpadlové turbíny přímo spojené s asynchronním generátorem. Turbína je osazena na společném rámu s generátorem. Turbína je neregulovatelná, klapka před turbínou slouží k odstavení a najetí. Druhý konec hřídele generátoru je spojen s elektromagnetickou brzdou, která při otevřeném klapkovém uzávěru zabrzdí soustrojí při výpadku elektrické sítě, zabrzděná turbína pak propouští zůstatkový průtok pod VD. Po obnovení sítě klapka uzavře, brzda odbrzdí, klapka se znovu otvírá a soustrojí najíždí. Výtok vody z turbíny je vyveden potrubím pravé asanační výpušti ve stěně strojovny, které a je vyústěno do vývaru SV.

Stávající majetek č.HM312528 s názvem "MVE VD Boskovice", má ke dni 31.12.2017 zůstatkovou cenu 412 079,- Kč.

Výkon MVE je vyveden prostřednictvím elektrických rozvodů vodního díla do distribuční sítě společnosti E.ON.

Stávající elektrické rozvody VD Boskovice jsou napájeny ze sloupové distribuční trafostanice 22/0,4 kV, 160 kVA na pravé straně hráze. Hlavní rozváděč RH, v dílnách domku hrázného, je napojen z nově rekonstruovaného rozváděče obchodního měření označeného RHE. Elektroměrový rozváděč je umístěn vedle budovy technického zázemí VD, po pravé straně příjezdové komunikace. Hlavní jistič má proudovou hodnotu C100A/3.

Z hlavního rozváděče RH v dílnách u domku hrázného jsou samostatnými kabely napájeny ostatní objekty VD Boskovice :

- Věžový objekt kabelem AYKY 3x95+70mm².
- Strojovna spodních výpustí kabelem CYKY 4 x 35mm², kterým je vyveden výkon z MVE.
- Štoly kabelem CYKY 4 x 25mm², který je smyčkován přes rozváděče štol RS1 a RS2.

Dále jsou hlavní objekty VD Boskovice propojeny signalizačními kabely. Z rozváděče DT1 v provozní místnosti domku hrázného jsou samostatnými kabely typu CYKY 37x2,5 propojeny, věžový odběrný objekt (kabel zakončen ve svorkovnicové skříni MX1) a strojovna spodních výpustí (kabel zakončen ve svorkovnicové skříni MX2).

Do kanceláře obsluhy je signalizačním kabelem vyvedena stavová informace o provozu MVE.

Napájecí kabely, jednotlivých objektů, budou vyměněny v rámci právě probíhající rekonstrukce vodního díla.

- Parametry zařízení MVE

Turbína

- | | |
|--------------------|---|
| • typ turbíny | čerpadlová turbína T-META 35, Sigma Olomouc |
| • čistý spád | 41,4 - 43,4 m |
| • průtok | 116 - 120 l/s |
| • výkon na hřídeli | 40,5 – 43 kW |
| • otáčky jmenovité | 1520 min ⁻¹ |

Generátor

- | | |
|------------------|--|
| • typ generátoru | horizontální, trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko |
|------------------|--|

- jmenovitý výkon 45 kW
- jmenovité napětí 380 V
- frekvence 50 Hz
- otáčky jmenovité 1520 min⁻¹

Brzda

typ EKB 160

A.4. PARAMETRY LOKALITY PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

A.4.1. PRŮTOKY

Podle údajů uvedených v podkladu /2/ jsou M-denní průtoky Bělé v profilu hráze VD Boskovice v následující tabulce č.1 :

Tabulka č.1

M /dní/	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Průtok Q_M /l/s/	952	576	407	298	229	184	150	122	100	80	59	36	13

Průměrný roční průtok v profilu je 0,356 m³/s.

Dalším podkladem pro určení průtoků je materiál /4/. Z tohoto podkladu je za roky 2000 – 2017 průměrný odtok z nádrže 0,266 m³/s.

N- leté průtoky podle /2/ jsou v následující tabulce č.2 :

Tabulka č.2

N /let/	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
Průtok Q_N /m ³ /s/	4,3	5,4	8,1	11,4	16,0	24,6	33,5	45,0	64,9	84,4	108,4	148,5	186,5

A.4.2. HLADINY A SPÁDY

- Horní hladina

Podle /3/ kóta maximální hladiny zásobního prostoru je **h1zmax = 430,00 m n.m.**. Průměrná hladina v nádrži podle /4/ je 428,13 m n.m. Pro energetické využití budeme předpokládat střední hladinu na **kótě h1stř = 429,50 m n.m.**

Jako maximální hladina pro energetické využití bude brána hladina na kótě **430,00 m n.m.**

Jako minimální hladina pro energetické využití asanačního průtoku **h1mina = 420, 00 m n.m.**

Jako minimální hladina pro energetické využití **h1mine = 427,00 m n.m.**

- Dolní hladina, výška osy oběžného kola turbíny

- *Dolní hladina* – má význam pro stanovení spádu pro přetlakovou turbínu (Francis, čerpadlo v turbínovém režimu), kde je savka zaústěna do vývaru, který umožňuje využití spádu mezi osou oběžného kola a dolní hladinou.

Dolní hladina je brána zjednodušeně na kótě **h2 = 386,10 m n.m.**, což je 13 cm nad dnem vývaru SV, což odpovídá přibližně průměrnému průtoku dle /2/.

- *Výška osy oběžného kola turbíny* – má význam pro stanovení spádu u rovnotlaké turbíny Pelton, kdy turbína využije spád jen po osu oběžného kola. Pro turbíny Pelton je uvažována výška osy oběžného kola na kótě **hok = 387,76 m n.m.**

- Hrubý spád

- *Pro přetlakovou turbínu* je hrubý spád $H_b = h_1 - h_2$.

Maximální hrubý spád je pak $H_{bmax} = h_{1max} - h_2 = 430,00 - 386,10 = 43,90 \text{ m}$

Střední hrubý spád je pak $H_{bstř} = h_{1stř} - h_2 = 429,50 - 386,10 = 43,40 \text{ m}$

Minimální hrubý spád pro energetické využití je pak $H_{bmine} = h_{1mine} - h_2 = 427,00 - 386,10 = 40,90 \text{ m}$

Minimální hrubý spád pro energetické využití asanačního průtoku je pak $H_{bmina} = h_{1mina} - h_2 = 420,00 - 386,10 = 33,90 \text{ m}$

- Pro rovnotlakovou Peltonovu turbínu je hrubý spád $H_b = h_1 - h_{ok}$.

Maximální hrubý spád je pak $H_{bmax} = h_{1max} - h_{ok} = 430,00 - 387,76 = 42,24 \text{ m}$

Střední hrubý spád je pak $H_{bstř} = h_{1stř} - h_{ok} = 429,50 - 387,76 = 41,74 \text{ m}$

Minimální hrubý spád pro energetické využití je pak $H_{bmine} = h_{1mine} - h_{ok} = 427,00 - 387,76 = 39,24 \text{ m}$

Minimální hrubý spád pro energetické využití asanačního průtoku je pak $H_{bmina} = h_{1mina} - h_{ok} = 420,00 - 387,76 = 32,24 \text{ m}$

- Hydraulické ztráty

Hydraulické ztráty zahrnují ztráty třením a místní ztráty (ztráty na vtoku, v tvarovkách, v uzavěrech a ztráty na česlích) v přívodním i odpadním potrubí turbíny.

Celkové hydraulické ztráty v /m/ lze obecně vypočítat podle vzorce $h_z = k \cdot Q^2$, kde Q je průtok turbínou v m^3/s a k je součinitel, který závisí na konfiguraci potrubí a místních ztrát.

Hodnoty k jsou uvedeny v tabulkách výpočtu roční výroby elektrické energie.

- Čistý spád

Čistý spád je vypočten podle vzorce $H_n = H_b - h_z$. Hodnoty čistých spádů jsou uvedeny v tabulkách výpočtu roční výroby elektrické energie.

A.5. NÁVRH VARIANT NOVÉHO ZAŘÍZENÍ MVE

A.5.1. ZÁSADY KONCEPCE, NAVRŽENÉ VARIANTY

- Zásady koncepce

- Koncepce je navržena s ohledem na maximální využití energetického potenciálu lokality a zohledňuje i možný budoucí vodoprávně povolený odběr vodáren 152 l/s.
- Předpokládaný pracovní rozsah horních hladin pro provoz MVE je 430,00 – 427,00 m n.m. Pracovní rozsah horních hladin pro turbínu zpracovávající sanační průtok 34 l/s je 430,00 – 420,00 m n.m.
- Přetlakové turbíny mají navržené uspořádání savky takové, aby nebyl ovlivněn průtočný profil za potrubím spodních výpustí.
- Přívodní potrubí k turbínám bude navrženo tak, aby byl možný odběr z obou výpustí, v případě uzavření jedné z výpustí. Průměr přívodního a odpadního potrubí je navržen s ohledem na minimalizaci hydraulických ztrát.
- Přívodní i odpadní potrubí turbín bude provedeno z nerezové oceli.
- Silová část elektro je koncipována, aby splňovala všechny současné požadavky provozovatele sítě.
- Řídicí systém bude zajišťovat plně automatický provoz, najetí i odstavení, bez nutnosti jakýchkoliv zásahů obsluhy.
- Provoz nového soustrojí bude zajišťovat plně automatickou vazbu na asanační výpust', tak, aby byl zajištěn minimální trvalý odtok pod přehradou.

- Nové zařízení MVE je navrženo v následujících variantách :

- **Varianta 1** - turbína Francis průtok 120 – 390 l/s ve strojovně SV + čerpadlová turbína průtok 34 l/s ve strojovně SV.

- **Varianta 2** - turbína Pelton průtok 34 – 390 l/s ve vlastní strojovně na levém břehu vývaru pod strojovnou SV + čerpadlová turbína průtok 34 l/s ve strojovně SV.
- **Varianta 3** – tři čerpadlové turbíny průtok 34, 135 a 245 l/s ve strojovně SV.
- **Varianta 4** - turbína Francis průtok 130 – 290 l/s ve strojovně SV + turbína Pelton průtok 34 – 130 l/s ve vlastní strojovně na levém břehu vývaru pod strojovnou SV.
- **Varianta 5** - turbína Francis průtok 100 – 320 l/s ve strojovně SV + turbína Francis průtok 34 – 100 l/s ve strojovně SV.
- **Varianta 5A** - turbína Francis průtok 130 – 450 l/s ve strojovně SV + turbína Francis průtok 34 – 100 l/s ve strojovně SV.

A.5.2. VARIANTA 1 – TURBÍNA FRANCIS + ČERPADLOVÁ TURBÍNA VE STROJOVNĚ SV

- Strojně-technologická část

Strojně-technologická část sestává ze zařízení turbosoustrojí Francis, ze zařízení pro turbosoustrojí s čerpadlovou turbínou a z úpravy asanační výpusti.

Zařízení turbosoustrojí Francis zahrnuje přívodní potrubí s uzávěry, vlastní turbosoustrojí turbíny s generátorem a odpadní potrubí turbíny.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 500, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno nalevo od levé SV a bude sestávat z horizontální turbíny tvořené spirálou, turbínovými víky, rozváděcím mechanismem, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, z valivých ložisek s těsněním v tělese upevněném na víku a z generátoru. Turbína bude regulována rozváděcími lopatkami na vstupu do spirály. Ovládání rozváděcích lopat bude pomocí regulačního kruhu, který bude natáčen elektrickým servomotorem 24 V DC. Rám turbíny bude ukotven k podlaze strojovny. Na hřídelovém konci turbíny bude uchycena pružná spojka pro přímé připojení generátoru, který bude uložen na společném rámu s turbínou. Součástí turbíny bude mazací agregát ložisek s příslušenstvím.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr oběžného kola	410 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,9 / 42,4 / 40,8 m
- rozsah průtoků	0,120 – 0,390 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	150,9 kW
- výkon na hřídeli minimální	37,5 kW
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- přípustná sací výška	+ 6,37 m

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	160 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 600, potrubí této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru levého břehu vývaru SV, dále bude procházet přes betonovou konstrukci boční stěny vývaru, do kterého

bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Zařízení turbosoustrojí čerpadlové turbíny zahrnuje přívodní potrubí, vlastní turbosoustrojí a odpadní potrubí vyústěné do vývaru SV.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 200, bude napojeno na hrdlo na pravé výpusti v místě napojení asanačního potrubí (hrdlo je v současnosti zaslepeno) Na konci přívodního potrubí před turbínou bude klapkový uzávěr s elektrickým servomotorem a montážní vložka, potrubí bude z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno vpravo od pravé SV vedle kuželového uzávěru v prostoru kanálu potrubí asanační výpusti a bude sestávat z horizontální čerpadlové turbíny tvořené spirálou, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, ucpávky, z valivých ložisek s těsněním v ložiskovém tělese a z generátoru, vše je uloženo na společném rámu. Na hřídelovém konci turbíny bude osazena pružná spojka pro přímé připojení generátoru. Rám se soustrojím bude ukotven na podlaze strojovny SV.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr vstupního / výstupního hrdla spirály	DN 80 / 125
- čistý spád maximální / střední / minimální	43,2 / 42,7 / 33,4 m
- rozsah průtoků	0,031 – 0,037 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	11,5 kW
- výkon na hřídeli minimální	7,4 kW
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	11 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na světlost DN 150, potrubí této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru šikmého skluzu vývaru SV, potrubí bude rozšířeno přechodem na DN 300, vedeno po šikmém opancéřovaném skluzu a jeho konec bude zaústěn do vývaru. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Úpravy asanační výpusti budou zahrnovat dodávku nového uzávěru na výpusti - předpokládá se klínové šoupátko DN 200 ovládané elektrickým servomotorem 24 V, novou montážní vložku a nové potrubí ve strojovně z nerezové oceli.

- Elektrotechnologická část

Koncepce elektrotechnologického zařízení

Provoz turbosoustrojí je navržen jako plně automatický, ovládaný řídicím systémem, který bude zajišťovat automatické najetí soustrojí, automatické odstavení při poruše, signalizaci provozních a poruchových stavů, možnost přepnutí z automatického do ručního režimu a naopak, sledování důležitých provozních veličin, výpis poruch, případně další požadované funkce. Pro řízení je soustrojí vybaveno potřebnými snímači a čidly. Řídicí systém bude propojen komunikační linkou se zařízením dispečinku Povodí Moravy, na který budou přenášeny hodnoty vybraných technologických veličin a provozní stavy zařízení.

Popis řídicího systému a silové části

Celé zařízení elektročásti a řídicího systému bude umístěno v rozvaděčových polích ve strojovně SV. Ve strojovně SV budou vybudovány nové kabelové trasy ke všem elektrickým zařízením technologie budované vodní elektrárny. Řídicí systém MVE bude obstarávat kompletní řízení soustrojí MVE :

- Automatické spouštění soustrojí včetně automatického přifázování k síti.
- Automatické provozní a havarijní odstavení soustrojí.
- Kompletní provozní monitorování a diagnostiku daného soustrojí včetně záznamu všech událostí.
- Kompletní poruchovou signalizaci soustrojí včetně záznamu všech poruchových událostí do paměti automatu.
- Regulaci soustrojí na zadané otevření nebo na zadaný průtok.
- Při odstavení nebo výpadku sítě bude zajišťovat automatické otevření asanační výpusti, při najetí bude zajišťovat automatické zavření asanační výpusti.

Automat bude komunikovat s obsluhou prostřednictvím komunikačního terminálu osazeného na rozvaděči řízení. Pomocí terminálu bude možné nastavovat parametry regulace, spouštět a odstavovat soustrojí. Na terminálu bude možné zobrazit detailní výpisy všech provozních událostí, poruchových událostí a hodnoty analogových veličin.

Rovněž bude umožněno povelové řízení a monitoring technologie prostřednictvím SMS. SMS řízení technologie je zajištěno GSM modemem připojeným k řídicímu systému MVE.

Vizualizace VHD se bude skládat ze soustavy přepínatelných obrazovek, na kterých bude grafickou formou prezentován aktuální stav technologie.

Vyvedení výkonu z MVE bude realizováno prostřednictvím dvojice paralelních kabelů AYKY 3 x 240 + 120, které budou instalovány již v rámci probíhající rekonstrukce VD.

Pro vyvedení výkonu MVE 150 – 171 kW bude potřeba osadit stávající stožárovou trafostanici novým transformátorem o výkonu minimálně 250 kVA. Současně bude nutné upravit nový rozvaděč nepřímého měření ze současných 100A na 250A a osadit nové měřicí transformátory proudu s převodovým poměrem 250/5A. Dále bude nutné vyměnit stávající nevyhovující kabelové propoje mezi rozvaděčem trafostanice, RHE a RH za nové minimálního průřezu 185 mm² (doporučení projektanta: AYKY 3 x 240 + 120).

- Stavební část

Stavební část bude zahrnovat následující činnosti :

- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu turbíny Francis (odstranění dlažby, odstranění betonové mazaniny v podlaze strojovny, vyrovnání hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 3 m² .
- Úpravy kanálu pravé asanační výpusti pro osazení čerpadlové turbíny (vyrovnání dna kanálu, odstranění stávající betonové vrstvy podlahy strojovny, osazení kotevních prvků, zálivka rámu), půdorysná plocha úprav cca 2,5 m² .
- Sanace celého půdorysu podlahy strojovny SV – sjednocení povrchu stěrkou (91 m²)
- Výmalba stěn a stropu strojovny SV (420 m²)
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 600 turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 1,5 m³, zatěsnění prostupu po montáži potrubí, armatura.
- Výkop rýhy pro uložení odpadního potrubí turbíny Francis, objem 50 m³, zpětný zásyp.
- Terénní úpravy v místě výkopu – obrubníky, asfaltový povrch - obnova.
- Zhotovení prostupu levobřežní stěnou vývaru SV pro odpadní potrubí DN 600 turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 2 m³, zálivka prostupu, armatura, vnější povrchové úpravy stěny.
- Likvidace vybouraných stavebních hmot na řízenou skládku.
- Zařízení staveniště.

- Roční výroba elektrické energie

Výroba elektrické energie pro variantu 1 je zpracována v následující tabulce 3.

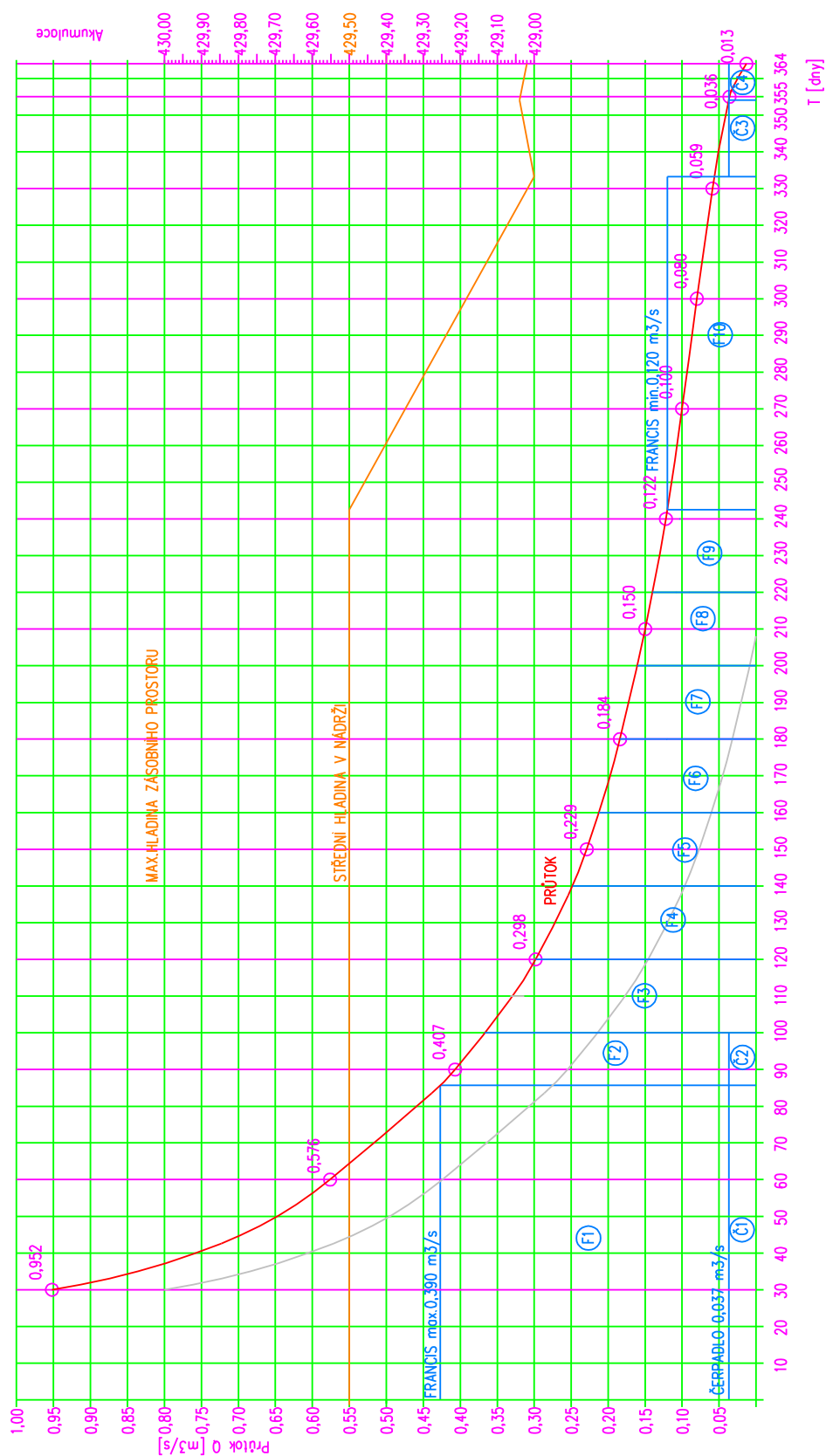
Vypočtená roční výroba pro Francisovu turbínu je 657 247 kWh.

Vypočtená roční výroba pro čerpadlovou turbínu je 31 336 kWh.

Celková roční výroba je pak 688 583 kWh.

Vykrytí křivky průtoků a průběh hladin v nádrži jsou patrné z následujícího obr. 1

obr.1 KŘIVKA PRŮTOKŮ A PRŮBĚH HLADINY V NÁDRŽI
VARIANTA 1 – FRANCIS + ČERPADLOVÁ TURBINA



- Odhad investičních nákladů varianta 1 – turbína Francis + čerpadlová turbína

Rozsah nákladů odpovídá popisu jednotlivých částí, cenová úroveň 1Q 2018, náklady jsou bez DPH

a) Strojní technologie celkem						9 431 123 Kč
b) Elektročást celkem						2 058 226 Kč
c) Stavební část celkem						420 000 Kč
d) Projekty, inž. činnost						729 546 Kč
e) CELKOVÉ NÁKLADY						12 638 895 Kč

- Ekonomické zhodnocení varianta 1 – turbína Francis + čerpadlová turbína

Instalovaný výkon P_i /kW/						
		171,0	kW			
Roční výroba elektrické energie E_r /kWh/						
		688 583	kWh			
Roční tržba za vyrobenou elektrickou energii C_r /Kč/						
$C_r = C_e \cdot E_r$						
kde $C_e =$	2,354 Kč/kWh	výkupní cena za el. energii dodanou do sítě + zelený bonus				
		pro rok 2018				
		1 620 924	Kč			
Roční náklady na provoz N_{pr} /Kč/						
$N_{pr} = 0,05 \cdot C_r$						
		81 046	Kč			
Životnost a roční odpisy O_r /Kč/						
Životnost stavebních konstrukcí je 50 let, roční odpis je pak 2 % nákladů stavební části						
Životnost technologického zařízení je 25 let, roční odpis je pak 4 % nákladů technologické části						
$O_r = 0,02 \cdot INS + 0,04 \cdot INT$						
		467 974	Kč			
Roční zisk Z_r /Kč/						
$Z_r = C_r - N_{pr} - O_r$						
		1 071 904	Kč			
Návratnost nákladů ziskem T_z /roky/						
$T_z = IN / Z_r$						
		11,8	roků			
Návratnost nákladů tržbami T_t /roky/						
$T_t = IN / C_r$						
		7,8	roků			
Investiční náklady na jednotku instalovaného výkonu I_m /Kč/kW/						
$I_m = IN / P_i$						
		73 912	Kč / kW			

A.5.3. VARIANTA 2 – TURBÍNA PELTON V SAMOSTATNÉ STROJOVNĚ + ČERPADLOVÁ TURBÍNA VE STROJOVNĚ SV

- Strojně-technologická část

Strojně-technologická část sestává ze zařízení turbosoustrojí Pelton, ze zařízení pro turbosoustrojí s čerpadlovou turbínou a z úpravy asanační výpusti.

Zařízení turbosoustrojí Pelton zahrnuje přívodní potrubí s uzávěry, vlastní turbosoustrojí turbíny s generátorem a odpadní potrubí turbíny.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 500, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, které bude vyvedeno nalevo od levé SV po podlaze, dále přes stěnu strojovny SV. Za strojovnou SV bude potrubí uloženo v zemi v prostoru levého břehu vývaru SV a vyvedeno do samostatné strojovny MVE. Před strojovnou bude potrubí ukotveno v bloku a ve strojovně MVE před turbínou bude na něm instalován klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli.

Turbosoustrojí bude umístěno v samostatné strojovně a bude sestávat z **vertikální** turbíny tvořené skříní se zavzdušňovacím potrubím, okružním potrubím s dýzami a jehlami, turbínovým víkem, deflektory, rotorem sestávajícím z oběžného kola nasazeného letmo na hřídel generátoru, z těsnění v tělese upevněném na víku skříně a z generátoru. Turbína bude regulována jehlami v dýzách pomocí elektrických servomotorů 24 V DC. Rám skříně turbíny bude ukotven k podlaze strojovny.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- počet dýz	4
- průměr oběžného kola	670 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	41,3 / 40,8 / 39,2 m
- rozsah průtoků	0,034 – 0,390 m ³ /s
- výkon na hřideli maximální	142,4 kW
- výkon na hřideli minimální	11,2 kW
- jmenovité otáčky	375 min ⁻¹
- předpokládaná kóta osy oběžného kola	387,76 m n.m.

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	140 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	375 min ⁻¹
- tvar	přírubový

Odpadní potrubí turbíny

Voda z turbínové skříně odtéká do jímky pod skříní. Na jímku je zboku napojeno odpadní potrubí o předpokládané světlosti DN 800, které je vyvedeno přes levobřežní zeď vývaru do prostoru tohoto vývaru.

Zařízení turbosoustrojí čerpadlové turbíny zahrnuje přívodní potrubí, vlastní turbosoustrojí a odpadní potrubí vyústěné do vývaru SV.

Technické řešení i parametry zařízení jsou shodné s čerpadlovou turbínou ve variantě 1.

Úpravy asanační výpusti jsou shodné s variantou 1.

- Elektrotechnologická část

Koncepce elektrotechnologického zařízení je shodná s variantou 1. Finančně bude tato varianta náročnější, protože budou delší kabelová vedení, bude více snímačů a servopohonů.

Vyvedení výkonu z MVE je shodné pro všechny hodnocené varianty.

- Stavební část

Stavební část bude zahrnovat následující činnosti :

- Úpravy podlahy strojovny SV pro ukotvení oblouku přívodního potrubí DN 500 k turbíně Pelton (odstranění dlažby, odstranění betonové mazaniny podlahy, vyrovnání hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky kotvení), půdorysná plocha úprav cca 1 m².
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro přívodní potrubí DN 500 k turbíně Pelton, objem bouraného ŽB cca 1,5 m³, zatěsnění prostupu po osazení potrubí, armatura.
- Výkop rýhy pro uložení přívodního potrubí DN 500 a odpadního potrubí DN800, objem 75 m³, zpětný zásyp.
- Sanace celého půdorysu podlahy strojovny SV – sjednocení povrchu stěrkou (91 m²)
- Výmalba stěn a stropu strojovny SV (420 m²)
- Vybudování strojovny pro turbínu Pelton
Výkopy-pažená jáma cca 11 x 8 x 5 m, čerpání, úprava skalního podloží.
Strojovna je umístěná v levobřežním prostoru vývaru SV. Předpokládané vnitřní půdorysné rozměry strojovny jsou 6,7 x 4,7 m. Spodní stavba je železobetonová, tvořená šachtou s dnem na kótě 387,37 m n.m. (Q₁₀₀), ve které je umístěno přívodní potrubí a turbosoustrojí, a vstupním prostorem na kótě 390,30 m n.m. V podlaze šachty pod turbínovou skříní je jímka, na kterou je napojeno odpadní potrubí DN 800 vyústěné do vývaru SV. Horní stavba je vybudována z cihlového zdiva, předpokládaná světlá výška nad podlahou vstupního prostoru je 3 m, střecha je navržena demontovatelná pro zajištění montáže turbíny.
- Úpravy kanálu pravé asanační výpusti pro osazení čerpadlové turbíny (vyrovnání dna kanálu, osazení kotevních prvků, zálivka rámu), půdorysná plocha úprav cca 2,5 m².
- Terénní úpravy v místě výkopu přívodního potrubí a kolem strojovny MVE – obrubníky asfaltový povrch- obnova a nové zpevněné plochy.
- Likvidace vybouraných stavebních hmot na řízenou skládku odpadů.
- Zařízení staveniště.

- Roční výroba elektrické energie

Výroba elektrické energie pro variantu 2 je zpracována v následující tabulce 4.

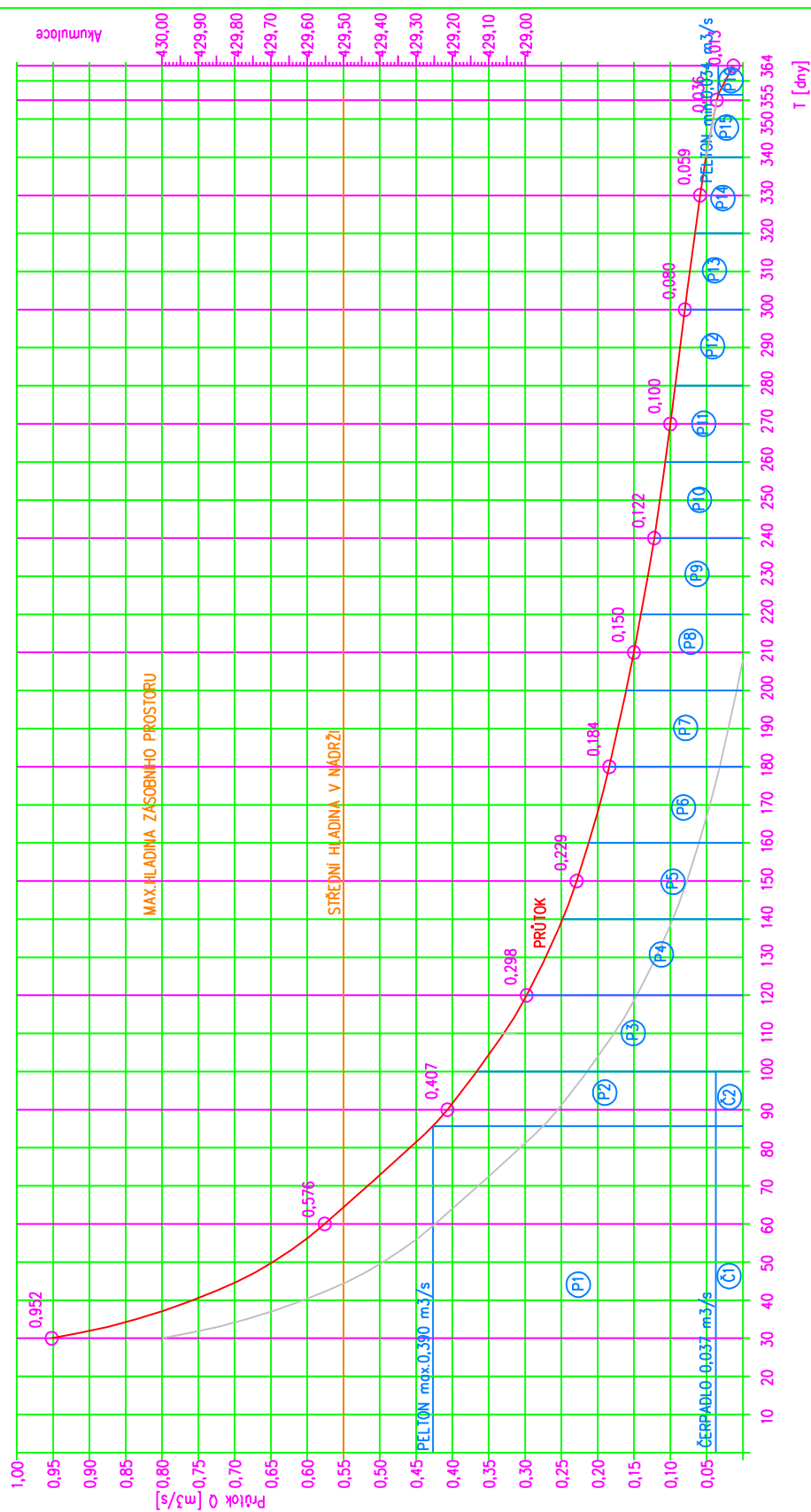
Vypočtená roční výroba pro Peltonovu turbínu je 626 840 kWh.

Vypočtená roční výroba pro čerpadlovou turbínu je 24 039 kWh.

Celková roční výroba je pak 650 879 kWh.

Vykrytí křivky průtoků a průběh hladin v nádrži jsou patrný z následujícího obr. 2

obr.2 KŘIVKA PRŮTOKŮ A PRŮBĚH HLADINY V NÁDRŽI
VARIANTA 2 – PELTON + ČERPADLOVÁ TURBÍNA



- Odhad investičních nákladů variantu 2 – turbína Pelton + čerpadlová turbína

Rozsah nákladů odpovídá popisu jednotlivých částí, cenová úroveň 1Q 2018, náklady jsou bez DPH

a) Strojní technologie celkem					9 918 996 Kč
b) Elektročást celkem					2 139 026 Kč
c) Stavební část celkem					2 805 000 Kč
d) Projekty, inž. činnost					802 818 Kč
e) CELKOVÉ NÁKLADY					15 665 840 Kč

- Ekonomické zhodnocení variantu 2 – turbína Pelton + čerpadlová turbína

Instalovaný výkon P_i /kW/					
		151,0	kW		
Roční výroba elektrické energie E_r /kWh/					
		650 879	kWh		
Roční tržba za vyrobenou elektrickou energii C_r /Kč/					
$C_r = C_e \cdot E_r$					
kde $C_e =$		2,354 Kč/kWh	výkupní cena za el. energii dodanou do sítě + zelený bonus		
			pro rok 2018		
			1 532 169 Kč		
Roční náklady na provoz N_{pr} /Kč/					
$N_{pr} = 0,05 \cdot C_r$					
			76 608 Kč		
Životnost a roční odpisy O_r /Kč/					
Životnost stavebních konstrukcí je 50 let, roční odpis je pak 2 % nákladů stavební části					
Životnost technologického zařízení je 25 let, roční odpis je pak 4 % nákladů technologické části					
$O_r = 0,02 \cdot INS + 0,04 \cdot INT$					
			538 421 Kč		
Roční zisk Z_r /Kč/					
$Z_r = C_r - N_{pr} - O_r$					
			917 140 Kč		
Návratnost nákladů ziskem T_z /roky/					
$T_z = IN / Z_r$					
			17,1	roků	
Návratnost nákladů tržbami T_t /roky/					
$T_t = IN / C_r$					
			10,2	roků	
Investiční náklady na jednotku instalovaného výkonu I_m /Kč/kW/					
$I_m = IN / P_i$					
			103 747	Kč / kW	

A.5.4. VARIANTA 3 – TŘI ČERPADLOVÉ TURBÍNY RŮZNÉ VELIKOSTI VE STROJOVNĚ SV

- Strojně-technologická část

Strojně-technologická část sestává ze zařízení tří turbosoustrojí čerpadlových turbín a z úpravy asanační výpusti.

Zařízení turbosoustrojí velké čerpadlové turbíny zahrnuje přívodní potrubí, vlastní turbosoustrojí a odpadní potrubí vyústěné do vývaru SV.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 350, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno nalevo od levé SV a bude sestávat z horizontální čerpadlové turbíny tvořené spirálou, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, ucpávky, z valivých ložisek s těsněním v ložiskovém tělese a z generátoru, vše je uloženo na společném rámu. Na hřídelovém konci turbíny bude osazena pružná spojka pro přímé připojení generátoru. Rám se soustrojím bude ukotven na podlaze strojovny SV.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr vstupního / výstupního hrdla spirály	DN 250 / 300
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,5 / 42,0 / 39,6 m
- rozsah průtoků	0,231 – 0,245 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	84,9 kW
- výkon na hřídeli minimální	73,7 kW
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	90 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 500, potrubí této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru levého břehu vývaru SV, dále bude procházet přes betonovou konstrukci boční stěny vývaru, do kterého bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Zařízení turbosoustrojí střední čerpadlové turbíny zahrnuje přívodní potrubí, vlastní turbosoustrojí a odpadní potrubí vyústěné do vývaru SV.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 300, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno vpravo od pravé SV a bude sestávat z horizontální čerpadlové turbíny tvořené spirálou, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, ucpávky, z valivých ložisek s těsněním v ložiskovém tělese a z generátoru, vše je uloženo na společném rámu. Na hřídelovém konci turbíny bude osazena pružná spojka pro přímé připojení generátoru. Rám se soustrojím bude ukotven na podlaze strojovny SV.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr vstupního / výstupního hrdla spirály	DN 150 / 200
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,6 / 42,1 / 39,7 m
- rozsah průtoků	0,130 – 0,135 m ³ /s

- výkon na hřídeli maximální	45,2 kW
- výkon na hřídeli minimální	40,6 kW
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	45 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 300, po změně směru bude dále potrubí rozšířeno na DN 350 a v této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru pravého břehu vývaru SV. Za obloukem bude procházet přes betonovou konstrukci pravé boční stěny vývaru, do kterého bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Zařízení turbosoustrojí malé čerpadlové turbíny zahrnuje přívodní potrubí, vlastní turbosoustrojí a odpadní potrubí vyústěné do vývaru SV.

Technické řešení i parametry zařízení jsou totožné s čerpadlovou turbínou ve variantě 1.

Úpravy asanační výpusti jsou shodné s variantou 1.

- Elektrotechnologická část**Koncepce elektrotechnologického zařízení**

Provoz tří turbosoustrojí je navržen jako plně automatický, ovládaný řídicím systémem, který bude zajišťovat automatické najetí soustrojí, automatické odstavení při poruše, signalizaci provozních a poruchových stavů, možnost přepnutí z automatického do ručního režimu a naopak, sledování důležitých provozních veličin, výpis poruch, případně další požadované funkce. Pro řízení je soustrojí vybaveno potřebnými snímači a čidly. Řídicí systém bude propojen komunikační linkou se zařízením dispečinku Povodí Moravy, na který budou přenášeny hodnoty vybraných technologických veličin a provozní stavy zařízení.

Popis řídicího systému a silové části

Celé zařízení elektročásti a řídicího systému bude umístěno v rozvaděčových polích ve strojovně SV. Ve strojovně SV budou vybudovány nové kabelové trasy ke všem elektrickým zařízením technologie budované vodní elektrárny. Řídicí systém MVE bude obstarávat kompletní řízení všech soustrojí MVE :

- Automatické spouštění soustrojí včetně automatického přifázování k síti.
- Automatické provozní a havarijní odstavení soustrojí.
- Kompletní provozní monitorování a diagnostiku daného soustrojí včetně záznamu všech událostí.
- Kompletní poruchovou signalizaci soustrojí včetně záznamu všech poruchových událostí do paměti automatu.
- Při odstavení nebo výpadku sítě bude zajišťovat automatické otevření asanační výpusti, při najetí bude zajišťovat automatické zavření asanační výpusti.

Automat bude komunikovat s obsluhou prostřednictvím komunikačního terminálu osazeného na rozvaděči řízení. Pomocí terminálu bude možné nastavovat parametry regulace, spouštět a odstavovat soustrojí. Na terminálu bude možné zobrazit detailní výpisy všech provozních událostí, poruchových událostí a hodnoty analogových veličin.

Rovněž bude umožněno povelové řízení a monitoring technologie prostřednictvím SMS. SMS řízení technologie je zajištěno GSM modemem připojeným k řídicímu systému MVE.

Vizualizace VHD se bude skládat ze soustavy přepínatelných obrazovek, na kterých bude grafickou formou prezentován aktuální stav technologie.

- Stavební část

Stavební část bude zahrnovat následující činnosti :

- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu velké čerpadlové turbíny (odstranění dlažby, odstranění betonové mazaniny, vyrovnaní hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 2,5 m² .
- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu střední čerpadlové turbíny (odstranění dlažby, odstranění betonové mazaniny, vyrovnaní hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 2 m² .
- Úpravy kanálu pravé asanační výpusti pro osazení malé čerpadlové turbíny (vyrovnaní dna kanálu, osazení kotevních prvků, zálivka rámu), půdorysná plocha úprav cca 2,5 m² .
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 500 velké čerpadlové turbíny, objem bouraného ŽB cca 1,5 m³, zálivka prostupu, armatura.
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 350 střední čerpadlové turbíny, objem bouraného ŽB cca 1 m³, zálivka prostupu, armatura.
- Sanace celého půdorysu podlahy strojovny SV – sjednocení povrchu stěrkou (91 m²)
- Výmalba stěn a stropu strojovny SV (420 m²)
- Výkop rýhy pro uložení odpadního potrubí DN 500 velké čerpadlové turbíny, objem 50 m³, zpětný zásyp.
- Výkop rýhy pro uložení odpadního potrubí DN 350 střední čerpadlové turbíny, objem 45 m³, zpětný zásyp.
- Terénní úpravy v místě výkopů – obrubníky asfaltový povrch – obnova upravených povrchů po provedení zpětných zásypů výkopů.
- Likvidace vybouraných stavebních hmot na řízenou skládku odpadů.
- Zařízení staveniště.

- Roční výroba elektrické energie

Výroba elektrické energie pro variantu 3 je zpracována v následující tabulce 5.

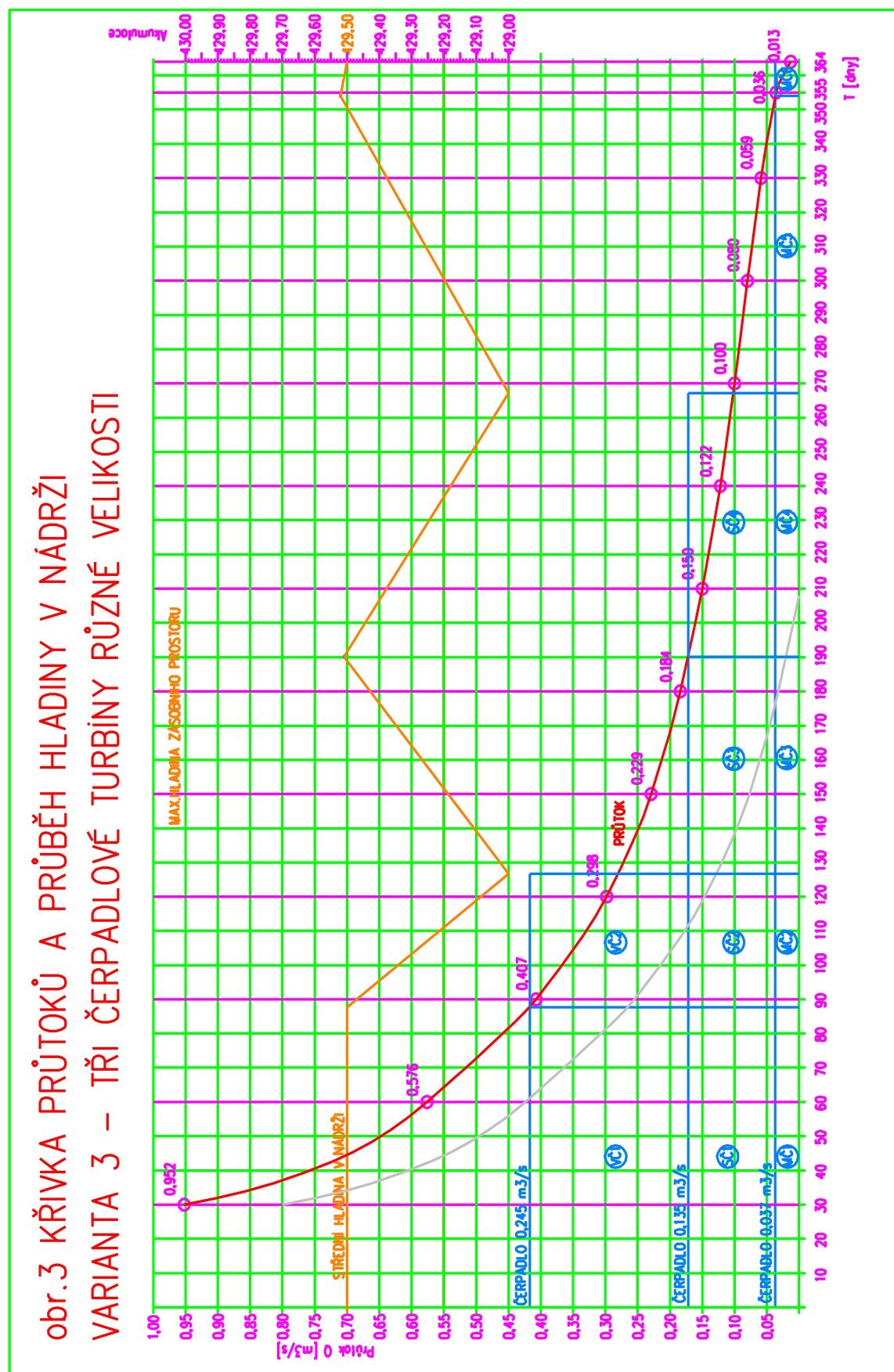
Vypočtená roční výroba pro velkou čerpadlovou turbínu je 242 568 kWh.

Vypočtená roční výroba pro střední čerpadlovou turbínu je 269 633 kWh.

Vypočtená roční výroba pro malou čerpadlovou turbínu je 87 107 kWh.

Celková roční výroba je pak 599 308 kWh.

Vykrytí křivky průtoků a průběh hladin v nádrži jsou patrné z následujícího obr. 3



- Odhad investičních nákladů variantu 3 – tři čerpadlové turbíny různé velikosti

Rozsah nákladů odpovídá popisu jednotlivých částí, cenová úroveň 1Q 2018, náklady jsou bez DPH

a) Strojní technologie celkem					5 066 365 Kč
b) Elektročást celkem					2 089 789 Kč
c) Stavební část celkem					720 000 Kč
d) Projekty, inž. činnost					560 979 Kč
e) CELKOVÉ NÁKLADY					8 437 132 Kč

- Ekonomické zhodnocení variantu 3 – tři čerpadlové turbíny různé velikosti

Instalovaný výkon P_i /kW/					
			146,0	kW	
Roční výroba elektrické energie E_r /kWh/					
			599 308	kWh	
Roční tržba za vyrobenou elektrickou energii C_r /Kč/					
$C_r = C_e \cdot E_r$					
kde C_e =	2,354	Kč/kWh	výkupní cena za el. energii dodanou do sítě + zelený bonus		
			pro rok 2018		
			1 410 771	Kč	
Roční náklady na provoz N_{pr} /Kč/					
$N_{pr} = 0,05 \cdot C_r$					
			70 539	Kč	
Životnost a roční odpisy O_r /Kč/					
Životnost stavebních konstrukcí je 50 let, roční odpis je pak 2 % nákladů stavební části					
Životnost technologického zařízení je 25 let, roční odpis je pak 4 % nákladů technologické části					
$O_r = 0,02 \cdot INS + 0,04 \cdot INT$					
			300 646	Kč	
Roční zisk Z_r /Kč/					
$Z_r = C_r - N_{pr} - O_r$					
			1 039 586	Kč	
Návratnost nákladů ziskem T_z /roky/					
$T_z = IN / Z_r$					
			8,1	roků	
Návratnost nákladů tržbami T_t /roky/					
$T_t = IN / C_r$					
			6,0	roků	
Investiční náklady na jednotku instalovaného výkonu I_m /Kč/kW/					
$I_m = IN / P_i$					
			57 789	Kč / kW	

A.5.5. VARIANTA 4 – TURBÍNA FRANCIS VE STROJOVNĚ SV + TURBÍNA PELTON V SAMOSTATNÉ STROJOVNĚ

- Strojně-technologická část

Strojně-technologická část sestává ze zařízení turbosoustrojí Francis, ze zařízení pro turbosoustrojí s Peltonovou turbínou a z úpravy asanační výpusti.

Zařízení turbosoustrojí Francis zahrnuje přívodní potrubí s uzávěry, vlastní turbosoustrojí turbíny s generátorem a odpadní potrubí turbíny.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 400, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno napravo od pravé SV (generátor bude částečně zasahovat do šachty uzávěrů vodárenských odběrů) a bude sestávat z horizontální turbíny tvořené spirálou, turbínovými víky, rozváděcím mechanismem, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, z valivých ložisek s těsněním v tělese upevněném na víku a z generátoru. Turbína bude regulována rozváděcími lopatkami na vstupu do spirály. Ovládání rozváděcích lopat bude pomocí regulačního kruhu, který bude natáčen elektrickým servomotorem 24 V DC. Rám turbíny bude ukotven k podlaze strojovny. Na hřídelovém konci turbíny bude uchycena pružná spojka pro přímé připojení generátoru, který bude uložen na společném rámu s turbínou. Součástí turbíny bude mazací agregát ložisek s příslušenstvím.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr oběžného kola	390 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,5 / 41,9 / 40,6 m
- rozsah průtoků	0,130 – 0,290 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	109,3 kW
- výkon na hřídeli minimální	42,1 kW
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- přípustná sací výška	+ 6,37 m

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	110 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 500, potrubí této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru pravého břehu vývaru SV, dále bude procházet přes betonovou konstrukci pravé boční stěny vývaru, do kterého bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Zařízení turbosoustrojí Pelton zahrnuje přívodní potrubí s uzávěry, vlastní turbosoustrojí turbíny s generátorem a odpadní potrubí turbíny.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 350, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, které bude vyvedeno nalevo od levé SV po podlaze, dále přes stěnu strojovny SV. Za strojovnou SV bude potrubí uloženo v zemi v prostoru levého břehu vývaru SV a vyvedeno do samostatné strojovny MVE. Před strojovnou bude potrubí ukotveno v bloku a ve strojovně MVE před turbínou bude na něm instalován klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli.

Turbosoustrojí bude umístěno v samostatné strojovně a bude sestávat z **horizontální** turbíny tvořené skříní se zavzdušňovacím potrubím, odbočnicí se dvěma dýzami a jehlami, turbínovými víky, deflektory, rotorem sestávajícím z oběžného kola nasazeného letmo na hřídel generátoru, z těsnění v tělese upevněném na víku skříně a z generátoru. Turbína bude regulována jehlami v dýzách pomocí elektrických servomotorů 24 V DC. Spodní část skříně turbíny bude ukotvena v podlaze strojovny.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- počet dýz	2
- průměr oběžného kola	520 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	41,5 / 41,0 / 32,1 m
- rozsah průtoků	0,034 – 0,130 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	47,3 kW
- výkon na hřídeli minimální	9,0 kW
- jmenovité otáčky	505 min ⁻¹
- předpokládaná kóta osy oběžného kola	387,76 m n.m.

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	45 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	505 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

Voda z turbínové skříně odtéká do jímky pod skříní. Na jímku je z boku napojeno odpadní potrubí o předpokládané světlosti DN 600, které je vyvedeno přes levobřežní zeď vývaru do prostoru tohoto vývaru.

Úpravy asanační výpusti jsou shodné s variantou 1.

- Elektrotechnologická část

Koncepce elektrotechnologického zařízení je shodná s variantou 2

- Stavební část

Stavební část bude zahrnovat následující činnosti :

- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu turbíny Francis (odstranění dlažby, odstranění čistého betonu, vyrovnaní hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 2,5 m².
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 500 turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 1,5 m³, zálivka prostupu, armatura.
- Výkop rýhy pro uložení odpadního potrubí turbíny Francis, objem 45 m³, zpětný zásyp.
- Terénní úpravy v místě výkopu – obrubníky, asfaltový povrch – obnova po provedení zásypu výkopů.
- Zhotovení prostupu pravobřežní stěnou vývaru SV pro odpadní potrubí DN 500 turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 2 m³, zatěsnění prostupu, armatura, vnější povrchové úpravy stěny.
- Úpravy podlahy strojovny SV pro ukotvení oblouku přívodního potrubí DN 350 k turbíně Pelton (odstranění dlažby, odstranění betonové mazaniny, vyrovnaní hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky kotvení), půdorysná plocha úprav cca 1 m².
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro přívodní potrubí DN 350 k turbíně Pelton, objem bouraného ŽB cca 1 m³, zatěsnění prostupu, armatura.
- Sanace celého půdorysu podlahy strojovny SV – sjednocení povrchu stěrkou (91 m²)
- Výmalba stěn a stropu strojovny SV (420 m²)
- Výkop rýhy pro uložení přívodního potrubí DN 350 k turbíně Pelton a odpadního potrubí DN600 do vývaru, objem 80 m³, zpětný zásyp.
- Vybudování strojovny pro turbínu Pelton.

Výkopy-pažená jáma cca 8 x 7 x 5 m, čerpání, úprava skalního podloží.

Strojovna je umístěná v levobřežním prostoru vývaru SV. Předpokládané vnitřní půdorysné rozměry strojovny jsou 3,4 x 4,6 m. Spodní stavba je železobetonová, tvořená šachtou s dnem na kótě 387,37 m n.m. (Q_{100}), ve které je umístěno přírodní potrubí a turbosoustrojí, a vstupním prostorem na kótě 390,30 m n.m.. V podlaze šachty pod turbínovou skříní je jímka, na kterou je z boku napojeno odpadní potrubí DN 600 vyústěné do vývaru SV. Horní stavba je vybudována z cihlového zdiva, předpokládaná světlá výška nad podlahou vstupního prostoru je 3 m, střecha je demontovatelná pro zajištění montáže turbíny.

- Terénní úpravy v místě výkopu přírodního potrubí a kolem strojovny MVE – obrubníky asfaltový povrch – obnova po provedení zásypů výkopů, nové zpevněné plochy.
- Likvidace vybouraných stavebních hmot na řízenou skládku odpadů.
- Zařízení staveniště.

- Roční výroba elektrické energie

Výroba elektrické energie pro variantu 4 je zpracována v následující tabulce 6.

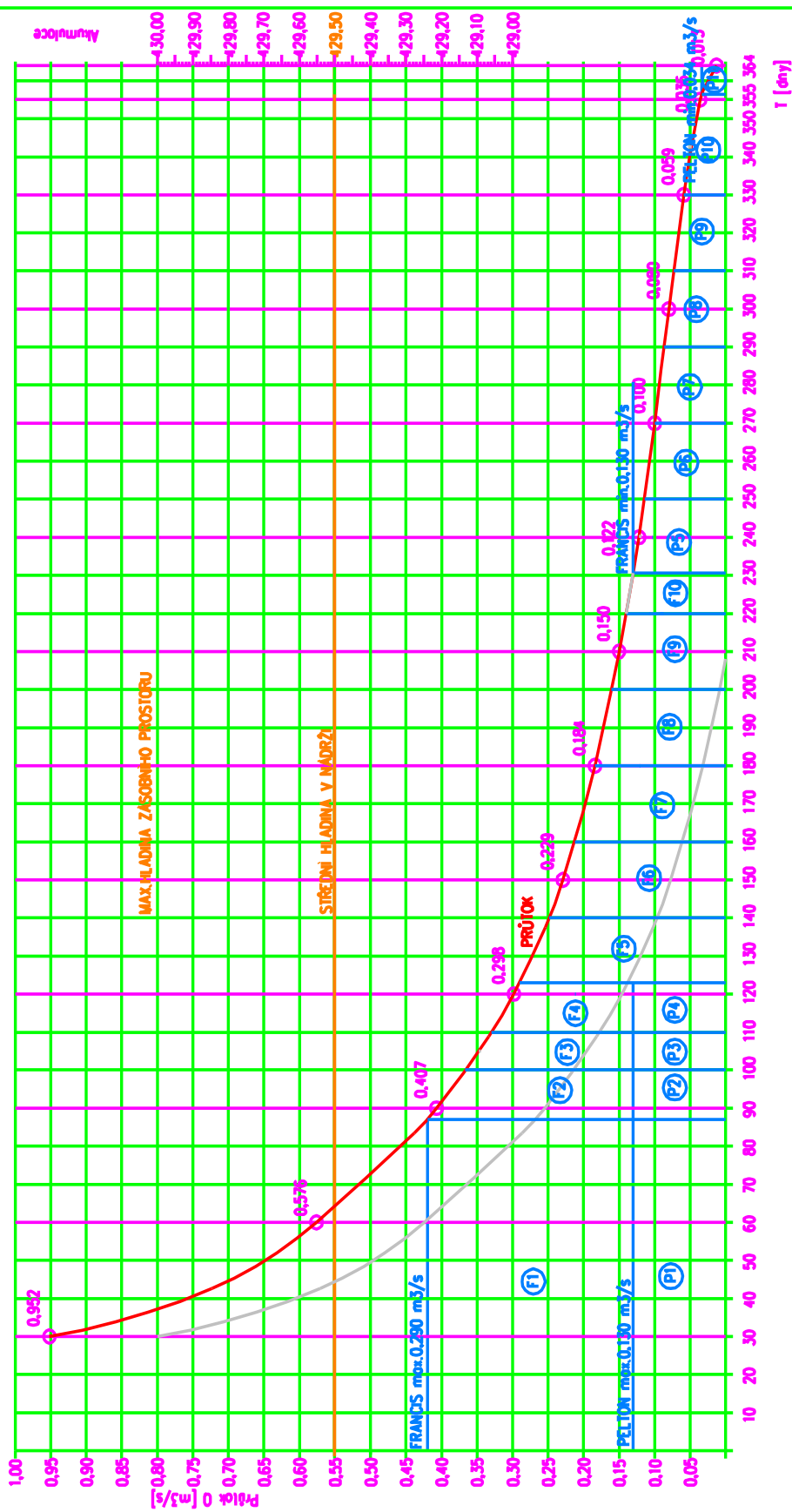
Vypočtená roční výroba pro Francisovu turbínu je 454 263 kWh.

Vypočtená roční výroba pro Peltonovu turbínu je 215 432 kWh.

Celková roční výroba je pak 669 695 kWh.

Vykrytí křivky průtoků a průběh hladin v nádrži jsou patrný z následujícího obr. 4

obr.4 KŘIVKA PRŮTOKŮ A PRŮBĚH HLADINY V NÁDRŽI
VARIANTA 4 – FRANCIS + PELTON



- Odhad investičních nákladů variantu 4 – turbína Francis + turbína Pelton

Rozsah nákladů odpovídá popisu jednotlivých částí, cenová úroveň 1Q 2018, náklady jsou bez DPH

a) Strojní technologie celkem						12 916 884 Kč
b) Elektročást celkem						2 183 214 Kč
c) Stavební část celkem						2 255 000 Kč
d) Projekty, inž. činnost						907 414 Kč
e) CELKOVÉ NÁKLADY						18 262 511 Kč

- Ekonomické zhodnocení variantu 4 – turbína Francis + turbína Pelton

Instalovaný výkon P_i /kW/						
			155,0	kW		
Roční výroba elektrické energie E_r /kWh/						
			669 695	kWh		
Roční tržba za vyrobenou elektrickou energii C_r /Kč/						
$C_r = C_e \cdot E_r$						
kde C_e =	2,354	Kč/kWh	výkupní cena za el. energii dodanou do sítě + zelený bonus			
			pro rok 2018			
			1 576 462	Kč		
Roční náklady na provoz N_{pr} /Kč/						
$N_{pr} = 0,05 \cdot C_r$						
			78 823	Kč		
Životnost a roční odpisy O_r /Kč/						
Životnost stavebních konstrukcí je 50 let, roční odpis je pak 2 % nákladů stavební části						
Životnost technologického zařízení je 25 let, roční odpis je pak 4 % nákladů technologické části						
$O_r = 0,02 \cdot INS + 0,04 \cdot INT$						
			649 104	Kč		
Roční zisk Z_r /Kč/						
$Z_r = C_r - N_{pr} - O_r$						
			848 535	Kč		
Návratnost nákladů ziskem T_z /roky/						
$T_z = IN / Z_r$						
			21,5	roků		
Návratnost nákladů tržbami T_t /roky/						
$T_t = IN / C_r$						
			11,6	roků		
Investiční náklady na jednotku instalovaného výkonu I_m /Kč/kW/						
$I_m = IN / P_i$						
			117 823	Kč / kW		

A.5.6. VARIANTA 5 – VĚTŠÍ A MENŠÍ TURBÍNA FRANCIS VE STROJOVNĚ SV

- Strojně-technologická část

Strojně-technologická část sestává ze zařízení většího turbosoustrojí Francis, ze zařízení menšího turbosoustrojí Francis a z úpravy asanační výpusti.

Zařízení většího turbosoustrojí Francis zahrnuje přívodní potrubí s uzávěry, vlastní turbosoustrojí turbíny s generátorem a odpadní potrubí turbíny.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 400, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno nalevo od levé SV a bude sestávat z horizontální turbíny tvořené spirálou, turbínovými víky, rozváděcím mechanismem, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, z valivých ložisek s těsněním v tělese upevněném na víku a z generátoru. Turbína bude regulována rozváděcími lopatkami na vstupu do spirály. Ovládání rozváděcích lopat bude pomocí regulačního kruhu, který bude natáčen elektrickým servomotorem 24 V DC. Rám turbíny bude ukotven k podlaze strojovny. Na hřídelovém konci turbíny bude uchycena pružná spojka pro přímé připojení generátoru, který bude uložen na společném rámu s turbínou. Součástí turbíny bude mazací agregát ložisek s příslušenstvím.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr oběžného kola	430 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,4 / 41,9 / 40,7 m
- rozsah průtoků	0,100 – 0,320 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	116,8 kW
- výkon na hřídeli minimální	31,6 kW
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- přípustná sací výška	+ 4,67 m

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	110 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 500, a v této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru levého břehu vývaru SV. Za obloukem bude procházet přes betonovou konstrukci pravé boční stěny vývaru, do kterého bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Zařízení menšího turbosoustrojí Francis zahrnuje přívodní potrubí, vlastní turbosoustrojí a odpadní potrubí vyústěné do vývaru SV.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 250, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzávěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzávěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno napravo od pravé SV a bude sestávat z horizontální turbíny tvořené spirálou, turbínovými víky, rozváděcím mechanismem, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, z valivých ložisek s těsněním v tělese upevněném na víku a z generátoru. Turbína bude regulována rozváděcími lopatkami na vstupu do spirály. Ovládání rozváděcích lopat bude pomocí regulačního kruhu, který bude natáčen elektrickým

servomotorem 24 V DC. Rám turbíny bude ukotven k podlaze strojovny. Na hřídelovém konci turbíny bude uchycena pružná spojka pro přímé připojení generátoru, který bude uložen na společném rámu s turbínou. Součástí turbíny bude mazací agregát ložisek s příslušenstvím.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr oběžného kola	250 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,5 / 42,0 / 33,7 m
- rozsah průtoků	0,034 – 0,100 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	36,2 kW
- výkon na hřídeli minimální	9,2 kW
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹
- přípustná sací výška	+ 4,67 m

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	37 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 250, po změně směru bude dále potrubí rozšířeno na DN 300 a v této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru pravého břehu vývaru SV. Za obloukem bude procházet přes betonovou konstrukci pravé boční stěny vývaru, do kterého bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Úpravy asanační výpusti jsou shodné s variantou 1.

- Elektrotechnologická část

Koncepce elektrotechnologického zařízení je shodná s variantou 1.

- Stavební část

Stavební část bude zahrnovat následující činnosti :

- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu větší turbíny Francis (odstranění dlažby, odstranění čistého betonu, vyrovnání hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 3 m².
- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu menší turbíny Francis, odstranění čistého betonu, vyrovnání hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 2 m².
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 500 větší turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 1,5 m³, zálivka prostupu, armatura.
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 300 menší turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 1 m³, zálivka prostupu, armatura.
- Sanace celého půdorysu podlahy strojovny SV – sjednocení povrchu stěrkou (91 m²)
- Výmalba stěn a stropu strojovny SV (420 m²)
- Výkop pro uložení odpadního potrubí DN 500 větší turbíny Francis, objem 50 m³, zpětný zásyp.
- Výkop pro uložení odpadního potrubí DN 300 menší turbíny Francis, objem 45 m³, zpětný zásyp.
- Terénní úpravy místě výkopů – obrubníky, asfaltový povrch – obnova po provedení zásypů výkopů.
- Likvidace vybouraných stavebních hmot na řízenou skládku odpadů.
- Zařízení staveniště.

- Roční výroba elektrické energie

Výroba elektrické energie pro variantu 5 je zpracována v následující tabulce 7.

Vypočtená roční výroba pro větší Francisovu turbínu je 506 425 kWh.

Vypočtená roční výroba menší Francisovu turbínu je 151 441 kWh.

Celková roční výroba je pak 657 866 kWh.

Vykrytí křivky průtoků a průběh hladin v nádrži jsou patrný z následujícího obr. 5

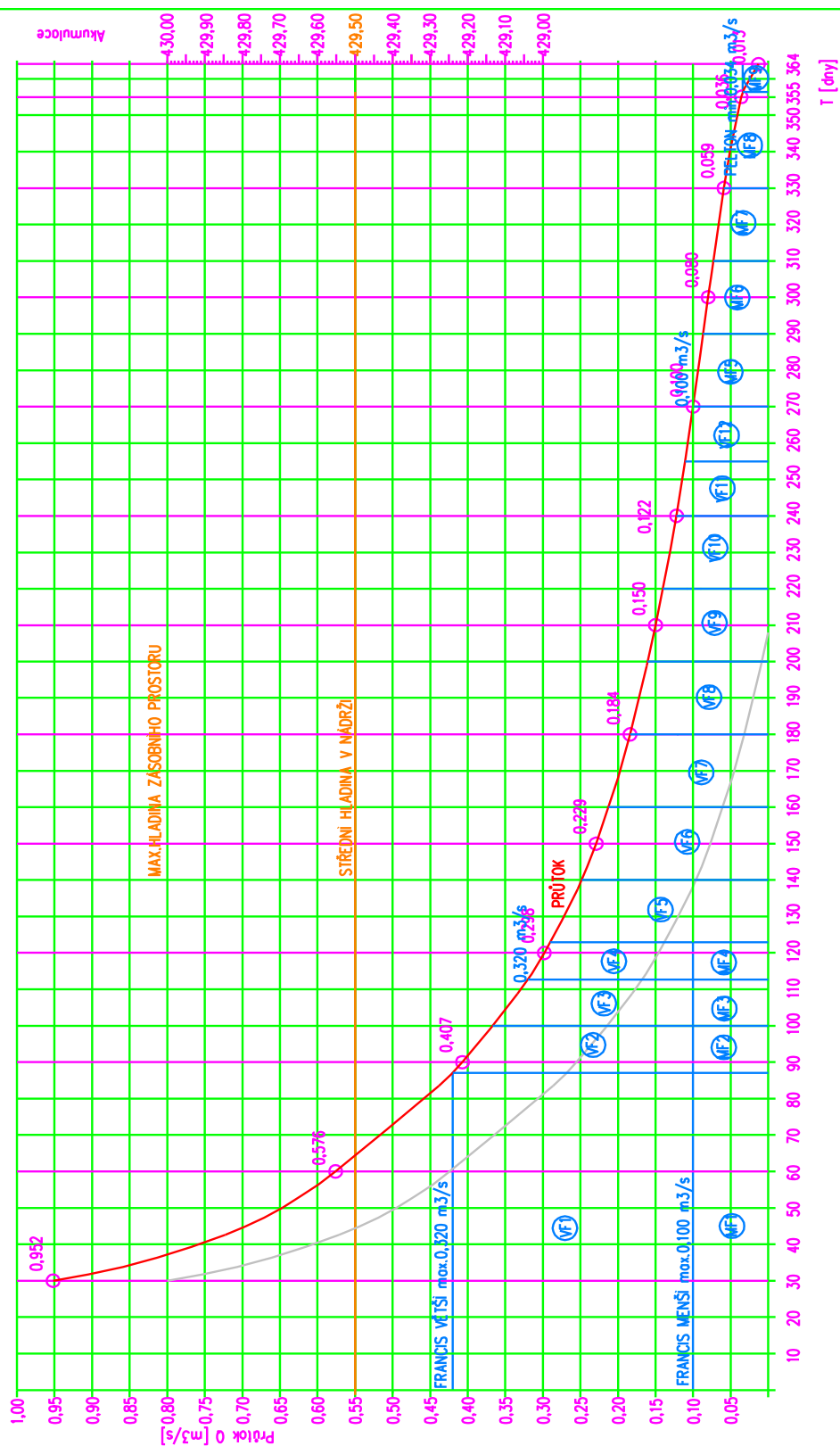
**TABULKA č.7 VÝPOČET ROČNÍ VÝROBY EL. ENERGIE - VARIANTA 5 TURBÍNA FRANCIS VĚTŠÍ + MENŠÍ
PĚTIVE BOSKOVICE**

TABULKA č.7 VÝPOČET ROČNÍ VÝROBY EL. ENERGIE - VARIANTA 5 TURBINA FRANCIS VĚTŠÍ + MENŠÍ

MVE BOSKOVICE

D		Hb = 10 - tok / 100		h		hmax		hmin		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h		h	
---	--	---------------------	--	---	--	------	--	------	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

obr.5 KŘIVKA PRŮTOKŮ A PRŮBĚH HLADINY V NÁDRŽI
VARIANTA 5 – FRANCIS VĚTŠÍ + MENŠÍ



- Odhad investičních nákladů varianta 5 – větší a menší turbína Francis

Rozsah nákladů odpovídá popisu jednotlivých částí, cenová úroveň 1Q 2018, náklady jsou bez DPH

a) Strojní technologie celkem						11 895 984 Kč
b) Elektročást celkem						2 096 101 Kč
c) Stavební část celkem						720 000 Kč
d) Projekty, inž. činnost						820 732 Kč
e) CELKOVÉ NÁKLADY						15 532 817 Kč

- Ekonomické zhodnocení varianta 5 – větší a menší turbína Francis

Instalovaný výkon P_i /kW/						
			147,0	kW		
Roční výroba elektrické energie E_r /kWh/						
			657 866	kWh		
Roční tržba za vyrobenou elektrickou energii C_r /Kč/						
$C_r = C_e \cdot E_r$						
kde $C_e =$	2,354	Kč/kWh	výkupní cena za el. energii dodanou do sítě + zelený bonus			
			pro rok 2018			
			1 548 617	Kč		
Roční náklady na provoz N_{pr} /Kč/						
$N_{pr} = 0,05 \cdot C_r$						
			77 431	Kč		
Životnost a roční odpisy O_r /Kč/						
Životnost stavebních konstrukcí je 50 let, roční odpis je pak 2 % nákladů stavební části						
Životnost technologického zařízení je 25 let, roční odpis je pak 4 % nákladů technologické části						
$O_r = 0,02 \cdot INS + 0,04 \cdot INT$						
			574 083	Kč		
Roční zisk Z_r /Kč/						
$Z_r = C_r - N_{pr} - O_r$						
			897 102	Kč		
Návratnost nákladů ziskem T_z /roky/						
$T_z = IN / Z_r$						
			17,3	roků		
Návratnost nákladů tržbami T_t /roky/						
$T_t = IN / C_r$						
			10,0	roků		
Investiční náklady na jednotku instalovaného výkonu I_m /Kč/kW/						
$I_m = IN / P_i$						
			105 665	Kč / kW		

A.5.6. VARIANTA 5A – VĚTŠÍ A MENŠÍ TURBÍNA FRANCIS VE STROJOVNĚ SV-MODIFIKACE

- Strojně-technologická část

Strojně-technologická část sestává ze zařízení většího turbosoustrojí Francis, ze zařízení menšího turbosoustrojí Francis a z úpravy asanační výpusti.

Varianta 5A je modifikací předchozí varianty 5 zohledňující budoucí provoz vodárenského odběru, s požadavkem udržení hladiny v nádrži co nejbližší kótě přelivu a požadavkem jemných plynulých manipulací s průtokem pod VD.

Zařízení většího turbosoustrojí Francis zahrnuje přívodní potrubí s uzavěří, vlastní turbosoustrojí turbíny s generátorem a odpadní potrubí turbíny.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 500, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzavěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzavěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno nalevo od levé SV a bude sestávat z horizontální turbíny tvořené spirálou, turbínovými víky, rozváděcím mechanismem, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, z valivých ložisek s těsněním v tělese upevněném na víku a z generátoru. Turbína bude regulována rozváděcími lopatkami na vstupu do spirály. Ovládání rozváděcích lopat bude pomocí regulačního kruhu, který bude natáčen elektrickým servomotorem 24 V DC. Rám turbíny bude ukotven k podlaze strojovny. Na hřídelovém konci turbíny bude uchycena pružná spojka pro přímé připojení generátoru, který bude uložen na společném rámu s turbínou. Součástí turbíny bude mazací agregát ložisek s příslušenstvím.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr oběžného kola	410 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,6 / 42,1 / 40,8 m
- rozsah průtoků	0,130 – 0,450 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	171,4 kW
- výkon na hřídeli minimální	41,4 kW
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- přípustná sací výška	+ 5,96 m
- instalovaná sací výška	+ 3,70 m

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	160 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1010 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 600, potrubí této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru levého břehu vývaru SV, dále bude procházet přes betonovou konstrukci boční stěny vývaru, do kterého bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Zařízení menšího turbosoustrojí Francis zahrnuje přívodní potrubí, vlastní turbosoustrojí a odpadní potrubí vyústěné do vývaru SV, zařízení bude shodné s variantou 5.

Přívodní potrubí o předpokládané světlosti DN 250, bude napojeno samostatnou odbočkou na každou SV, každá odbočka bude osazena montážní vložkou a klapkovým uzavěrem s el.servomotorem, potrubí bude z nerezové oceli. Odbočky budou spojeny do společného potrubí, na jehož konci před turbínou bude klapkový uzavěr s el.servomotorem a montážní vložka. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Turbosoustrojí bude umístěno napravo od pravé SV a bude sestávat z horizontální turbíny tvořené spirálou, turbínovými víky, rozváděcím mechanismem, rotorem sestávajícím z oběžného kola a hřídele, z valivých ložisek s těsněním v tělese upevněném na víku a z generátoru. Turbína bude regulována rozváděcími lopatkami na vstupu do spirály. Ovládání rozváděcích lopat bude pomocí regulačního kruhu, který bude natáčen elektrickým servomotorem 24 V DC. Rám turbíny bude ukotven k podlaze strojovny. Na hřídelovém konci turbíny bude uchycena pružná spojka pro přímé připojení generátoru, který bude uložen na společném rámu s turbínou. Součástí turbíny bude mazací agregát ložisek s příslušenstvím.

Předpokládané hlavní parametry turbíny :

- průměr oběžného kola	250 mm
- čistý spád maximální / střední / minimální	42,5 / 42,0 / 33,7 m
- rozsah průtoků	0,034 – 0,100 m ³ /s
- výkon na hřídeli maximální	36,2 kW
- výkon na hřídeli minimální	9,2 kW
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹
- přípustná sací výška	+ 4,67 m
- instalovaná sací výška	+ 3,40 m

Předpokládané hlavní parametry generátoru :

- typ generátoru	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	37 kW
- jmenovité napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
- jmenovité otáčky	1520 min ⁻¹
- tvar	patkový

Odpadní potrubí turbíny

K výstupnímu hrdlu spirály bude připojen kuželový přechod na předpokládanou světlost DN 250, po změně směru bude dále potrubí rozšířeno na DN 300 a v této světlosti bude vyvedeno přes stěnu strojovny do prostoru pravého břehu vývaru SV. Za obloukem bude procházet přes betonovou konstrukci pravé boční stěny vývaru, do kterého bude zaústěno. Potrubí bude zhotoveno z nerezové oceli. Součástí potrubí budou potřebné tvarovky a materiál pro kotvení a podepření potrubí.

Úpravy asanační výpusti jsou shodné s variantou 1.

- Elektrotechnologická část

Koncepce elektrotechnologického zařízení je shodná s variantou 1.

- Stavební část

Stavební část bude zahrnovat následující činnosti :

- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu větší turbíny Francis (odstranění dlažby, odstranění čistého betonu, vyrovnání hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 3 m².
- Úpravy podlahy strojovny SV pro osazení kotevního rámu menší turbíny Francis, odstranění čistého betonu, vyrovnání hrubého betonu, osazení kotevních prvků, provedení zálivky rámu), půdorysná plocha úprav cca 2 m².
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 600 větší turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 1,5 m³, zatěsnění prostupu po montáži potrubí, armatura.
- Zhotovení prostupu stěnou strojovny SV pro odpadní potrubí DN 300 menší turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 1 m³, zálivka prostupu, armatura.
- Sanace celého půdorysu podlahy strojovny SV – sjednocení povrchu stěrkou (91 m²)
- Výmalba stěn a stropu strojovny SV (420 m²)
- Zhotovení prostupu levobřežní stěnou vývaru SV pro odpadní potrubí DN 600 turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 2 m³, zálivka prostupu, armatura, vnější povrchové úpravy stěny.

- Zhotovení prostupu pravobřežní stěnou vývaru SV pro odpadní potrubí DN 300 menší turbíny Francis, objem bouraného ŽB cca 2 m³, zatěsnění prostupu, armatura, vnější povrchové úpravy stěny.
- Výkop pro uložení odpadního potrubí DN 600 větší turbíny Francis, objem 50 m³, zpětný zásyp.
- Výkop pro uložení odpadního potrubí DN 300 menší turbíny Francis, objem 45 m³, zpětný zásyp.
- Terénní úpravy místě výkopů – obrubníky, asfaltový povrch – obnova po provedení zásypů výkopů.
- Likvidace vybouraných stavebních hmot na řízenou skládku odpadů.
- Zařízení staveniště.

- Roční výroba elektrické energie

Výroba elektrické energie pro variantu 5A je zpracována v následující tabulce 8.

Vypočtená roční výroba pro větší Francisovu turbínu je 606 088 kWh.

Vypočtená roční výroba pro menší Francisovu turbínu je 149 830 kWh.

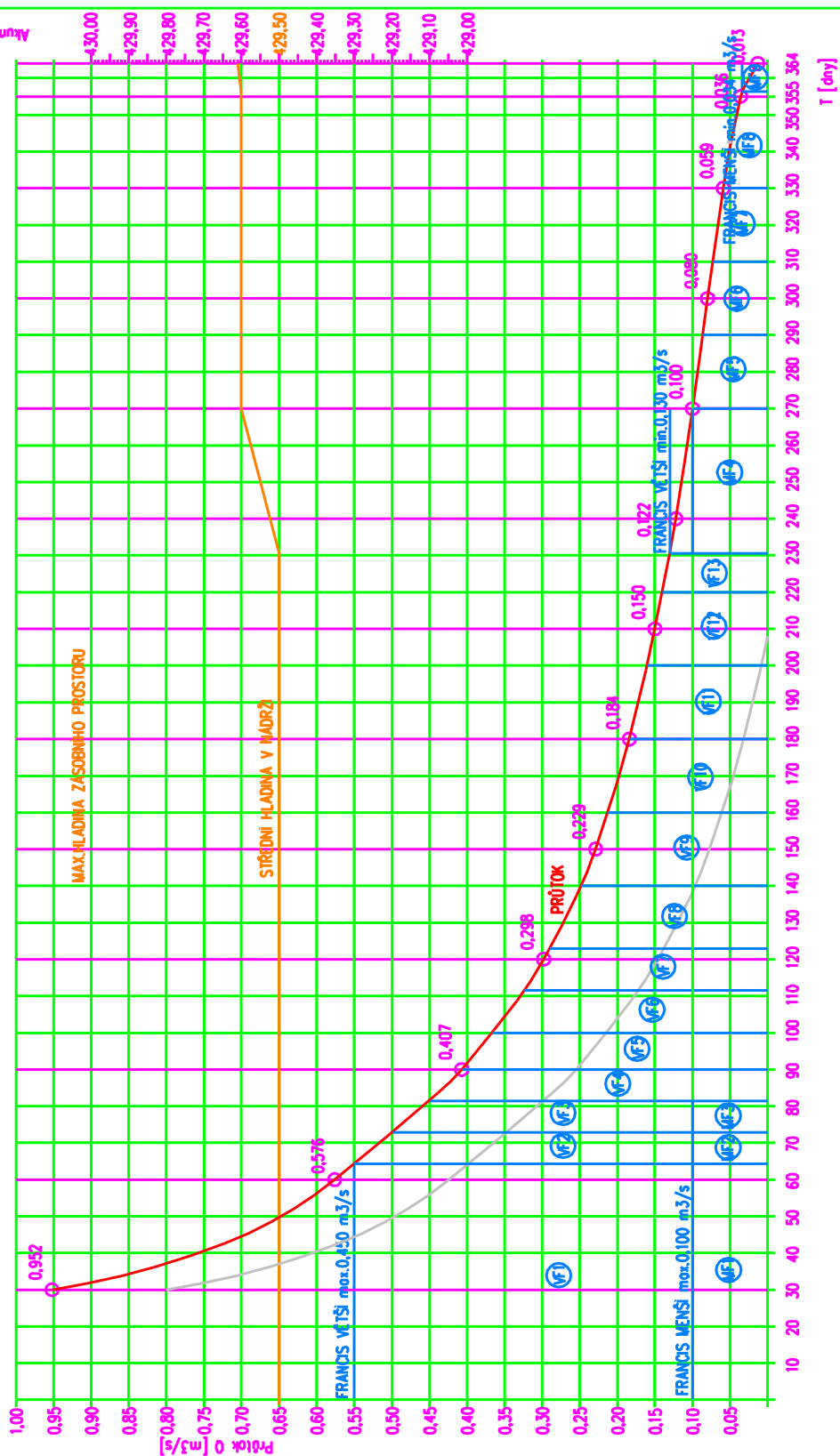
Celková roční výroba je pak 755 918 kWh.

Vykrytí křivky průtoků a průběh hladin v nádrži jsou patrný z následujícího obr. 6

TABULKA č.8 VÝPOČET ROČNÍ VÝROBY EL. ENERGIE - VARIANTA 5A TURBÍNA FRANCIS VĚTŠÍ + MENŠÍ
MVE BOSKOVICE

TABULKA 2.8 VÝPOČET ROČNÍ VÝROBY EL ENERGIE - VARIANTA 5A TURBÍNA FRANCIS VĚTŠÍ + MENŠÍ MVE BOSKOVCE																													
D										D										D									
0,41 m										0,25										0,25									
0,97 m										0,92										0,92									
1,5 m										1,5										1,5									
429,50 m n.m.										429,50										429,50									
389,80 m n.m.										389,80										389,80									
430,00 m n.m.										430,00										430,00									
427,00 m n.m.										427,00										427,00									
h										h										h									
0,13 m										0,13										0,13									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n										n										n									
n																													

obr.6 KŘIVKA PRŮTOKŮ A PRŮBĚH HLADINY V NÁDRŽI
VARIANTA 5A – FRANCIS VĚTŠÍ + MENŠÍ – MODIFIKACE



- Odhad investičních nákladů variantu 5A – větší a menší turbína Francis - modifikace

Rozsah nákladů odpovídá popisu jednotlivých částí, cenová úroveň 1Q 2018, náklady jsou bez DPH

a) Strojní technologie celkem						11 973 317 Kč
b) Elektročást celkem						2 096 101 Kč
c) Stavební část celkem						720 000 Kč
d) Projekty, inž. činnost						838 328 Kč
e) CELKOVÉ NÁKLADY						15 627 747 Kč

- Ekonomické zhodnocení variantu 5A – větší a menší turbína Francis - modifikace

Instalovaný výkon P_i /kW/						
			197,0	kW		
Roční výroba elektrické energie E_r /kWh/						
			755 918	kWh		
Roční tržba za vyrobenou elektrickou energii C_r /Kč/						
$C_r = C_e \cdot E_r$						
kde $C_e =$	2,354	Kč/kWh	výkupní cena za el. energii dodanou do sítě + zelený bonus			
			pro rok 2018			
			1 779 431	Kč		
Roční náklady na provoz N_{pr} /Kč/						
$N_{pr} = 0,05 \cdot C_r$						
			88 972	Kč		
Životnost a roční odpisy O_r /Kč/						
Životnost stavebních konstrukcí je 50 let, roční odpis je pak 2 % nákladů stavební části						
Životnost technologického zařízení je 25 let, roční odpis je pak 4 % nákladů technologické části						
$O_r = 0,02 \cdot INS + 0,04 \cdot INT$						
			577 177	Kč		
Roční zisk Z_r /Kč/						
$Z_r = C_r - N_{pr} - O_r$						
			1 113 283	Kč		
Návratnost nákladů ziskem T_z /roky/						
$T_z = IN / Z_r$						
			14,0	roků		
Návratnost nákladů tržbami T_t /roky/						
$T_t = IN / C_r$						
			8,8	roků		
Investiční náklady na jednotku instalovaného výkonu I_m /Kč/kW/						
$I_m = IN / P_i$						
			79 329	Kč / kW		

A.6. PROVOZ MVE, ORGANIZACE VÝSTAVBY

A.6.1. PROVOZ MVE

Provoz turbosoustrojí je navržen jako plně automatický, ovládaný řídicím systémem, který bude zajišťovat automatické najetí soustrojí, automatické odstavení při poruše, signalizaci provozních a poruchových stavů, možnost přepnutí z automatického do ručního režimu a naopak, sledování důležitých provozních veličin, výpis poruch, případně další požadované funkce. Pro řízení je soustrojí vybaveno potřebnými snímači a čidly. Řídicí systém bude propojen komunikační linkou se zařízením dispečinku Povodí Moravy, na který budou přenášeny hodnoty vybraných technologických veličin a provozní stavy zařízení.

Řídicí systém MVE bude obstarávat kompletní řízení soustrojí MVE :

- Automatické spouštění soustrojí včetně automatického přifázování k síti.
- Automatické provozní a havarijní odstavení soustrojí.
- Kompletní provozní monitorování a diagnostiku daného soustrojí včetně záznamu všech událostí.
- Kompletní poruchovou signalizaci soustrojí včetně záznamu všech poruchových událostí do paměti automatu.
- Regulaci soustrojí na zadané otevření nebo na zadaný průtok.
- Při odstavení nebo výpadku sítě bude zajišťovat automatické otevření asanační výpusti, při najetí bude zajišťovat automatické zavření asanační výpusti.

Automat bude komunikovat s obsluhou prostřednictvím komunikačního terminálu osazeného na rozvaděči řízení. Pomocí terminálu bude možné nastavovat parametry regulace, spouštět a odstavovat soustrojí. Na terminálu bude možné zobrazit detailní výpisy všech provozních událostí, poruchových událostí a hodnoty analogových veličin.

Rovněž bude umožněno povelové řízení a monitoring technologie prostřednictvím SMS. SMS řízení technologie je zajištěno GSM modemem připojeným k řídicímu systému MVE.

Vizualizace VHD se bude skládat ze soustavy přepínatelných obrazovek, na kterých bude grafickou formou prezentován aktuální stav technologie.

Převádění Q_{as} po vybudování MVE bude buď z levé SV asanačním potrubím nebo přes MVE na pravé SV.

A.6.2. POSTUP VÝSTAVBY

Zařízení MVE bude transportováno příjezdovou cestou do strojovny SV a odtud z montážního prostoru pomocí stávajícího zdvihacího zařízení (ruční mostový jeřáb 10 t) na podlahu SV. U variant se samostatnou strojovnou na levém břehu vývaru SV bude montáž zařízení provedena s pomocí mobilního jeřábu.

V první fázi se provede demontáž stávajícího soustrojí, stavební úpravy v podlaze strojovny SV, prostupy pro potrubí ve stěnách strojovny, úpravy a napojení přívodního potrubí nových turbín, včetně osazení uzávěrů nových přívodních potrubí a kotvení. U variant se samostatnou strojovnou se provede výkop stavební jámy strojovny, vybudování spodní stavby, instalace přívodního a odpadního potrubí a úprava břehů vývaru SV v místech prostupů potrubí a vybudování horní stavby strojovny. Dále proběhne montáž turbosoustrojí a napojení na přívodní a odpadní potrubí, tlakové zkoušky potrubí, zásyp potrubí a terénní úpravy. Po montáži strojní technologie bude probíhat montáž elektročásti a řídicího systému. Po dokončení montáže strojního i elektro zařízení proběhne individuální odzkoušení, na které navážou komplexní zkoušky a zaškolení obsluhy. Následně proběhne předání do provozu a zkušební provoz.

A.6.3. ORIENTAČNÍ DÉLKY TRVÁNÍ ČINNOSTÍ PŘI VÝSTAVBĚ

• Zpracování projektové dokumentace	12 týdnů
• Demontáž původního technologického zařízení MVE ze strojovny SV	1 týden
• Stavební práce ve strojovně SV	6 týdnů
• Stavební práce na samostatné strojovně	12 týdnů
• Výroba nového přívodního potrubí a uzávěrů	20 týdnů
• Montáž přívodního potrubí a uzávěrů	3 týdny
• Výroba kompletního turbosoustrojí Francis	45 týdnů
• Výroba kompletního turbosoustrojí Pelton	45 týdnů
• Výroba kompletního turbosoustrojí s větší čerpadlovou turbínou	22 týdnů
• Výroba komplet.turbosoustrojí s menší a střední čerpadlovou turbínou	10 týdnů
• Montáž kompletního turbosoustrojí Francis	2 týdny
• Montáž kompletního turbosoustrojí s větší čerpadlovou turbínou	2 týdny
• Montáž kompletního turbosoustrojí s menší čerpadlovou turbínou	1 týden
• Výroba kompletní elektročásti a řídicího systému	14 týdnů
• Montáž kompletní elektročásti a řídicího systému	4 týdny
• Individuální zkoušky	1 týden
• Komplexní zkoušky, zaškolení obsluhy	1 týden
• Zkušební provoz	26 týdnů

A.7. POROVNÁNÍ VARIANT, ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

A.7.1. SROVNÁVACÍ TABULKA VARIANT

Tabulka č.9

VARIANTY	1	2	3	4	5	5A
Typ turbíny	Francis + čerpadlo	Pelton + čerpadlo	Tři různá čerpadla	Francis + Pelton	Větší + menší Francis	Větší + menší Francis, modif.
Instalovaný výkon /kW/	171,0	151,0	146,0	155,0	147,0	197,0
Investiční náklady /Kč/	12 638 895	15 665 840	8 437 132	18 262 511	15 532 817	15 627 747
Roční výroba el.energie /kWh/	688 583	650 879	599 308	669 695	657 866	755 918
Roční tržba za vyrobenou energii /Kč/	1 620 924	1 532 169	1 410 771	1 576 462	1 548 617	1 779 431
Roční zisk /Kč/	1 071 904	917 140	1 039 586	848 535	897 102	1 113 283
Návratnost nákladů ziskem /roky/	11,8	17,1	8,1	21,5	17,3	14,0
Návratnost nákladů tržbami /roky/	7,8	10,2	6,0	11,6	10,0	8,8
Invest.náklady na jedm.instal.výkonu /Kč/kW/	73 912	103 747	57 789	117 823	105 665	79 329

A.7.2. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

- Varianta 1 - Francis + čerpadlo

Varianta se vyznačuje druhou nejvyšší roční výrobou a tržbou za vyrobenou energii, má druhé nejnižší investiční náklady a druhou nejkratší návratnost. Výhodou varianty je, že nevyžaduje stavbu samostatné strojovny a že turbína Francis má vysokou účinnost.

Nevýhodou varianty je, že minimální průtok turbíny Francis 120 l/s nenavazuje plynule na průtok čerpadlové turbíny 37 l/s. Při střídavém provozu obou turbín bude tedy rozdíl průtoků 83 l/s.

- Varianta 2 - Pelton + čerpadlo

Varianta má čtvrtou nejvyšší výrobu el. energie a druhé nejvyšší investiční náklady. Nevýhodou varianty je potřeba vybudování prostorné samostatné strojovny pro turbínu Pelton, turbína pak vzhledem ke svému funkčnímu rovnotlakému principu je schopna zpracovat oproti turbíně Francis nižší spád o cca 1,7 m, což představuje ztrátu spádu cca 4 %.

Samotná vertikální turbína Pelton je oproti turbíně Francis prostorově náročnější. Výhodou turbíny Pelton je, že její minimální průtok plynule navazuje na průtok čerpadlové turbíny.

- Varianta 3 - tři různá čerpadla

Varianta má nejnižší investiční náklady, nejkratší návratnost a nejnižší roční výrobu elektrické energie. Ze všech variant má nejmenší využití energetického potenciálu lokality. Nevýhodou je neregulovatelnost, relativně nižší účinnost čerpadlových turbín a skoková změna průtoku při střídání turbín v provozu, což se naopak projevuje výhodou podstatně nižší ceny oproti regulovatelným turbínám.

- Varianta 4 – Francis + Pelton

Varianta má nejvyšší investiční náklady a třetí nejvyšší roční výrobu energie. Nevýhodou varianty jsou vysoké investiční náklady, způsobené drahými regulovatelnými turbínami a nutností vybudovat pro turbínu Pelton samostatnou strojovnu. Výhodou je plynulé navázání průtoků při provozu turbín.

- Varianta 5

Varianta se vyznačuje čtvrtou nejvyšší výrobou energie a čtvrtými nejvyššími investičními náklady. Nevýhodou varianty jsou vysoké pořizovací náklady na malou turbínu Francis. Výhodou varianty je plynulé navázání průtoků a že nevyžaduje budování samostatné strojovny.

- Varianta 5A

Varianta 5A je modifikací předchozí varianty 5 zohledňující budoucí provoz vodárenského odběru, s požadavkem udržení hladiny v nádrži co nejbližší kótě přelivu a požadavkem jemných plynulých manipulací s průtokem pod VD. Varianta má ze všech variant nejvyšší roční výrobu elektrické energie a nejlépe využívá energetický potenciál lokality. Nevyžaduje výstavbu samostatné strojovny. Průtoky obou turbín navazují s přijatelným rozdílem 30 l/s. Turbíny Francis mají vysokou účinnost, využívají celý spád lokality a vyhovují provozu bez kavitace. Varianta má velmi příznivou návratnost nákladů a nízké jednotkové investiční náklady.

- Závěr a doporučení

Z předložených variant vychází s ohledem na technické parametry, energetické využití lokality a velmi příznivé ekonomické parametry nejlépe varianta 5A.

Vliv provozu MVE na hladiny v nádrži

Z křivek průtoků a hladin v nádrži (obr.1 až obr.5) plyne, že při provozu MVE u všech variant bude postačovat rozpětí hladin od 429,00 po 430,00 m n.m. Nebude nutné tedy z důvodu energetického provozu snižovat hladinu až na kótu 427,00 m n.m., jak je uvažováno v zadání.

Ovlivnění MVE zprovozněním vodárenského odběru

V případě zprovoznění vodárenského odběru bude z nádrže odebírán průtok 152 l/s, což bude mít za následek u všech variant snížení roční výroby elektrické energie přibližně o 40 %. MVE tedy bude vyrábět cca 60 % energie oproti hodnotám ve srovnávací tabulce, což bude mít za následek i odpovídající zhoršení ekonomických parametrů.

Z uvedených variant doporučuje zpracovatel studie pro realizaci variantu 5A s větší a menší turbínou Francis, modifikovanou pro optimální využití lokality.

