

VD Byst i ka Ěrekonstrukce MVE - DPS

D. Dokumentace objekt a technických a technologických zařízení D.1. Dokumentace strojní-technologické části

Zhotovitel

Ing. Jaromír Florian
Jasanová 30, 678 01 BLANSKO
I O 64470873, DI CZ5903211468

DATUM
Duben 2018

OBSAH

D.1.1.	Technická zpráva	3
D.1.1.1.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VODNÍM DÍLE	3
D.1.1.2.	POPIS A PARAMETRY ZAŘÍZENÍ A OBJEKT SOUVISEJÍCÍCH S MVE	3
D.1.1.3.	KONCEPCE REKONSTRUKCE MVE.....	5
D.1.1.4.	POPIS A PARAMETRY NOVÝCH TURBOSOUSTROJÍ	6
D.1.1.5.	ZÁSADY POSTUPU PRACÍ	9
D.1.2.	Technická specifikace.....	11
D.1.2.1.	VEŠKOBECNÉ POŽADAVKY	11
D.1.2.2.	NÁSTAVY	11
D.1.2.3.	ZKOUŠKY, ZATÍŽENÍ, ZKUSOVNÍ PROVOZ.....	12
D.1.2.4.	PRÍVODNÍ POTRUBÍ PRO VELKOU TURBÍNOU FRANCIS.....	13
D.1.2.5.	VELKÁ TURBÍNA FRANCIS S GENERÁTOREM	15
D.1.2.6.	ÚPRAVY SOUVISEJÍCÍ S OSAZENÍM VELKÉ TURBÍNY FRANCIS	18
D.1.2.7.	PRÍVODNÍ POTRUBÍ PRO MALOU TURBÍNOU FRANCIS	18
D.1.2.8.	MALÁ TURBÍNA FRANCIS S GENERÁTOREM.....	20
D.1.2.9.	ÚPRAVY SOUVISEJÍCÍ S OSAZENÍM MALÉ TURBÍNY FRANCIS.....	23
D.1.3.	Automatika, snímače, pohony.....	24
D.1.3.1.	SEZNAM POHONŮ A IDEL	24
D.1.3.2.	AUTOMATIKA A OVLÁDÁNÍ TURBOSOUSTROJÍ	25
D.1.4.	Schéma automatiky	
D.1.5.	Uspořádání turbosoustrojí	

D.1.1. Technická zpráva

Poznámka : výzkové kóty jsou v systému Balt po vyrovnání.

D.1.1.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VODNÍM DÍLE

Vzdouvací objekt vodního díla tvoří gravitační kamenná hráz vybudovaná v km 5,480 toku Bystřice, který je pravostranným přítokem Vsetínské Bevy. Součástí hráze je výpustné zařízení se strojovnou, umístěnou na vzdušné patce hráze.

Hlavní parametry vodního díla :

- průměrný průtok pod přehradou	0,883 m ³ /s
- nalepený odtok pod nádrží	0,080 m ³ /s
- minimální odtok pod nádrží (asanační)	0,050 m ³ /s
- kóta max.hladiny zásobního prostoru	376,60 m n.m., s tolerancí + 0,20 m
- zatopená plocha při max. zásobní hladině	22,6 ha
- objem zásobního prostoru	852 000 m ³
- kóta prahu vývaru výpustných zařízení v hrázi	356,80 m n.m.
- kóta koruny hráze	386,60 m n.m.
- kóta přepadové hrany bočního přílivu	384,73 m n.m.
- délka hráze v koruně	170 m
- výška hráze nad dnem údolí	27,4 m

D.1.1.2. POPIS A PARAMETRY ZAŘÍZENÍ A OBJEKT SOUVISEJÍCÍCH S MVE

a) Strojovna pod hrází

Strojovna spodní výpusti je vybudována u paty hráze na vzdušné straně nad vývarem výpusti. Ve strojovně je umístěno ovládání rozstřikovacího uzávěru, dvě turbosoustroje s vodními turbínami, ovládání uzávěru asanačního potrubí, elektrické rozvaděče a silové a řídicí části turbosoustrojů a uzávěru spodní výpusti. Pod stropem strojovny jsou uchyceny na příhradové konstrukci podélné i ocelové nosníky pro osazení ručních kolek s kladkostrojem (nosnost kolek směrem od hráze 1,5 t, 1,5 t, 5 t). Vjezd a vstup do strojovny je ocelovými vraty o svtlých rozměrech šířka x výška = cca 3,0 x 3,2 m z příjezdové cesty na levém břehu koryta pod hrází.

b) Spodní výpusť v hrázi

Vtok do spodní výpusti je umístěn pod hrází, na vstupu je vybaven eslicemi, pod kterými jsou umístěny dráčky pro provizorní hrazení. Za vtokem pokračuje krátká přívodní ztola, na jejím konci je u paty hráze hradidlová tabule pro zahrazení potrubí spodní výpusti, které je zabetonováno ve spodní části tělesa hráze. Na zátku potrubí spodní výpusti je osazen el.motoricky ovládaný klapkový uzávěr, montážní vložka a zavzdušovací/odvzdušovací ventil. Na konci výpusti je instalován regulační rozstřikovací uzávěr ovládaný elektrickým servomotorem. Pod rozstřikovacím uzávěrem je odbočka pro přívod vody k velké turbíně.

Parametry spodní výpusti :

- svtllost potrubí spodní výpusti	DN 1200
- délka potrubí spodní výpusti	cca 24 m
- svtllost rozstřikovacího uzávěru	DN 1100
- kóta osy potrubí spodní výpusti na výtoku	358,45 m n.m.
- kapacita spodní výpusti při hladině 376,60 m n.m.	12,3 m ³ /s

c) Asanační potrubí

Asanační potrubí je osazeno vedle potrubí spodní výpusti, je z větší části zabetonováno a jeho zážitek je na úrovni zážtku potrubí spodní výpusti. Na zážtku na úrovni klapky spodní výpusti je na potrubí instalován ruční uzávěr. V koncové části asanačního potrubí je el.motoricky ovládaný uzávěr a potrubí je vyústěno do prostoru vývaru rozstřikovacího uzávěru. Před el.motorickým uzávěrem je na potrubí připojena odbočka, která přivádí vodu k malé turbíně. Parametry asanačního potrubí :

- sv tlost potrubí	DN 200
- délka potrubí	cca 26 m
- kóta osy potrubí na výtoku	357,70 m n.m.
- kapacita potrubí při hladině 376,60 m n.m.	0,330 m ³ /s

d) Malá vodní elektrárna Ěstav před rekonstrukcí

Technologické zařízení MVE sestává ze dvou turbosoustrojí Bánky (velká a malá turbína) a z řídícího a silového rozvaděče. Vezkeré zařízení je umístěno ve strojovně spodní výpusti pod hrází.

- Velká turbína

Voda k turbíně je přiváděna odbočkou DN 500 napojenou na potrubí spodní výpusti před koncovým rozstřikovacím uzávěrem. Potrubí odbočky je z části zabetonované a vystupuje nad podlahu, kde je na něm osazena montážní vložka, za kterou následuje bezpřirubová klapka ovládaná el. servomotorem. Za klapkou je připojen oblouk, na který navazuje přechodový kus napojený na skříň turbíny. Turbosoustrojí sestává z turbíny Bánky, která je spojena pomocí řemenového převodu s asynchronním generátorem. Generátor je umístěn nad turbínou na ocelové konstrukci. řemenový převod je opatřen ochranným krytem a nosná ocelová konstrukce umožňuje jeho napínání. Regulačním orgánem turbíny je otočný segment, který je ovládaný elektrickým servomotorem. K výstupní části turbínové skříň je připojeno odpadní potrubí obdélníkového profilu (vzhledem k principu turbíny Bánky nelze hovořit o savce), které je vyvedeno pod spodní hladinu do vývaru. Hlavní parametry turbosoustrojí :

- Turbína	
- typ, průměr zážtky oběžného kola	Bánky 340/385 mm
- rozsah průtok	0,120 . 0,479 m ³ /s
- max.výkon na hřídeli turbíny	cca 56 kW
- Generátor	
- typ	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- výkon	55 kW
- napětí/frekvence	231/400 V /50 Hz
- otáčky jmenovité	1020 min ⁻¹
- otáčky průběžné	2244 min ⁻¹ po dobu 60 minut
- tvar	patkový
- třída izolace	F
- krytí	IP 54
- chlazení	vlastním ventilátorem
- zatížení	trvalé

- Malá turbína

Voda k turbíně je přiváděna odbočkou DN 200 z asanačního potrubí. Odbočka je z části zabetonovaná a vystupuje nad podlahu, kde je oblouk, za kterým následuje bezpřirubová klapka ovládaná el.servomotorem a dále montážní vložka. Za vložkou je připojen přechodový kus napojený na skříň turbíny. Turbosoustrojí sestává z turbíny Bánky, která je spojena přímo průřeznou spojkou s asynchronním generátorem. Generátor je umístěn vedle skříň turbíny. Celé soustrojí je uchyceno na rámu, který je ukotven do podlahy strojovny. Regulačním orgánem turbíny je otočný segment, který je ovládaný elektrickým

servomotorem. K výstupní části turbínové skříň je připojeno odpadní potrubí obdélníkového profilu, které je vyvedeno pod spodní hladinu do vývaru. Hlavní parametry turbosoustrojí :

- Turbína
 - typ, průměr/zítková oběžného kola Bánki, 250/150 mm
 - rozsah průtok 0,027 - 0,120 m³/s
 - max.výkon na hřídeli turbíny cca 12 kW
- Generátor
 - typ trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
 - výkon 11 kW
 - napětí/frekvence 230/400 V /50 Hz
 - otáčky jmenovité 765 min⁻¹
 - otáčky průběžné 1683 min⁻¹ po dobu 60 minut
 - tvar patkový
 - krytí IP 54

D.1.1.3. KONCEPCE REKONSTRUKCE MVE

a) Zásady rekonstrukce MVE

- Nová turbosoustrojí turbíny jsou, stejně jako přívodní, instalovány ve strojovně spodní výpusti pod hrází.
- Jsou navrženy tak, aby jejich instalace vyžadovala minimální stavební úpravy (bourání, betonování, apod.).
- Turbíny jsou navrženy pro maximální využití energetického potenciálu, s ohledem na prostorové možnosti ve strojovně.
- Jsou navrženy dvě Francisovy turbíny nestejné velikosti. Velká Francisova turbína je připojena na spodní výpust, malá turbína je připojena na asanační potrubí.

b) Parametry pro návrh nových turbín

- Průtok

Hydrologické údaje z HMÚ Ostrava za období 1957 - 2009 :

- Profil Bystřice pod přehradou
- číslo hydrologického pořadí 4-11-01-0882
- Plocha povodí 63,88 km²
- Průměrný roční průtok Q_a 0,883 m³/s
- Specifický odtok 13,3 l/s /km²
- Průměrný roční úhrn srážek H_s 940 mm
- M-denní průtoky m³/s
 - Q30 2,500
 - Q60 1,430
 - Q90 0,940
 - Q120 0,717
 - Q150 0,542
 - Q180 0,421
 - Q210 0,319
 - Q240 0,268
 - Q270 0,210
 - Q300 0,150
 - Q330 0,107
 - Q355 0,069
 - Q364 0,033

Maximální průtok MVE je navržen pro hodnotu $Q = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}$, což odpovídá cca 80 - 90 dennímu průtoku.

V této turbína je navržena pro maximální průtok $0,860 \text{ m}^3/\text{s}$, minimální průtok je $0,300 \text{ m}^3/\text{s}$.

Menzí turbína je navržena pro rozsah průtoků $0,050 - 0,160 \text{ m}^3/\text{s}$. Maximální průtok menší turbíny je omezen sv. tlostí DN 200 stávajícího asana ního potrubí. Z analýzy hydraulických ztrát v tomto potrubí vyplývá, že při průtoku nad 160 l/s ztráty způsobují snížení výkonu turbíny, takže nemá smysl provozovat turbínu při vyšším průtoku.

Rozdíl minimálního průtoku velké turbíny a maximálního průtoku malé turbíny bude potřeбен vykrýt ob. asným st. idavým provozem turbín s využitím tolerance hladiny zásobního prostoru a možnosti využití části reten. ního prostoru.

-Spád

Turbíny Francis dokáží využít celý spád mezi hladinou v nádrži a ve vývaru. Střední horní hladina pro energetické využití je $376,60 \text{ m n.m.}$ (max.hladina zásobního prostoru). Dolní hladina při provozu turbín bude kóta prahu vývaru $357,00 \text{ m n.m.}$ plus výška vody nad prahem vývaru $0,04$ až $0,14 \text{ m}$, podle průtoku MVE. Střední hrubý spád je tedy $376,60 - 357,00 - 0,09 = 19,51 \text{ m}$.

Hydraulické ztráty v průvodu velké turbíny pro rozsah průtoků $0,3$ až $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$ jsou cca $0,18$ až $1,51 \text{ m}$. Rozsah istých spádů pro velkou turbínu je v rozmezí $19,6$ až $18,1 \text{ m}$.

Hydraulické ztráty v průvodním potrubí malé turbíny budou při průtoku $0,05$ až $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ cca $0,67$ až $6,9 \text{ m}$. Rozsah istých spádů pro malou turbínu je v rozmezí $18,8$ až $12,7 \text{ m}$.

D.1.1.4. POPIS A PARAMETRY NOVÝCH TURBOSOUSTROJÍ

a) Turbosoustrojí s velkou turbínou

Turbína bude připojena na stávající odbočku DN 500 vedoucí ze spodní výpusti. Bude vym. n. na eslicová m. ío na za. átku odbočky ze spodní výpusti k turbíně za novou z nerezové oceli. Dále bude vym. n. na stávající klapka uzav. ru a montážní vložka za nové ru. n. ovládané nožové zoupátko s montážní vložkou. D. vodem vým. ny je minimalizace hydraulických ztrát. Za nožovým zoupátkem bude nové p. írubové p. echodové koleno umož. ující připojení spirály turbíny.

Turbosoustrojí bude sestávat z vertikální spirální turbíny Francis, která je přes průhonou spojku spojena s asynchronním generátorem. Vertikální p. írubový generátor je umíst. n nad turbínou a je připojen nástavcem k t. lesu ložiska, které je uchyceno k víku turbíny. Turbína má ob. Oné kolo z nerezové oceli uložené letmo na konci turbínového h. ídele. Ucpávka turbínového h. ídele bude mechanická axiální s t. snícemi plochami z karbidu Si a s díly z nerezi. Spirála turbíny je uchycena na patkách kotevními zrouby tak, aby byla možná její demontáž. H. ídel generátoru je připojen k turbíně prostřednictvím průhoné spojky, na které je uchycen ozubený v. nec pro snímání otá. ek. Ložisko je valivé, umíst. ná v t. lese uchyceném k víku turbíny. Mazání axiálního ložiska turbíny je zajišť. no automatickou tukovou maznicí. Na výstupní kužel ze spirály je připojena p. írubou savka z nerezové oceli s obloukem, p. í. ný př. ez p. ímé. ásti savky je z prostorových d. vod. navržen ve tvaru obdélníka. Savka je uchycena na podp. rách a je zikmo vyvedena do vývaru pod spodní hladinu. Nerezové rozvád. cí lopaty turbíny budou prostřednictvím nerezového regula. ního mechanismu regulovány elektrickým servomotorem s napájecím nap. tí 24 V DC.

Soustrojí bude dimenzováno na chod v maximálních p. b. Oných otá. kách po dobu 30 minut, první kritické otá. ky rotoru soustrojí musí být nejmén. o 30 % vyšší než maximální p. b. Oné otá. ky turbíny.

Předpokládané parametry navrženého turbosoustrojí :

- Turbína

- typ

- smysl otá. ení

Francis vertikální spirální

pravoto. ivá p. í pohledu od spojky

- pr m r ob Oného kola	430 mm
- rozsah pr tok	0,30 . 0,86 m ³ /s
- rozsah istých spád	19,6 . 18,1 m
- rozsah výkon na h ídeli	41 . 139 kW
- otá ky jmenovité	760 min ⁻¹
- otá ky pr b Oné	1380 min ⁻¹
- instalovaná sací výzka	cca + 3,45 m
- kóta osy ob Oného kola	360,25 m n.m.
- Generátor	
- typ	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	132 kW
- nap tí/frekvence	400 V/50 Hz
- otá ky jmenovité	760 min ⁻¹
- otá ky pr b Oné	1380 min ⁻¹
- tvar	vertikální, p írubový
- t ída izolace	F
- krytí	IP 54
- mazání	tukové s trvalou náplní
- chlazení	vlastním ventilátorem
- zatížení	trvalé

Uspo ádání turbosoustrojí je z ejmé z výkresu dispozice v p íloze D.1.5.

b) Turbosoustrojí s malou turbínou

Turbína bude p ípojena na stávající odbo ku z asana ního potrubí DN 200. Stávající klapkový uzáv r DN 200 s el.servopohonem bude nahrazen novým no0ovým ru n ovládaným uzáv rem DN 300 s montá0n í vlo0kou, dále bude dodáno nové p ívodní potrubí DN 300 k turbín , v etn oblouk a p echodových kus . D vodem zv tzení sv tlosti potrubí je minimalizace hydraulických ztrát. Na p ívodním potrubí p ed turbínou bude demontovatelné nerezové síto pro zachycení ne istot p ed turbínou. P ípojovací potrubí bude uchyceno p ed spirálou na podp rné konzole, z d vo du zamezení chv ní p í provozu.

Turbosoustrojí bude sestávat z horizontální spirální turbíny Francis, která je p es pru0nou spojku spojena s asynchronním generátorem. Turbína má ob Oné kolo z nerezové oceli ulo0ené letmo na konci turbínového h ídele. Ucpávka turbínového h ídele bude mechanická axiální s t sníci mi plochami z karbidu Si, díly ucpávky jsou vyrobeny z nerezové oceli. Spirála turbíny je uchycena patkami k rámu turbosoustrojí. H ídel generátoru je p ípojen k turbín prost ednictvím pru0né spojky, na které je uchycen ozubený v nec pro snímání otá ek. Lo0isko je valivé, umíst ná v t lese uchyceném k víku turbíny. Mazání axiálního lo0iska turbíny je zajízt no automatickou tukovou maznicí. Celé soustrojí je osazeno na spole ném rámu, který je uchycen do podlahy pomocí kotevních zroub . Na výstupní ku0el ze spirály je p ípojena p írubou savka z nerezové oceli tvo ená obloukem a výstupním ku0elem. Savka je uchycena na podp rách a je zikmo vyvedena do vývaru pod spodní hladinu. Nerezové rozvád cí lopaty turbíny budou prost ednictvím nerezového regula ního mechanismu regulovány elektrickým servomotorem s napájecím nap tí 24 V DC.

Soustrojí bude dimenzováno na chod v maximálních pr b Oných otá kách po dobu 30 minut, první kritické otá ky rotoru soustrojí musí být nejmén o 30 % vyzží ne0 maximální pr b Oné otá ky turbíny.

Turbosoustrojí bude schopno bez energetického chodu p í výpadku sít . Rozvád cí lopatky p ív ou tak, aby turbínou protékalo cca 50 l/s.

P edpokládané parametry navr0eného turbosoustrojí :

- Turbína	
- typ	Francis horizontální spirální
- smysl otá ení	pravoto ívá p í pohledu od spojky
- pr m r ob Oného kola	250 mm
- rozsah pr tok	0,050 . 0,160 m ³ /s

- rozsah istých spád	18,8 . 12,7 m
- rozsah výkon na hídeli	8,5 . 18,5 kW
- otáky jmenovité	1020 min ⁻¹
- otáky průběžné	2150 min ⁻¹
- instalovaná sací výška	cca + 3,30 m
- kóta osy oběžného kola	360,10 m n.m.
Předpokládané parametry při bez energetickém chodu :	
- istý spád	18,8 m
- průtok	0,050 m ³ /s
- otevření rozvaděče	cca 15 %
- otáky *	1600 min ⁻¹
- max. trvání bez energetického provozu v roce	10 hod
- Generátor	
- typ	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon	18,5 kW
- napětí/frekvence	400 V/50 Hz
- otáky jmenovité	1020 min ⁻¹
- otáky průběžné	2150 min ⁻¹
- tvar	horizontální, patkový
- tlída izolace	F
- krytí	IP 54
- mazání	tukové s trvalou náplní
- chlazení	vlastním ventilátorem
- zatížení	trvalé

Uspořádání turbosoustrojí je zřejmé z výkresu dispozice v příloze D.1.5.

c) Provoz, řízení a automatika turbosoustrojí

- Automatika provozu

Provoz nových turbín a jejich vazby na výpustná zařízení budou automatické, ovládané řídicím systémem na bázi PLC, s možností přepnutí do automatického nebo ručního režimu. V automatickém režimu probíhá najetí a odstavení turbín podle provozního algoritmu, odstavení turbín při poruše a automatické ovládání asana ní výpusti nebo rozstřikovacího uzávěru ve vazbě na provoz turbín. V ručním režimu je možné samostatné ovládání jednotlivých prvků, zejména při zkouškách, seřízení, apod.

- Algoritmus provozu turbín

Provoz turbín bude regulován tak, aby byl energeticky zpracován pokud možno veškerý průtok vody do nádrže do max. průtoku MVE a aby byly vody zajistěny minimální odtoky z nádrže, vze ve smyslu manipulace s ním.

Počet turbín v provozu a průtok přes turbíny bude zadáván obsluhou na základě požadavků vodohospodářského dispečinku s ohledem na hydrologickou situaci.

Za provozu MVE mohou nastat následující případy :

- 1) *Průtok do nádrže je stejný nebo větší, než maximální průtok (hltnost) MVE.* V tomto případě jsou v provozu obě turbíny. Maximální otevření turbín je omezeno výkonem. Pokud se hladina dále zvyšuje, je otevření vypouštěcí obtok ve výš, který vypouští průtok přesahující hltnost MVE. Pokud kapacita výpustí nebude stačit, bude dále otevření rozstřikovací uzávěry ve strojovně pod hrází. Provoz velké turbíny bude možný do určitého otevření RU podle výkonu a stability chodu turbíny- cca 10 %.
- 2) *Průtok do nádrže je v rozsahu průtoku velké turbíny*
Za této situace je v provozu jen velká turbína. Její otevření je voleno s ohledem na požadovaný zásobní prostor nádrže a aktuální průtok.
- 3) *Průtok do nádrže je mezi minimálním průtokem velké turbíny a max. průtokem malé turbíny*

Za této situace může být v provozu jak malá, tak velká turbína. Jejich otevření je voleno s ohledem na požadovaný zásobní prostor nádrže a aktuální přítok.

- 4) *Přítok do nádrže je mezi nalepzeným přítokem a minimálním zásobním tokem a hladina v nádrži poklesne pod kótu 374,60 m n.m.(2. regulační stupeň)*

Malá turbína zpracovává přítok 50 až 160 l/s. Při zvyšování přítoku a dosažení hladiny na úroveň 374,60 m n.m., nastává přechod do přítoku 3).

- *Vazba na výpustná zařízení*

Při odstavení turbín (turbíny), je otevřena příslušná výpust. Výpusť se otevře na přítok odpovídající poslednímu přítoku turbínou (přítok lze odvodit od výkonu a spádu turbíny). Přítok přes výpusti během odstavení turbíny lze nastavovat ručně nebo automaticky. Při spuštění turbíny otevřená výpust automaticky zavírá. Spuštění turbína otvírá na poslední zadané otevření.

d) Úpravy podlahy související s instalací nových turbosoustrojí

Úpravy budou provedeny v úzké součinnosti se zhotovitelem turbín tak, aby odpovídaly konstrukci a skutečným rozměrům kotvených částí turbín.

Jedná se především o následující úpravy :

- Odstranění vrstvy istého betonu v místě kotvení nových soustrojí, odstranění kotevních prvků pří vodních turbín.
- Úprava otvoru - zvýšení , v podlaze pro přechod savek nových turbín.
- Vyrovnání povrchu podlahy v prostoru kotvení nových soustrojí.
- Betonování kotevních prvků nových soustrojí.
- Likvidace odstraněného stavebního materiálu.

D.1.1.5. ZÁSADY POSTUPU PRACÍ

a) Návrh postupu prací

Montáž turbosoustrojí s malou turbínou Francis . bude montováno jako první

1. Demontáž zařízení pří vodní malé turbíny s přívodním potrubím.
2. Montáž protipírůby a zaslepovací přírůby na odbočku zásobního potrubí k malé turbíně (při zavěšeném uzávěru na zátku zásobního potrubí).
3. Provedení úprav podlahy před instalací turbosoustrojí, osazení kotevních prvků .
4. Usazení turbosoustrojí na společném rámu na podlahu, vyrovnání, ukotvení.
5. Montáž savky a roztu.
6. Montáž přívodního potrubí k turbíně s uzávěrem, odstranění zaslepovací přírůby.
7. Zabetonování kotevního rámu turbosoustrojí.

Montáž turbosoustrojí s velkou turbínou Francis . po montáži malého turbosoustrojí

1. Demontáž zařízení pří vodní velké turbíny s přívodním potrubím.
2. Montáž nové eslicové mřížky a zaslepovací přírůby na odbočku z potrubí spodní výpusti k velké turbíně (při zahrazeném vtoku do výpusti a uzavřené klapce na výpusti).
3. Provedení úprav podlahy před instalací turbosoustrojí, osazení kotevních prvků .
4. Montáž savky v zachtě pod turbínou.
5. Usazení turbíny patkami spirály na podlahu, vyrovnání, ukotvení.
6. Montáž přívodního potrubí k turbíně s uzávěrem, odstranění zaslepovací přírůby.
7. Zabetonování kotevních prvků turbosoustrojí.
8. Montáž nástavce a generátoru k turbíně .

Ostatní návazné činnosti

1. Montáž elektročásti a řídicího systému ve strojovně a v domku hrázného.
2. Individuální zkoušky

3. P edkomplexní zkoušky
4. Komplexní zkoušky, zazkolení, p edání do provozu
5. Zkuzební provoz.

b) P ístup na stavbu, manipulace, organizace stavení

P ístup ke strojovně pod hrází je ze silnice Byst i ka . Velká Lhota po komunikaci odbo ující vpravo p ed korytem toku Byst ice pod p ehradou. Vjezd do strojovny je p es ocelová vrata o sv tých rozm rech z í ka x výzka = 3,0 x 3,2 m.

Pro manipulaci s technologickým za ízením ve strojovně bude vyu0ita stávající ocelová konstrukce pod st echou strojovny s nosníky pro zav zení kladkostroj . Nosnost stávající konstrukce je 1,5 t .

Nejt 0zím b emena nového za ízení :

- blok velké turbíny bez generátoru, p edpokládaná hmotnost 1500 kg
- generátor velké turbíny, p edpokládaná hmotnost 1300 kg
- turbosoustrojí malé turbíny s generátorem na spole ném rámu, p edpokládaná hmotnost 1200 kg

Montá0ní práce a související úpravy podlahy prob hnou v prostoru strojovny pod hrází. Pro práce na rekonstrukci MVE nebude pot ebné budovat 0ádné zvlátní objekty za ízení stavenízt . K p ípadnému krátkodobému skladování za ízení a materiálů mohou slou0it uzav ené prostory strojovny, p ípadn objekty v areálu domku hrázného.

Elektrická energie pot ebná pro práce bude odebírána z vlastní spot eby objektu p es p enosný rozvad s m ením spot ebované elektrické energie. Rozvad zajistí zhotovitel na vlastní náklady.

c) P edpokládaný asový pr b h inností

- Konstrukce a výroba turbosoustrojí a p ívodních potrubí s uzav řy	40 týdn
- Demontá0 za ízení p ívodní malé turbíny s p ívodním potrubím	1 týden
- Provedení úprav podlahy p ed instalaci turbosoustrojí malé turbíny	1 týden
- Montá0 za ízení nové malé turbíny s p ívodním potrubím	2 týden
- Zabetonování kotevních prvk turbosoustrojí malé turbíny	1 týden
- Demontá0 za ízení p ívodní velké turbíny s p ívodním potrubím	1 týden
- Provedení úprav podlahy p ed instalaci turbosoustrojí velké turbíny	1 týden
- Montá0 za ízení nové velké turbíny s p ívodním potrubím	3 týden
- Zabetonování kotevních prvk turbosoustrojí velké turbíny	1 týden
- Individuální zkoušky, p edkomplexní zkoušky, komplexní zkoušky	4 týden
- Zkuzební provoz	6 m síc

Délka inností je zaokrouhlena na celé týdny.

N které výze uvedené innosti se mohou p ekrývat.

D.1.2. Technická specifikace

D.1.2.1. Všeobecné požadavky

- Vezkeré dodávky a montážní práce jsou z hlediska požadavků kvality definovány normovými standardy v souladu s příslušnými norem.
- Vezkeré svary musí být provedeny podle příslušných norem a předpisů své země se státní zkouškou.
- Vezkeré zařízení bude navrženo tak, aby nedocházelo ke znečištění vypouštěné vody oleji, tuky, případně jinými škodlivými látkami.
- Nádrže budou provedeny dle příslušných norem a předpisů dodavatele odpovídajícími nádrhovými systémy.
- Spojovací materiál rozebíratelných spojů (zroubové spoje, zroubové kotvy) bude nerezový, materiál zroubů A2, materiál matic A4, závity potříť lehce mazivem.
- Přírubové spoje musí být upraveny tak, aby nedošlo k případné možnosti vzniku galvanického článku, který způsobuje korozi.
- Těsnění přírubových spojů budou bezazbestová.
- **Potrubí pro technologickou vodu (pro sáky, odpad, chlazení) i olej bude nerezové,** uzávěry na potrubí budou kulové nebo klapkové s mřížkou snímající mřížkou v tělese, uzávěry budou opatřeny popisným štítkem.
- Zařízení bude vyrobeno a uvedeno do provozu dle platných SN, ISO 9000.

D.1.2.2. Nádrže

Bude proveden kompletní nádrž včetně vrchní vrstvy u všech částí vyráběných v dílnách výrobce (u dílů, u kterých bude prováděno dodatečné svařování na stavbě, bude v místě svaru a jeho blízkém okolí proveden pouze základní nádrž). Na stavbě budou provedeny pouze opravy případného poškození nádrže a dodatečné nádrže částí po svařování. Vezkeré nádrže budou provedeny podle nádrhových norem dle standardní specifikace nádrže :

- Plochy v trvalém styku s vodou: korozní třída W - celková tloušťka nádrže 400 µm
 - tryskání povrchu Sa 2,5
 - 1. vrstva nádrže epoxidový dvousložkový tloušťka 150 µm
 - 2. vrstva nádrže epoxidový dvousložkový tloušťka 150 µm
 - vrchní vrstva nádrže epoxidový dvousložkový tloušťka 100 µm
- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí: korozní třída A - celková tloušťka nádrže 300 µm
 - 1. vrstva nádrže epoxidový dvousložkový tloušťka 100 µm
 - 2. vrstva nádrže epoxidový dvousložkový tloušťka 100 µm
 - vrchní vrstva nádrže epoxidový dvousložkový tloušťka 100 µm
- Plochy ve styku s olejem : korozní třída O . celková tloušťka nádrže 100 µm
 - 1. vrstva nádrže epoxidový dvousložkový odolný oleji, tloušťka 50 µm
 - vrchní vrstva nádrže epoxidový dvousložkový odolný oleji, tloušťka 50 µm
- Funkční opracované plochy : K bez nádrže, konzervace olejem
- Plochy zabetonované : bez nádrže
- Nerezové plochy bez nádrže

Konkrétní nádrhové systémy navrhne zhotovitel a předloží je k odsouhlasení objednateli.

- Návrh barevného lícení zařízení :
- povrch turbín . modrý s tlá
- generátor . rum lkov červená
- kryt spojky . signální Olutá s černými pruhy
- ocelové konstrukce lávek a plozin . Oárov zinkovaná plocha nebo nátěr zinkovou barvou
- nerezová potrubí . budou opatřena polepem ve tvaru zipky ve směru toku média v barvě odpovídající druhu média

D.1.2.3. ZKOUŠKY, ZAŘÍZENÍ, ZKOUŠEBNÍ PROVOZ

1. Zkoušky ve výrobním závodě

Během výroby budou prováděny zkoušky jednotlivých částí zařízení. Jedná se zejména o zkoušky mechanických vlastností materiálů, defektoskopické zkoušky, tlakové, těsnostní, případně funkční zkoušky. Zkoušené dílce a zařízení a rozsah zkoušek navrhne zhotovitel v souladu s touto specifikací. Bude dohodnuto, u kterých skupin a dílů proběhne příjímka za přítomnosti objednatele. Pro každou provedenou zkoušku a příjímku bude vystaven protokol.

2. Zkoušky subdodávek

Subdodávky budou zkoušeny u jejich dodavatele dle předpisů tohoto dodavatele. Zkoušky budou doloženy protokoly.

3. Zkoušky na stavbě v průběhu montáže

Tyto zkoušky budou probíhat po dokončení montáže skupiny nebo funkčního celku, ke zkouškám budou zpracovány protokoly. Jedná se zejména o tyto zkoušky :

- tlakové zkoušky smontovaných potrubí
- kontrola sespojování turbíny a generátoru
- zkoušky montážních svarů potrubí

4. Zkoušky individuální

a) Suché zkoušky

Budou zahrnovat individuální odzkoušení funkce a způsobilosti jednotlivých funkčních prvků zařízení před prvním zavodněním turbíny. Jedná se například o zkoušky ovládání armatur, servopohonů a jejich nastavení, zkoušky erpadel, kontroly smyslu otáčení pohonů, kontroly provozních náplní, apod.

b) Mokrý zkoušky

Jedná se o zkoušky po zavodnění turbíny po jejím prvním roztočení na volnobě. Po zavodnění se turbína roztočí na volnobě otáčky, sleduje se chvilky, tlaky, teploty, hluk, apod. Program zkoušek navrhne zhotovitel, o zkouškách bude veden protokol s vyhodnocením jejich průběhu.

5. Zkoušky předkomplexní

a) Zkoušky před zatížením

Zkouška najetí turbíny bez přifázování na volnoběž, s postupným zvyšováním otáček a0 na jmenovité, sledování chvňů, teplot, hluku.

b) Zkoušky pod zatížením a vypínací zkoušky

Automatické najetí turbosoustrojí, první přifázování k síti, kontrola provozních veličin. Postupné zatížení z minima a0 na maximum, ustálený provoz, zkoušky funkce ovládání a poruchové automatiky (poruchové odstavení od vybraných poruch).

Po ukončení předkomplexních zkoušek se provede prohlídka soustrojí a přisloužení, zda nevzniklo žádné poškození, zejména pokud při zkouškách byly pozorovány například zvýšené teploty, tlak, vibrace, prasky, apod. Pokud byly zjištěny závady, musí být odstraněny.

O předkomplexních zkouškách bude veden protokol s vyhodnocením jejich průběhu.

6. Zkoušky komplexní

Komplexní zkoušky mohou být zahájeny a0 po odstranění všech podstatných závad a nedodávk zjištěných předchozími zkouškami. Veškeré montážní práce musí být zcela ukončeny.

V průběhu komplexních zkoušek prokáže zhotovitel za přítomnosti odběratele způsobilost technologického zařízení k provozu. Zkoušky budou vykonány ve smyslu SN 08 5020, délka zkoušek bude 72 hod. Průběh zkoušek se bude řídit programem, který zpracuje zhotovitel ve spolupráci s dodavatelem ostatního zařízení.

O průběhu komplexních zkoušek bude veden protokol se záznamem všech podstatných technických náležitostí a stavu technologického zařízení.

7. Zázkolení obsluhy

Bude provedeno v průběhu komplexních zkoušek v dohodnutém rozsahu pro dohodnutý počet osob, podle návrhu provozních předpisů. Dokladem o provedení zázkolení bude protokol podepsaný zkolitelem a zázkolenými osobami.

8. Zkušební provoz

Zkušební provoz prokáže plnou způsobilost dodaného zařízení pro spolehlivý trvalý provoz. Během zkušebního provozu budou dodavatelem sledovány parametry a funkce, případně mohou proběhnout seřízení, nastavení a doladění některých parametrů. Délka zkušebního provozu bude 6 měsíců.

D.1.2.4. PŘÍVODNÍ POTRUBÍ PŘED VELKOU TURBÍNOU FRANCIS

a) Dodávka 1 ks ěeslice na vtok do potrubí velké turbíny

Bude dodána nová ěeslicová mříž z nerezové oceli, osazená na vstupu do přívodního potrubí. Rozměry a připojení mříže budou stejné jako u přívodních ěeslic. Mříž sestává z nerezového rámu, který má příbližný tvar elipsy vstupního otvoru potrubí. Rám je uchycen demontovatelně (zrouby) ke stávajícím nerezovým opěrkám přivařeným na vnitřní plášť vstupního kužele. V rámu budou vevázeny ploché tyče o profilu 6 x 30 mm, tvořící ěeslicové pole se světlostí mezi pruty 34 mm. Tyče budou přivařeny ve směru osy výpusti (vodorovně),

podle vnitřního obrysu potrubí s ohledem na směr proudění. Součástí dodávky budou i nerezové zrouby pro připojení rámu k opěrkám v potrubí.

Hmotnost : cca 50 kg

Nátěr : nerezový povrch bez nátěru

b) Dodávka 1 ks - Záslepovací příruba DN 500

Příruba bude dodána pro zasklepení odbočky k turbíně během montáže zařízení, připojovací rozměry příruby je nutno přizpůsobit existující přírube. Příruba bude dodána v etnůru ního uzavěru s nátrubkem pro hadici. K dodávce přislouží i veškerý spojovací a těsnicí materiál pro přírubový spoj.

Hmotnost : 80 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

c) Dodávka 1 ks Ě Nožové ýoupátko DN 500 ru ní, s montážní vložkou

ýoupátko bude plnit funkci revizního uzavěru před velkou turbínou Francis. Uzavěr bude instalován v zikmém potrubí.

Těleso i deska bude dimenzována na maximální jednostranný tlak 26,4 m v.sl. ze strany horní hladiny. Uzavěr bude schopen bezpečně otevřít do jednostranného tlaku 17,2 m v. sl. a uzavřít při horní hladině 17,2 m v.sl. nad osou potrubí uzavěru do maximálního průtoku 0,860 m³/s (maximální průtok turbínou). Maximální dovolený průsak 0,8 l/min. Protékajícím médiem je neznečištěná ní voda o teplotě 4 - 15°C.

Materiálové provedení :

- těleso uzavěru	odlitek nebo svařenec z uhlíkové oceli
- vřeteno	nerezová ocel
- nůž	nerez ocel, nebo uhlíková ocel s nerez liztou
- matice	bronz
- těsnicí sedlo	bronzové
- ucpávka	přídavné manometry nebo o-kroužky

Ovládací ruční kolo bude umožňovat lehkou manipulaci při výše uvedených parametrech. Uzavěr bude vybaven místním ukazatelem polohy otevření na ovládacím nástavci. Součástí tělesa uzavěru bude montážní vložka s těsnícím o-kroužkem, pořadovaná minimální montážní vůle ± 10 mm.

K dodávce bude náležet i spojovací materiál pro připojení uzavěru s montážní vložkou k přírubám a těsnicí materiál, kotevní deska, kotevní konzoly, zroubové panenky, kotevní zrouby a podkládací materiál pro ustavení uzavěru.

Bude provedena tlaková, těsnostní a funkční zkouška uzavěru, přejímka v dílně zhotovitele za účasti objednatele.

Hmotnost : cca 600 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

d) Dodávka 1 ks Ě Segmentový oblouk DN 500

Oblouk bude propojovat přívodní potrubí DN 500 za uzavěrem s hrdlem spirály turbíny. Oblouk je vzhledem k natožení hrdla spirály prostorový, úhel odbočení oblouku bude cca 60°.

Oblouk bude svařen z potěbného potu plechových segmentů tloušťky 6 mm, poslední segment před turbínou bude tvořit přechod na průměr vstupního hrdla spirály (předpokládaný průměr hrdla je 540 mm). Na obou koncích bude oblouk vybaven přírubami - pro připojení k nožovému ýoupátku a k hrdlu spirály.

Součástí dodávky bude i těsnicí a spojovací materiál pro připojení oblouku k hrdlu spirály.

Hmotnost : 290 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

e) Montáž eslic, zaslepovací píruby, nožového ýoupátka s montážní vložkou a segmentového oblouku

P vodní eslicová m ío bude demontována bez dalšího pouítí a namísto ní bude namontována nová. Práce budou probíhat p í zahrazeném vtokovém otvoru do výpusti a uzav eném klapkovém uzav ru na potrubí výpusti.

B hem práci ve strojovně bude odbo ka k velké turbín zaslepena p írubou. Montáž částí p ívodního potrubí bude provedena po montáži turbíny.

f) Demontáž stávajících díl p ívodního potrubí k velké turbín Bány ě klapky, montážní vložky, oblouku

Budou demontovány následující díly, bez dalšího pouítí :

- 1 ks eslicová m ío na vtoku do potrubí k turbín , hmotnost 50 kg
- 1 ks montážní vložka DN 500 PN 10, hmotnost 240 kg
- 1 ks klapkový uzav r DN 500 PN 10 s elektrickým servomotorem, hmotnost 200 kg
- 1 ks oblouk DN 500 s p echodovým kusem, hmotnost 170 kg

Zhotovitel demontované díly uloží na místo v areálu VD, které ur í zodpov dný pracovník objednatele.

D.1.2.5. VELKÁ TURBÍNA FRANCIS S GENERÁTOREM

a) Dodávka 1 ks ě Spirální vertikální turbína Francis

Spirální vertikální Francisova turbína, pravoto ívá p í pohledu od spojky, konstruovaná pro p ímé spojení s asynchronním generátorem, ukotvená patkami na spirále ke kotevním blo k m. Turbína bude jako celek konstruována pro chod v maximálních pr b ůných otá kách po dobu 30 minut. H ídel turbíny, jeho uložení a celý rotor turbosoustrojí bude navržen tak, aby první kritické otá ky celého soustrojí byly minimáln ě 30 % nad maximálními pr b ůnými otá kami. Bude doložen výpo et kritických otá ek soustrojí. Parametry turbíny :

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| - pr m r ob ůného kola D_{1e}^* | 430 mm |
| - rozsah ístých spád | 19,6 . 18,1 m |
| - rozsah pr tok | 0,30 . 0,86 m ³ /s |
| - rozsah výkon na h ídeli | 41 - 139 kW |
| - otá ky jmenovité | 760 min ⁻¹ |
| - otá ky pr b ůné maximální * | 1380 min ⁻¹ |
| - instalovaná sací výzka | cca + 3,45 m |
| - kóta osy ob ůného kola | 360,25 m n.n. |

Poznámka : parametry ozna ené * mohou být up esn ny výrobcem turbíny

Hlavní části turbíny :

- *Ob ůné kolo* odlité vcelku z nerezové oceli 13 % Cr, 4 % Ni, dynamicky vyvážené. Sou částí kola je hrot s otvorem pro zavzduzn ní a spojovací materiál.
- *H ídel* opat ený vývrtem pro zavzduzn ní prostoru pod ob ůným kolem, opat ený na horním konci zp tnou klapkou pro p ísávání vzduchu, upravený na koncích pro p ípojení ob ůného kola a spojky. H ídel je uložen na valivých ložiscích.
- *Pružná spojka* mezi turbínou a generátorem, umo ůující p enos výkonu z turbíny na generátor, vyrovnávající radiální a axiální posuv h ídele a zamezující p enosu ráz a axiálních sil do generátoru. Na spojce je upevn ěn v nec s výstupky pro snímání otá ek. Sníma otá ek bude v dodávce elektro ásti.
- *Radiální ložisko*, uložené v nástavci (t lese) uchyceném p írubou k víku turbíny, tvo ené dv ma valivými ložisky (nap . SKF). Mazání axiálního ložiska bude plastickým mazivem pomocí automatické mazací jednotky (nap . SKF LAGD), mazání radiálního ložiska ru ním dopl ováním tuku pomocí mazací hlavy. Sou částí ložiska jsou 2 ks odporových teplom r .

- *Horní a dolní víko* turbíny s pouzdry pro bezmazné uložení ep rozváděcích lopat. Víka jsou uchycena ke spirále a jsou vyrobená jako výkovky z nerezové oceli. Horní víko je opatřeno pírubou pro pipojení ucpávky a vodítky pro uchycení regulačního kruhu. Dolní víko bude opatřeno pírubou pro pipojení savky.
- *Hřídelová ucpávka* je mechanická, axiální, upevněná na horním turbínovém víku. Těsnící kroužky jsou z karbidu křemíku, přítlačované pružinami. Díly ucpávky jsou zhotoveny z nerezové oceli, ucpávka je opatřena nástavcem pro pipojení hadice odvodu prosáklé vody, která je odváděna do prostoru savky.
- *Rozváděcí mechanismus* sestávající z bezmazného uložení nerezového regulačního kruhu s okem pro pipojení servomotoru, nerezových pák a táhel a nerezových rozváděcích lopat, všechny ep uloženy v samomazných pouzdrech. Těsnění ep rozváděcích lopat je pomocí o-kroužků. Každá druhá lopata je opatřena stíhacím kolíkem, který je přestíhán pítětí (například vniknutí pídětu mezi lopaty pizavírání), přerušení kolíku je signalizováno.
- *Spirála* svařovaná jako tuhý celek ze segmentů z ocelového plechu a z výztužného lopatkového kruhu, upraveného na obou stranách pro pírubové pipojení turbínových vík. Spirála bude dimenzována na vnitřní pítlak 0,21 MPa a na přenos všech přisobíčných sil z ložiska turbíny a z generátoru. Předpokládaný průměr vstupního hrdla bude 540 mm, výš hrdla cca 590 mm, hrdlo bude opatřené pírubou. Ze spodní strany spirály budou přivařeny patky umožňující její uchycení pomocí zroubů ke kotevním prvkům ukotveným v podlaze. Spirála bude vybavena tuhou konzolou pro uchycení elektrického servomotoru pro ovládání rozváděcích lopat a revizním otvorem DN 150 zaslepeným pírubou, který bude sloužit ke kontrole rozváděce a křídlení prostoru před ostruhou. Na vstupním hrdle spirály bude přivařeno zespodu vypouštěcí hrdlo, na které bude napojeno potrubí s uzavírem, potrubí bude zaústěno do výtokového prostoru savky. Na vstupu do spirály bude pipojený manometr s armaturou pro odvzdušnění. Tlaková zkouška kompletní svařené spirály v dílně zhotovitele bude provedena pizkušební tlak 0,32 MPa.
- *Kuželový přechod* pipojený pírubou k dolnímu víku turbíny, předpokládané rozměry . vstupní/výstupní svítlý průměr 430/500 mm, délka 330 mm, svařovaný z ocelového plechu a opatřený na výstupu pírubou pro pipojení savky.
- *Nástavec* pro pipojení generátoru k turbíně, bude mít svařovanou tuhou konstrukci, na dolním konci bude vybaven pírubou pro uchycení k tělesu ložiska, na horním konci bude píruba pro upevnění generátoru.
- *Elektrický servomotor* pro ovládání rozváděcích lopat turbíny, lineární (například AUMA SDL 100), max. síla 15 kN, elektromotor 120 W, 24 V DC, vybavený snímačem zdvihu 4 . 20 mA, koncovými spínači, momentovými a polohovými vypínači, ukazatelem otevření, maximální zdvih 85 mm, max. rychlost přestavení mezi krajními polohami zdvihu 1,8 mm/s, možnost ručního ovládání kolečkem.
- *Spojovací materiál* z nerezové oceli a těsnící materiál pro hlavní části turbíny.
- *Materiál pro ukotvení, ustavení a fixaci spirály* turbíny na patkách pímontáži, zahrnující kotevní prvky, kotevní desky, kotevní konzoly, zroubové panenky, kotevní zrouby a podkladací materiál.

Po ukonění dílenské montáže turbíny bude provedena přejímka u zhotovitele za účasti objednatele.

Hmotnost : cca 1500 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

b) Dodávka 1 ks Ě Savka velké turbíny

Savka bude vyvedena do zachty pod turbínou, která vyúsí uje do vývaru vypustí. Z montážních a prostorových důvodů je vhodný v prostoru zachty obdélníkový profil píného průřezu savky, pizachování dobrých hydraulických vlastností a vhodných rychlostí v savce. Celá savka bude svařovaná z nerezového plechu, vnitřní povrch bude opatřen oěbrováním, z boku bude savka mít patky pro uchycení na podpěrné konzoly, pro manipulaci pímontáži

bude mít navařená oka. Vstupní profil savky o p edpokládaném vnitřním průměru 500 mm je opatřen p řrubou a navazuje na výstupní kužel ze spirály turbíny. Za kuželem je segmentový oblouk s úhlem odbočení cca 26°, na který navazuje krátký p echod z kruhového profilu na profil tvercový o svislých rozměrech cca 600 x 600 mm. Dále savka pokračuje p římou částí délky cca 2800 mm a plynule se rozšiřuje na výstupní p řez zítkou x výška = cca 600 x 1150 mm.

K dodávce savky patří i podpůrné konzoly savky uchycené na bočních stěnách zachty, lepené zroubové kotvy pro uchycení konzol, spojovací materiál pro uchycení savky ke konzolám a podkládací plechy, všechno z nerezové oceli.

Hmotnost : cca 800 kg

Nátěr : nerezový povrch bez nátěru

c) Dodávka 1 ks Ě Asynchronní generátor velké turbíny

Trojfázový asynchronní generátor s kotvou nakrátko pro p římé spojení p řes p římou spojkou s vertikální vodní turbínou Francis. Technické parametry generátoru :

- jmenovitý výkon (ztřtkový)	132 kW
- napětí/frekvence	400 V / 50 Hz
- otáčky jmenovité*	760 min ⁻¹
- otáčky p řibížené*	1380 min ⁻¹
- tvar	IM 3011 p řrubový, vertikální
- krytí	IP 54
- třída izolace	F
- mazání	tukové s trvalou náplní
- chlazení	vlastním ventilátorem
- zatřžení	trvalé

Poznámka : parametry označené * mohou být upraveny podle parametrů turbíny.

Ve statorovém vinutí budou zabudovány snímače teploty, zajišťující proudovou nezávislou tepelnou ochranu. Generátor bude vybaven snímači teploty ložisek.

Součástí generátoru budou i zrouby pro p řipojení generátoru k nástavci na ložisku turbíny.

Generátor bude konstruován pro bezpečný chod v p řibížených otáčkách po dobu 20 minut.

Hmotnost : cca 1300 kg

Nátěr : - Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

d) Dodávka 1 ks Ě P řístupová lávka

Lávka bude umožňovat p echod p řes p řívodní potrubí velké turbíny do prostoru turbín, p ředepsané rozměry lávky zítkou x délka cca 800 x 1500 mm. Bude sestávat z rámu, podpůrných z ocelových profilů a z pochůzných ploch ze zinkovaného roztu, bude snadno demontovatelná, dimenzovaná na nosnost 3 kN/m². Na výstupní straně lávky bude oebík, po bocích lávky bude demontovatelné zábradlí. Výška pochůzných ploch nad podlahou 359,65 bude 1100 mm. Součástí dodávky budou i zroubové kotvy pro p řichycení lávky k podlaze.

Hmotnost : cca 220 kg

Nátěr : veškerý povrch zinkovaný.

e) Montáž velké turbíny, savky, generátoru a p řístupové lávky

Po ustavení savky proběhne montáž a ukotvení spirály s vnitřními částmi turbíny a následně p řipojení generátoru.

f) Demontáž stávající velké turbíny Bány v etn odpadního potrubí a generátoru

Budou demontovány následující díly, bez dalšího použití :

- 1 ks generátor stávajícího soustrojí, emenový p řevod v etn krytu
- 1 ks nosný rám generátoru
- 1 ks skříně turbíny Bány s vnitřními částmi a ovládacím servomotorem
- 1 ks odpadní potrubí z turbíny Bány

Zhotovitel demontované díly uloží na místo v areálu VD, které určí zodpovědný pracovník objednatele.

D.1.2.6. ÚPRAVY SOUVISEJÍCÍ S OSAZENÍM VELKÉ TURBÍNY FRANCIS

Úpravy budou provedeny v úzké součinnosti se zhotovitelem turbíny tak, aby odpovídaly konstrukci a skutečným rozměrům patek turbínové spirály. Kotevní desky se zroubovými kotvami budou součástí dodávky turbíny . viz kap. D.1.2.5. a).

a) Odstranění vrstvy istého betonu, odstranění kotevních prvků pro vodní turbíny

Odstranění vrstvy istého betonu na podlaze (cca 10 cm) na kótu 359,55 v p doryse pod kotevními deskami a bloky pod spirálou, zaizolování a zarovnání okrajů vrstvy istého betonu, předpokládaný objem betonu cca 0,3 m³.

Odstranění kotevního rámu pro vodní velké turbíny v podlaze.

b) Úprava otvoru v podlaze pro průchod savky

Zvětšení otvoru v podlaze pro průchod savky nové velké turbíny. Pro vodní rozměry 800 x 600 mm budou zvětšeny na rozměry 1160 x 1000 mm, zaizolování a zarovnání okrajů zvětšeného otvoru tak, že otvor v podlaze bude lícovat se svislými stěnami zachty pod turbínou. Objem odstraněného ocelobetonu cca 0,3 m³.

c) Vyrovnání povrchu podlahy v místě kotevních desek

Vyrovnání povrchu hrubého betonu na kótu 359,55 v místě osazení pod kotevními deskami, aplikace vyrovnávacího cementového potru pod kotevní desky (desky dodá a osadí zhotovitel turbíny při montáži spirály). Předpokládaná plocha podlahy pod kotevními deskami cca 2,5 m².

d) Betonování bloků pod patkami spirály

Po ustavení spirály na kotevní desky pomocí zroubových panenek, podkladních plechů a fixací spirály zrouby (provede zhotovitel turbíny) bude provedeno zalití bloků . Předpokládaný objem závlčkového betonu cca 0,4 m³.

e) Zhotovení oporného bloku pod uzavírem pro turbínou

Oizolování a vyrovnání podlahy v p dorysu bloku do hloubky cca 10 cm, osazení lepených kotevních prutů do p dorysu bloku, bednění bloku a vybetonování. Předpokládaný objem závlčkového betonu cca 0,1 m³.

f) Likvidace odstraněného stavebního materiálu

Odstraněný odpadní stavební materiál bude zhotovitelem dopraven a uložen na skládku ve smyslu platných předpisů . Předpokládaný objem materiálu cca 0,6 m³.

D.1.2.7. PŘÍVODNÍ POTRUBÍ PRO MALOU TURBÍNU FRANCIS

a) Dodávka 1 ks Protipříruba se zaslepovací přírubou DN 200

Protipříruba DN 200 PN6 s obloukem bude přivazena na přívodním potrubí k malé turbíně po demontáži starého přívodního potrubí. Zaslepovací příruba bude namontována na protipřírubu za účelem uzavření odbočky k malé turbíně během montáže zaizení. Příruba bude dodána včetně jejího uzavíru s nátrubkem pro hadici.

Hmotnost : 30 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

b) Dodávka 1 ks ĚP echodový kus DN 200 / 300

P echodový kus bude připojen přirubou na protipřirubu DN 200 přívodního potrubí a bude tvořen obloukem jeho úhel odbojení bude cca 35° tak, aby výstup oblouku směřoval svisle vzhůru. Na oblouk naváže ocelový přechod DN 200 / 300 délky cca 720 mm s vrcholovým úhlem cca 8°. Na výstupním konci bude přivázena přiruba DN 300 PN 6. K dodávce patří veškerý spojovací a těsnicí materiál pro přirubový spoj DN 200 PN 6.

Hmotnost : 50 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

c) Dodávka 1 ks ĚNožové ýoupátko DN 300 ruční

ýoupátko bude plnit funkci revizního uzávěru před malou turbínou Francis, uzávěr bude instalován na svislém potrubí. Těleso uzávěru bude bezpřirubové

Těleso i deska bude dimenzována na maximální jednostranný tlak 25,3 m v.sl. ze strany horní hladiny. Uzávěr bude schopen bezpečně otevřít do jednostranného tlaku 16,1 m v.sl. a uzavřít při horní hladině 16,1 m v.sl. nad osou potrubí uzávěru do maximálního průtoku 0,16 m³/s. Maximální dovolený průtok 0,5 l/min. Protékajícím médiem je neznečištěná voda o teplotě 4 - 15°C.

Materiálové provedení :

- těleso uzávěru	odlitek nebo svařenec z uhlíkové oceli
- vřeteno	nerezová ocel
- nos	nerez ocel, nebo uhlíková ocel s nerez liztou
- matice	bronz
- těsnicí sedlo	bronzové
- ucpávka	přídavné manometry nebo o-kroužky

Ovládací ruční kolo bude umožňovat snadnou manipulaci při výše uvedených parametrech. Uzávěr bude vybaven místním ukazatelem polohy otevření na ovládacím nástavci.

K dodávce bude náležet i spojovací materiál pro připojení uzávěru k přirubám a těsnicí materiál.

Bude provedena tlaková, těsnostní a funkční zkouška uzávěru, přejímka v dílně zhotovitele za účasti objednatele.

Hmotnost : cca 120 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

d) Dodávka 1 sada ĚSegmentové oblouky DN 300 s podporou

První oblouk bude připojen přirubou DN 300 PN 6 k přechodovému kusu, druhý oblouk navazuje na první a směřuje dolů k hrdlu spirály. Poloměr oblouku $R = 1,5 \text{ DN}$, úhel oblouku 90°, oblouky jsou svařeny z ocelových segmentů, na obou koncích bude každý oblouk opatřen přirubou DN300 PN6. V nejvyšším místě oblouku je osazen manometr a ventil pro odvzdušnění. Součástí oblouku je i podpora z ocelového profilu s úchytným těmenem a zrouby pro uchycení ke kotevnímu rámu malé turbíny. K dodávce oblouků náleží i těsnicí a spojovací materiál pro dva přirubové spoje DN 300 PN 6.

Hmotnost : cca 280 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou: korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí: korozní třída A

e) Dodávka 1 ks ĚP echodový kus s filtračním sítem před turbínou

P echodový kus navazuje přirubou na druhý segmentový oblouk a na zátku je vybaven úpravou pro vložení vyjímatelného síta pro filtraci vody před turbínou. Zboku kusu je

přívodní sítí s obdélníkovou přírubou, do které je zasunut rám s demontovatelným sítem vyplazeným z nerezového drátu Ø 3 mm, rozměr oka síta bude proveden dle nejmenší svtllosti kanálu oběhového kola malé turbíny. Dále kus pokračuje kuřelovým přechodem z DN 300 na vstup do spirály, jeho přídopkládaný svtllý průměr bude 250 mm. Kus je zakončen přírubou pro připojení hrdla spirály. Celková délka přechodového kusu je cca 450 mm. K dodávce náležitě snící a spojovací materiál pro příbovový spoj hrdla spirály.

Hmotnost : cca 50 kg

Nátřry : - Plochy v trvalém styku s vodou: korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí: korozní třída A

f) Montáž zaslepovací příruby, přechodových kusů, nožového ýoupátka a segmentových oblouků

Po přívodní protipříruby bude odbočka k malé turbíně zaslepena přírubou po dobu prací ve strojovně. Montáž částí přívodního potrubí bude provedena až po montáži turbíny.

g) Demontáž stávajících dílů přívodního potrubí k malé turbíně Bányě klapky, montážní vložky, přechodového kusu

Budou demontovány následující díly, bez dalšího použití :

- 1 ks klapkový uzávěr DN 200 PN 16 s elektrickým servomotorem, hmotnost 36 kg

- 1 ks montážní vložka DN 200 PN 16, hmotnost 62 kg

- 1 ks přechodový kus před turbínou, hmotnost 10 kg

Zhotovitel demontované díly uloží na místo v areálu VD, které určí zodpovědný pracovník objednatele.

D.1.2.8. MALÁ TURBÍNA FRANCIS S GENERÁTOREM

a) Dodávka 1 ks ĚSpirální horizontální turbína Francis

Spirální horizontální Francisova turbína, pravotočivá při pohledu od spojky, konstruovaná pro přímé spojení s asynchronním generátorem, umístěná na společném rámu s generátorem. Turbína bude jako celek konstruována pro chod v maximálních přípustných otáčkách po dobu 30 minut. Hřídel turbíny, jeho uložení a celý rotor turbosoustrojí bude navržen tak, aby první kritické otáčky celého soustrojí byly minimálně 30 % nad maximálními přípustnými otáčkami. Bude doložen výpočet kritických otáček soustrojí.

Turbosoustrojí bude schopno bez energetického chodu při výpadku sítě. Rozváděcí lopatky přívodu tak, aby turbínou protékalo cca 50 l/s.

Parametry turbíny :

- průměr oběhového kola D_{1e}^*	250 mm
- rozsah čistých spádů	18,8 . 12,7 m
- rozsah průtoků	0,050 . 0,160 m ³ /s
- rozsah výkonů na hřídeli	8,5 . 18,5 kW
- otáčky jmenovité	1020 min ⁻¹
- otáčky přípustné maximální *	2150 min ⁻¹
- instalovaná sací výška	cca + 3,30 m

Přídopkládané parametry při bez energetickém chodu :

- čistý spád	18,8 m
- průtok	0,050 m ³ /s
- otevření rozváděče	cca 15 %
- otáčky *	1600 min ⁻¹
- max. trvání bez energetického provozu v roce	10 hod

Poznámka : parametry označené * mohou být upraveny výrobcem turbíny

Hlavní části turbíny :

- *Oběžné kolo* odlité vcelku z nerezové oceli 13 % Cr, 4 % Ni, dynamicky vyvážené. Součástí kola je hrot s otvorem pro zavřezování a spojovací materiál.
- *Hřídel* opatřený vývrtem pro zavřezování prostoru za oběžným kolem, opatřený vývrtem pro přisávání vzduchu, upravený na koncích pro připojení oběžného kola a spojky. Hřídel je uložen na valivých ložiscích.
- *Pružná spojka* mezi turbínou a generátorem, umožní přenos výkonu z turbíny na generátor, vyrovnávající radiální a axiální posuv hřídele a zamezující přenosu rázů a axiálních sil do generátoru. Na spojce je upevněn výstupky pro snímání otáček. Snímač otáček bude v dodávce elektročásti.
- *Radiální ložisko*, uložené v tělese uchyceném pírubou k víku turbíny, tvořené dvěma valivými ložisky (např. SKF). Mazání axiálního ložiska bude plastickým mazivem pomocí automatické mazací jednotky (např. SKF LAGD), mazání radiálního ložiska pomocí ručního doplňování tuku z mazací hlavice. Součástí ložiska jsou 2 ks odporových teploměrů.
- *Přední a zadní víko* turbíny s pouzdry pro bezmazné uložení ep rozváděcích lopat. Víka jsou uchycena ke spirále a jsou vyrobeny jako výkovky z nerezové oceli. Přední víko (na straně generátoru) je opatřeno pírubou pro připojení ucpávky a vodítka pro uchycení regulačního kruhu. Zadní víko bude opatřeno pírubou pro připojení savky.
- *Hřídelová ucpávka* je mechanická, axiální, upevněná na předním turbínovém víku. Těsnící kroužky jsou z karbidu křemíku, přitlačované pružinami. Díly ucpávky jsou zhotoveny z nerezové oceli, ucpávka je opatřena nástavcem pro připojení hadice odvodu prosáklé vody, která je odváděna do prostoru vedle savky.
- *Rozváděcí mechanismus* sestávající z bezmazného uložení nerezového regulačního kruhu s okem pro připojení servomotoru, nerezových pák a táhel a nerezových rozváděcích lopat, všechny ep uloženy v samomazných pouzdrech. Těsnění ep rozváděcích lopat je pomocí o-kroužků. Každá druhá lopata je opatřena stíhacím kolíkem, který je přestaven přepětím (např. vniknutí předem tu mezi lopaty při zavírání), přerušení kolíku je signalizováno.
- *Spirála* svařovaná jako tuhý celek ze segmentů z ocelového plechu a z výztužného lopatkového kruhu, upraveného na obou stranách pro pírubové připojení turbínových vík. Spirála bude dimenzována na vnitřní přetlak 0,21 MPa a na přenos všech přibíhacích sil z ložiska turbíny a z generátoru. Předpokládaný průměr vstupního hrdla bude 250 mm, vyosení hrdla cca 300 mm, hrdlo bude opatřeno pírubou. Ze spodní strany spirály budou přivařeny patky umožňující její uchycení pomocí zroubů ke kotevnímu rámu. Spirála bude vybavena tuhým konzolou pro uchycení elektrického servomotoru pro ovládání rozváděcích lopat. a těsnícím otvorem zaslepeným pírubou. Zespolu spirály bude přivařeno vypouštěcí hrdlo, na které bude napojeno potrubí s uzavěrem, potrubí bude zaústěno do výtokového prostoru savky. Tlaková zkouška kompletní svařené spirály v dílně zhotovitele bude provedena při zkoušebním tlaku 0,32 MPa.
- *Rám* pro společné ukotvení turbíny a generátoru, svařený jako tuhý konstrukce z ocelových profilů, včetně zroubů pro připojení spirály a ložiska k rámu, podkladního materiálu, kotevních desek, zroubových kotev a zroubových panenek pro ustavení soustrojí. Rám bude konstruován přizpůsobený pro vnitřní zalití cementovou zálivkou a bude vybaven kotvami pro zalití do betonu.
- *Kouřelový přechod* připojený pírubou k zadnímu víku turbíny, předpokládané rozměry . vstupní/výstupní svtlý průměr 220/270 mm, délka 360 mm, svařovaný z ocelového plechu a opatřený na výstupu pírubou pro připojení savky.
- *Elektrický servomotor* pro ovládání rozváděcích lopat turbíny, lineární (např. AUMA SDL 50), max. síla 15 kN, elektromotor 60 W, 24 V DC, vybavený snímačem zdvihu 4 . 20 mA, koncovými spínači, momentovými a polohovými vypínači, ukazatelem otevření, maximální zdvih 55 mm, max. rychlost přestavení mezi krajními polohami zdvihu 0,5 mm/s, možnost ručního ovládání kolečkem.
- *Spojovací materiál* z nerezové oceli a těsnící materiál pro hlavní části turbíny.

Po ukončení dílenské montáže turbíny bude provedena přejímka u zhotovitele za účasti objednatele.

Hmotnost : cca 1200 kg

Nátěr : - Plochy v trvalém styku s vodou : korozní třída W

- Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

b) Dodávka 1 ks Šavka malé turbíny s roylem

Šavka bude vyvedena do zachty za turbínou, která vyústí do vývaru vypustí.

Celá šavka bude svařovaná z nerezového plechu, vnitřní povrch bude opatřen lakováním, z boku bude šavka mít patky pro uchycení na podpůrné konzoly, pro manipulaci při montáži bude mít navazovací oka. Vstupní profil šavky začíná obloukem o předpokládaném vnitřním průměru 270 mm, s úhlem odbočení cca 75°, který je opatřen na vstupu pírubou a navazuje na výstupní kužel ze spirály turbíny. Na oblouk navazuje kuželová pírná část délky cca 3500 mm, vrcholový úhel kužele je 5°, výstupní průměr je cca 560 mm.

Se šavkou bude dodán i nerezový roztok o rozměrech cca 600 x 850 mm k zakrytí otvoru pro šavku v podlaze, včetně kotevního rámu. K dodávce šavky patří i podpůrné konzoly uchycené na betonových stěnách zachty, lepené zroubové kotvy pro uchycení konzol, spojovací materiál pro uchycení šavky ke konzolám a podkládací plechy, všechno z nerezové oceli.

Hmotnost : cca 470 kg

Nátěr : nerezový povrch bez nátěru

c) Dodávka 1 ks ŠAsynchronní generátor malé turbíny

Trojfázový asynchronní generátor s kotvou nakrátko pro pírné spojení přes průhlednou spojku s horizontální vodní turbínou Francis. Technické parametry generátoru :

- jmenovitý výkon (ztítkový)	18,5 kW
- napětí/frekvence	400 V / 50 Hz
- otáčky jmenovité*	1020 min ⁻¹
- otáčky přibíhové*	2150 min ⁻¹
- tvar	IM 1001 patkový, horizontální
- krytí	IP 54
- mazání	tukové s trvalou náplní
- chlazení	vlastním ventilátorem
- zatížení	trvalé

Poznámka : parametry označené * mohou být upraveny podle parametrů turbíny.

Ve statorovém vinutí budou zabudovány snímače teploty, zajišťující proudovou nezávislou tepelnou ochranu. Generátor bude vybaven snímači teploty ložisek.

Součástí generátoru budou i zrouby pro pírné spojení generátoru ke kotevnímu rámu.

Generátor bude konstruován pro bezpečný chod v přibíhových otáčkách po dobu 20 minut.

Hmotnost : cca 230 kg

Nátěr : - Plochy do vnitřní atmosféry s vysokou trvalou vlhkostí : korozní třída A

d) Montáž malé turbíny, šavky a generátoru

Turbosoustrojí bude instalováno jako jeden celek na společném kotevním rámu. Po instalaci soustrojí bude namontována šavka.

e) Demontáž stávající malé turbíny Bány v rámci odpadního potrubí a generátoru

Budou demontovány následující díly, bez dalšího použití :

- 1 ks turbína Bány s generátorem na společném rámu
- 1 ks odpadní potrubí turbíny Bány

Zhotovitel demontované díly uloží na místo v areálu VD, které určí zodpovědný pracovník objednatele.

D.1.2.9. ÚPRAVY SOUVISEJÍCÍ S OSAZENÍM MALÉ TURBÍNY FRANCIS

Úpravy budou provedeny v úzké součinnosti se zhotovitelem turbíny tak, aby odpovídaly konstrukci a skutečným rozměrům rámu turbosoustrojí. Kotevní desky se zroubovými kotvami budou součástí dodávky turbíny . viz kap. D.1.2.8. a).

a) Odstranění vrstvy čistého betonu

Odstranění vrstvy čistého betonu na podlaze (cca 10 cm) na kótu 359,55 v podryse kolem kotevního rámu, zaříznutí a zarovnání okrajů vrstvy čistého betonu, předpokládaný objem betonu cca 0,2 m³.

b) Úprava otvoru v podlaze pro průchod savky

Zvážení otvoru v podlaze pro průchod savky nové velké turbíny. Předvodní rozměry 800 x 600 mm budou zváženy na rozměry 1160 x 1000 mm, zaříznutí a zarovnání okrajů zvážného otvoru tak, že otvor v podlaze bude lícovat se svislými stěnami zachty pod turbínou. Objem odstraněného ocelobetonu cca 0,2 m³.

c) Vyrovnání povrchu podlahy v místě kotevních desek

Vyrovnání povrchu hrubého betonu na kótu 359,55 v místě osazení pod kotevními deskami, aplikace vyrovnávacího cementového potru pod kotevní desky (desky dodá a osadí zhotovitel turbíny při montáži rámu). Předpokládaná plocha podlahy pod kotevními deskami cca 2 m².

d) Betonování kotevního rámu turbosoustrojí

Po ustavení rámu se soustrojím pomocí zroubových panenek, podkladních plechů a fixací zrouby (provede zhotovitel turbíny) bude provedeno zalití rámu. Předpokládaný objem záливkového betonu cca 0,1 m³.

e) Likvidace odstraněného stavebního materiálu

Odstraněný odpadní stavební materiál bude zhotovitelem dopraven a uložen na skládku ve smyslu platných předpisů. Předpokládaný objem materiálu cca 0,4 m³.

D.1.3. Automatika, snímače, pohony

D.1.3.1. SEZNAM POHONŮ A IDEL

1. Seznam ideL a pohon turbosoustrojí velké turbíny Francis

a) Skupina 32 Velká turbína Francis

- M321 - elektrický servomotor pro ovládání rozváděčích lopatek, lineární (např. AUMA SDL 100), max. síla 15 kN, elektromotor 120 W, 24 V DC, vybavený snímačem zdvihu 4 . 20 mA, koncovými spínači, momentovými a polohovými vypínači, ukazatelem otevírání, maximální zdvih 85 mm, max. rychlost přestavení mezi krajními polohami zdvihu 1,8 mm/s, možnost ručního ovládání kolečkem. Servomotor bude napájen z akumulátorové baterie se signalizací stavu nabití a s automatickým dobíjením.
- BC321 - snímač (vysílač) polohy otevírání rozváděčího kola, 4 . 20mA (je součástí M321)
- SQ321 - koncový spínač zavěšené polohy rozváděčího kola (je součástí M321)
- SQ322 - koncový spínač otevřené polohy rozváděčího kola (je součástí M321)
- BT321 - snímač teploty axiálního ložiska turbíny, Pt100, max. 5mA
- BT322 - snímač teploty radiálního ložiska turbíny, Pt100, max. 5mA
- BR321 - snímač otáček soustrojí, indukční, otáčky jmenovité 760 min⁻¹, otáčky přibíhové 1380 min⁻¹

b) Skupina 33 Generátor velké turbíny Francis

- BT331 - snímač teploty předního ložiska generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT332 - snímač teploty zadního ložiska generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT333 - snímač teploty vinutí statoru generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT334 - snímač teploty vinutí statoru generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT335 - snímač teploty vinutí statoru generátoru, Pt100, max. 5mA

c) Skupina 38 Ruční uzavírací před velkou turbínou Francis

- SQ381 - koncový spínač zavěšené polohy uzavíracího
- SQ382 - koncový spínač otevřené polohy uzavíracího

d) Skupina 41 Snímání hladiny a tlaku

- BQ411 - snímač hladiny v přehradě . bude využitý stávající snímač na VD (bude společný pro obě turbíny)
- BQ412 - snímač hladiny ve výtoku za turbínou . ponorné tlakové idlo, max.hloubka zanoření pod hladinou 2,5 m (bude společný pro obě turbíny)
- BP411 - snímač tlaku vody v přívodním potrubí bezprostředně před velkou turbínou Francis, max. tlak od horní hladiny v přehradě je 0,25 MPa.

2. Seznam ideL a pohon turbosoustrojí malé turbíny Francis

a) Skupina 42 Malá turbína Francis

- M421 - elektrický servomotor pro ovládání rozváděče, lineární (např. AUMA SDL 50), max. síla 15 kN, elektromotor 60 W, 24 V DC, vybavený snímačem zdvihu 4 . 20 mA, koncovými spínači, momentovými a polohovými vypínači, ukazatelem otevírání, maximální zdvih 55 mm, max. rychlost přestavení mezi krajními polohami zdvihu 0,5 mm/s, možnost ručního ovládání kolečkem. Servomotor bude napájen z akumulátorové baterie se signalizací stavu nabití a s automatickým dobíjením.
- BC421 - snímač (vysílač) polohy otevírání rozváděčího kola, 4 . 20mA (je součástí M421)

- SQ421 - koncový spínač zavěšené polohy rozváděcího kola (je součástí M421)
- SQ422 - koncový spínač otevřeného polohy rozváděcího kola (je součástí M421)
- BT421 - snímá teploty axiálního ložiska turbíny, Pt100, max. 5mA
- BT422 - snímá radiálního ložiska turbíny, Pt100, max. 5mA
- BR421 - snímá otáček soustrojí, indukční, otáčky jmenovité 1020 min^{-1} , otáčky průběžné 2150 min^{-1}

b) Skupina 43 Generátor malé turbíny Francis

- BT431 - snímá teploty předního ložiska generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT432 - snímá teploty zadního ložiska generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT433 - snímá teploty vinutí statoru generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT434 - snímá teploty vinutí statoru generátoru, Pt100, max. 5mA
- BT435 - snímá teploty vinutí statoru generátoru, Pt100, max. 5mA

c) Skupina 48 Ruční uzavírání před malou turbínou Francis

- SQ481 - koncový spínač zavěšené polohy uzavírání
- SQ482 - koncový spínač otevřeného polohy uzavírání

d) Skupina 51 Snímání tlaku

- BP511 - snímá tlak vody v primárním potrubí bezprostředně před malou turbínou Francis, max. tlak od horní hladiny v přehradě je 0,25 MPa

D.1.3.2. AUTOMATIKA A OVLÁDÁNÍ TURBOSOUSTROJÍ

a) Podmínky pro spuštění turbosoustrojí

- přítomnost napětí v elektrické síti
- odstraněna nebo kvitována případná předchozí porucha
- uzavírání před turbínou je v plně otevřené poloze

b) Spuštění turbosoustrojí

- Ruční spuštění

Ruční spuštění bude probíhat zpravidla pouze při zkouškách a opravách soustrojí. Úplné ruční spuštění (njetí, fázování) soustrojí není možné. Pouze bude možné po automatickém spuštění po přepnutí přepínače do polohy *start* ovládat pomocí tlačítek otevření rozváděcích lopat.

- Automatické spuštění

Probíhá bez zásahů obsluhy, za předpokladu, že budou splněny všechny podmínky pro spuštění soustrojí, při nastavení přepínače do polohy *automatic*.

Přepnutím přepínače generátoru do polohy *start* nejprve začne zavírání servisní výpusti (pokud byla výstupně otevřena). Po úplném uzavření výpusti se začnou otvírat rozváděcí lopatky turbíny do nastavené polohy a při dosažení synchronních otáček se generátor automaticky přifázuje. Postupným otevíráním rozváděcích lopatek se zvyšuje průtok vody turbínou a tedy i výkon dodávaný do elektrické sítě až do hodnoty určené požadovaným průtokem.

c) Provoz turbosoustrojí

- Otevření rozváděcích lopat

Po spuštění soustrojí jsou rozváděcí lopatky turbíny v automatickém režimu otevřeny elektrickým servomotorem automaticky až do předem požadované polohy, odpovídající

Odánému pr toku. V ru ním režimu (pouze při opravách nebo zkouškách) může být rozváděč turbíny ručně pomocí tlačítek otevřen nebo uzavřen. Doporučené minimální otevření rozváděčích lopatek je cca 30 %.

- Režim provozu

Soustrojí může být nastaveno pro provoz buď ručně nebo automatickém režimu.

Při ručním provozu bude soustrojí spouštěno, ovládáno (otevírání, zavírání) a odstavováno obsluhou. Při tomto algoritmus vlastního najíždění a odstavování bude řídit vodicí automat.

Při automatickém provozu bude celý tento proces (spouštění, ovládání, odstavení) ovládan automaticky řídicím systémem podle stanoveného algoritmu. Přepínání mezi ručním a automatickým provozem bude možné na rozváděči ve strojovně MVE přepínačem polohy automatického ručního.

- Regulace turbíny na požadovaný pr tok

V automatickém provozním režimu bude turbína regulována na požadovaný pr tok, který bude vodicí doložen z výkonu na svorkách generátoru a z istého spádu na turbínu. Doložení pr toku bude prováděn algoritmus naprogramovaný v řídicím systému, podle vzorce :

$$Q = P_g / (9,81 \cdot H_n \cdot t \cdot g) \quad [m^3/s]$$

kde P_g [kW] - výkon na svorkách generátoru

H_n [m] - istý spád na turbínu (z údajů snímače tlaku před turbínou a snímače hladiny na výtoku za turbínou)

t [1] - účinnost turbíny (v software bude naprogramována křivka účinnosti $t = f(P_g)$ pro st ední spád

g [1] - účinnost generátoru (v software bude naprogramována křivka účinnosti $g = f(P_g)$

Hodnotu požadovaného pr toku bude nastavena obsluhou.

d) Odstavení turbosoustrojí z provozu

- Provozní odstavení

Bude provedeno ručně z vle obsluhy přepnutím přepínače generátoru do polohy vypnutí (na rozváděči v MVE nebo v PC v domku hrázného). Servomotor postupně podle algoritmu přivádí rozváděč lopaty, při dosažení určitého otevření a výkonu blízkého nule bude generátor odpojen od sítě. Rozváděč lopaty plně doloží, soustrojí dobehne a zastaví se.

- Poruchové odstavení

Proběhne bez vle obsluhy, v případě, že nastane alespoň jedna z následujících poruch :

- přetížení generátoru (proudová ochrana)
- motorický chod generátoru (zprávná wattová ochrana)
- zvýšená teplota ložisek turbíny nebo ložisek generátoru
- ztráta napájení řídicího systému
- překročení časového limitu pochodu

Odstavení probíhá zcela automaticky a nové najetí po elektrických poruchách proběhne po skončení přiblížení poruchy (jestliže se stejná elektrická porucha objeví do 10 minut znovu, soustrojí automaticky odstaví a do zásahu obsluhy už nenajíždí). Po mechanické poruše (zvýšená teplota ložiska) soustrojí bez zásahu obsluhy nenajede.

- Výpadek vnější elektrické sítě

Turbosoustrojí s velkou turbínou Francis se okamžitě rozběhne do pr b ožných otáček a následně elektrickým servomotorem zavírá rozváděč do úplného uzavření. Pokud z jakéhokoliv důvodu nedojde k uzavření rozváděče, nebo dojde k jeho částečnému uzavření a odlehlejší soustrojí budou dále v pr b ožných otáčkách, je tento stav signalizován do domku hrázného. Obsluha pak zastaví soustrojí ručně uzavřením uzavěru před turbínou.

Malá turbína Francis bude při výpadku sítě otevřena servomotorem (na cca 15 %) a bude převádět minimální průtok pod VD ve výši 50 l/s . bezenergetický provoz ve snížených průběžných otáčkách cca 1600 min⁻¹, délka trvání tohoto způsobu provozu max. 10 hod. za rok.

e) Místa ovládání a signalizace provozu soustrojí

- Rozvaděč ve strojovně MVE . místní ovládání

Z tohoto místa bude možné provádět veškeré řídicí a ovládací úkony a do tohoto místa budou vyvedeny všechny informace o provozu a stavu soustrojí.

- Počítač v domku hrázného . dálkové ovládání

- vizualizace dat s možností dálkového ovládání soustrojí, tj. jeho spuštění, sledování provozních veličin, odstavování, signalizace poruch

- archivace vybraných provozních veličin, poruch, apod.

f) Algoritmus provozu turbín s ohledem na průtok do nádrže

Provoz turbín bude regulován tak, aby byl energeticky zpracován pokud možno veškerý průtok vody do nádrže do max. průtoku MVE a aby byly vždy zajištěny minimální odtoky z nádrže, vzele ve smyslu manipulace s ním.

Počet turbín v provozu a průtok přes turbínu bude zadáván obsluhou na základě požadavků vodohospodářského dispečinku s ohledem na hydrologickou situaci.

Za provozu MVE mohou nastat následující případy :

- 1) *Průtok do nádrže je stejný nebo větší, než maximální průtok (hltnost) MVE.* V tomto případě jsou v provozu obě turbíny. Maximální otevření turbín je omezeno výkonem. Pokud se hladina dále zvyšuje, je otevření vypouštěcí obtokové vložky, který vypouští průtok přesahující hltnost MVE. Pokud kapacita výpustí nebude stačit, bude dále otevřeno rozstřikovací uzavírka ve strojovně pod hrází. Provoz velké turbíny bude možný do určitého otevření RU podle výkonu a stability chodu turbíny.
- 2) *Průtok do nádrže je v rozsahu průtoku velké turbíny*
Za této situace je v provozu jen velká turbína. Její otevření je voleno s ohledem na požadovaný zásobní prostor nádrže a aktuální průtok.
- 3) *Průtok do nádrže je mezi minimálním průtokem velké turbíny a max. průtokem malé turbíny*
Za této situace může být v provozu jak malá, tak velká turbína. Jejich otevření je voleno s ohledem na požadovaný zásobní prostor nádrže a aktuální průtok.
- 4) *Průtok do nádrže je mezi nalepzeným průtokem a minimálním asanovaným průtokem a hladina v nádrži poklesne pod kótu 374,60 m n.m.(2. regulační stupeň)*
Malá turbína zpracovává průtok v rozsahu 50 až 160 l/s. Při zvyšování průtoku a dosažení hladiny na úroveň 374,60 m n.m., nastává přechod do případu 3).

g) Vazba na výpustná zařízení

Při odstavení turbín (turbíny), je otevřena příslušná výpust . Výpusť se otevře na průtok odpovídající poslednímu průtoku turbínou (průtok lze odvodit od výkonu a spádu turbíny). Průtok přes výpusti během odstavení turbíny lze nastavovat ručně nebo automaticky. Při spuštění turbíny otevřená výpust automaticky zavírá. Spuštění turbína otvírá na poslední zadané otevření.

Souběžný provoz velké turbíny a spodní výpusti se předpokládá maximálně do 10 % otevření spodní výpusti.

