

## **MVE Libčice – oprava TG**

Dokumentace pro zadání veřejné zakázky

D. Dokumentace objektů, technických  
a technologických zařízení

D.2. Technologická část

D.2.1. PS 01 Technologická část strojní

D.2.1.3. Specifikace strojů a zařízení

Objednatel: Povodí Vltavy, státní podnik

## OBSAH

<b>D.2.1.3. SPECIFIKACE STROJŮ A ZAŘÍZENÍ .....</b>	<b>2</b>
<b>D.2.1.3.1 Všeobecně.....</b>	<b>2</b>
D.2.1.3.1.1 Normy a standardy .....	2
D.2.1.3.1.2 Všeobecné požadavky .....	2
D.2.1.3.1.3 Protikorozní ochrana .....	3
D.2.1.3.1.4 Zkoušky a uvedení do provozu.....	4
D.2.1.3.1.5 Požadavky na dokumentaci.....	5
D.2.1.3.1.6 Předmět dodávky .....	5
<b>D.2.1.3.2 Seznam zařízení .....</b>	<b>6</b>
D.2.1.3.2.1 DPS 01.1 Oprava turbín .....	6
D.2.1.3.2.2 DPS 01.2 Montáž převodovek.....	16

### **D.2.1.3. SPECIFIKACE STROJŮ A ZAŘÍZENÍ**

#### **D.2.1.3.1 Všeobecně**

Předmět dodávky strojně-technologická částí opravy soustrojí MVE Libčice zahrnuje následující práce a dodávky:

##### **PS 01 Technologická část strojní**

###### **DPS 01.1 Oprava turbín**

###### **DPS 01.2 Montáž převodovek**

##### **D.2.1.3.1.1 Normy a standardy**

Zařízení bude navrženo, vyrobeno a uvedeno do provozu v souladu s poptávkovými a nabídkovými dokumenty, standardy výrobce, které respektují normy ČSN, IEC a mezinárodní normy.

##### **D.2.1.3.1.2 Všeobecné požadavky**

Při řešení budou respektovány všeobecné požadavky dané zadávací dokumentací, mimo jiné:

- Návrh a vlastní instalace opraveného zařízení soustrojí musí respektovat stávající rozměry zařízení MVE. Zaměření stávajícího zařízení a konstrukcí provede dodavatel v rámci zpracování dodavatelské realizační dokumentace.
- Bezpečné, spolehlivé a plně funkční technologické zařízení. Soustrojí bude dodáno v provedení, které zaručuje plně automatický provoz bez dozoru.
- Provoz, údržba, kontrola a řízení provozu strojního zařízení musí odpovídat požadavkům příslušných norem (ČSN, EN, ISO, DIN, IEC, ...) a bezpečnostních předpisů pro obsluhu a provoz zařízení
- Zařízení musí vyhovovat požadavkům na kompatibilitu s ostatním technologickým zařízením a vnějším vlivům v jednotlivých prostorách instalace. Materiálové provedení technologického zařízení musí být navrženo s ohledem na pracovní prostředí. Veškeré dodávky a montážní práce budou z hlediska požadavků kvality definovány normovými standardy věcně příslušných norem.
- Zařízení, které je nutné při provozu kontrolovat nebo vyměňovat, musí být přístupné a demontovatelné.
- Z dodávky bude nutno vyloučit materiály poškozující životní prostředí. Veškeré zařízení bude navrženo tak, aby nedocházelo ke znečišťování vypouštěné vody oleji, tuky, případně jinými škodlivými látkami.
- Nátěry budou provedeny dle příslušných norem a předpisů odpovídajícími nátěrovými systémy.
- Spojovací materiály rozebíratelných spojů (šroubové spoje, šroubové kotvy) budou provedeny z materiálů, které zaručí jejich snadnou rozebíratelnost (nerez nebo galvanicky pokovené). Přírubové spoje musí být upraveny tak, aby nedošlo k případné možnosti vzniku galvanického článku, který způsobuje korozi. Spoje budou zabezpečeny proti samovolnému povolení např. pomocí lepení systémem Loctite nebo ekvivalentním způsobem. Těsnění přírubových spojů budou bezazbestová.

- Potrubí budou opatřena označením směru toku média v barvě odpovídající druhu média, armatury budou očíslovány běžným způsobem dle schématu.
- Provozní podmínky (teplota vzduchu a relativní vlhkost ve strojovně) – minimální +5°C, maximální +40°C, vlhkost max. 80% při +20°C.
- Součástí dodávky jsou veškeré první olejové náplně a mazací tuky pohonů, hřídelí apod.
- Zhotovitele v rámci dodávky zpracuje dodavatelskou dokumentaci, která bude mimo jiné obsahovat postup a specifikaci opravy, realizační dokumentaci pro instalaci dodaného zařízení na stavbě, požadované výkresy, zprávy, specifikace a výpočty.
- Součástí dodávky zhotovitele je zpracování plánu zkoušek, testů a uvedení zařízení do provozu vč. provedení veškerých zkoušek, skutečného uvedení do provozu a zaškolení obsluhy po opravě.

### D.2.1.3.1.3 Protikorozní ochrana

#### Nátěrové hmoty a povrchová ochrana proti korozi

- U všech dílů expedovaných z výrobního závodu bude proveden kompletní nátěrový systém. Nátěry se budou provádět ve výrobním závodě, s výjimkou poslední vrstvy, která se provede na stavbě spolu s opravami nátěrů, které byly poškozeny během dopravy, skladování a montáže. Na stavbu bude dodáno potřebné množství barvy pro případné opravy nátěru po montáži.
- U částí, kde je uvažováno svařování na stavbě bude proveden pouze základní nátěr. Spolu se zařízením opatřeným pouze základním nátěrem bude na stavbu dodáno potřebné množství nátěrových hmot pro provedení zbývajících vrstev nátěru.
- Veškeré příslušenství, jako např. čerpadla, motory, pohony, hydraulické jednotky je třeba chránit proti korozi podobně jako hlavní části agregátů, popř. je již v náležitém chráněném provedení dodat. V případě rozdílného provedení antikorozní ochrany u příslušenství je nutný souhlas odběratele.
- Trubkování z uhlíkové oceli bude kompletně natřeno po montáži na stavbě, nátěrové hmoty budou součástí dodávky.
- Zinkovaná nebo nerezová potrubí budou bez nátěru, po montáži budou opatřena polepem v barvě odpovídající druhu média
- Žárové pozinkování - očištění kovu opískováním + vrstva žárového pozinkování o minimální síle vrstvy 85 µm na bázi Ti-Zn bez dalšího požadavku na povrchovou úpravu.
- Nátěrové hmoty (přednostně od renomovaných výrobců, např. HEMPEL, JOTUN nebo obdobné) a systém povrchové ochrany, včetně způsobu kontroly, budou součástí nabídky. V dokumentaci zhotovitele budou dále upřesněny postupy při odstraňování starých nátěrů, podmínky pro provádění žárového nástřiku, způsobu kontrol při provádění nátěrů a předloženy technologické postupy aplikací.
- Povrchová ochrana bude provedena v souladu především s těmito normami:
  - ČSN ISO 8501 – Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot
  - ČSN EN ISO 12944 – Nátěrové systémy – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí chráněných nátěrovými systémy
  - ČSN ISO 2409 – Kontrola přilnavosti nátěru
- Aplikace povrchové ochrany bude odpovídat mimo jiné i normám: ČSN 03 8220, ČSN 03 8762.

## Všeobecné požadavky na ochranu před korozí

Pro antikorozní ochranu musí být dodrženy veškeré předpisy výrobce resp. dodavatele pro jednotlivé nátěrové systémy. Dodavatel navrhne v rámci nabídky nátěrový systém pro zařízení na základě svých nejlepších zkušeností. Nátěry budou provedeny dle příslušných norem (v souladu s ČSN EN ISO 12944-1 až 9) a předpisů dodavatele odpovídajícími nátěrovými systémy. Nátěry zařízení budou voleny podle pracovního prostředí zařízení. Pro konstrukce ponořené do vody jde především o zónu podponorovou resp. zónu se střídavým ponorem dle ČSN EN ISO 12 944-2. Stupeň agresivity Im1 – sladká voda.

Nátěrový systém bude před začátkem prací předložen objednateli ke schválení.

Pro povrchovou ochranu je požadováno použití nátěrového systému odpovídající životnosti nových ochranných povlaků střední – tj. minimální životnost 15 let, v souladu s ČSN EN ISO 12944-5.

Doporučené tloušťky nátěrů (měřeno v suchém stavu) musí být ověřeny měřením (na náklady dodavatele) a protokoly budou předány objednateli.

K navrženému nátěrovému systému dodavatel předá náležitou dokumentaci, která musí nejméně obsahovat jméno výrobce, typ, vlastnosti a technické podmínky nátěrů, referenční listy apod.

## Barevné provedení

### ❑ Základní barevné řešení:

- |   |   |                  |
|---|---|------------------|
| • Turbína + další vnější nátěry strojního zařízení ve strojovně | - | modrá RAL 5010   |
| • Rozváděcí kruh, závaží, servomotor RK                         | - | červená RAL 3000 |
| • Olejové potrubí   | - | oranž RAL 2000   |
| • Poklopy   | - | šedá RAL 7030    |

### D.2.1.3.1.4 Zkoušky a uvedení do provozu

Provedení veškerých příslušných a předepsaných zkoušek s předáním dokumentace o provedených zkouškách a jejich výsledcích (záznamy zkoušek, protokoly a pod.) je obsaženo v dodávce zhotovitele. Dodavatel hradí veškeré náklady spojené se zajištěním testů kvality a přejímky zařízení.

V souladu s kontraktem musí dodavatel umožnit volný přístup zákazníka a informovat ho o termínech prováděných testů ve výrobě nebo na stavbě.

Zkoušky zařízení a měření po rekonstrukci zařízení bude realizováno na základě programu, který zpracuje zhotovitel a bude odsouhlasen objednatelem.

Rozsah zkoušek a přejímek ve výrobě zhotovitele a na stavbě budou řešeny v samostatném dokumentu – Plán jakosti, Přehled zkoušek a atestů.

Všeobecně zkoušky musí prokázat plnou, bezpečnou, spolehlivou a ustálenou funkci zařízení. Zařízení musí prokázat, že plní všechny požadavky SOD, zadávací dokumentace, ČSN, požadavky distribuční společnosti a provozní požadavky.

Jedná se o především o následující zkoušky:

- zkoušky ve výrobním závodě (materiálové, rozměrové, subdodávky,...)
- montážní zkoušky (kontrola vůlí, souososti,...)
- individuální zkoušky (suché, mokré)
- předkomplexní
- komplexní zkoušky

Komplexní vyzkoušení v předpokládané délce 72 hodin nepřerušovaného provozu bude provedeno dle programu, který bude projednán mezi objednavatelem a zhotovitelem před zahájením zkoušek.

Zkušební provoz bude zahájen po úspěšném provedení komplexních testů. Délka zkušebního provozu bude stanovena v kontraktu - předpokládá se 1 měsíc pro každé soustrojí.

Po stanovenou dobu bude zajištěna na vyzvání přítomnost příslušného personálu dodavatele pro dohled (supervize) nad provozem. V průběhu zkušebního provozu bude možné provádět případné nezbytné úpravy a nastavení ze strany dodavatele (na náklady dodavatele). Zkušební provoz je prohlášen za úspěšný, jestliže je kompletní zařízení MVE schopno dlouhodobě spolehlivě pracovat bez odstavování vlivem poruch.

Součástí dodávky zhotovitele je dále i zaškolení obsluhy.

#### **D.2.1.3.1.5 Požadavky na dokumentaci**

Součástí dodávky bude vypracování technických nálezů, postupu opravy včetně specifikací prací a dodávek, běžné konstrukční dokumentace, sestavy zařízení, podsestavy a detaily konstrukčních celku, výkresy nově vyráběných a dodávaných částí, vše v českém jazyce, návod na obsluhu a údržbu zejména technickoprovozní doporučení v českém jazyce, vypracování dokumentace skutečného provedení. V případě katalogové dokumentace je možno použít originální cizojazyčnou dokumentaci s českým překladem. V případě dokumentů, které je Zadavatel povinen předat inspekčním orgánům, budou dodány certifikované překlady. Veškerá dokumentace bude předána v tištěné a digitalizované formě.

#### **D.2.1.3.1.6 Předmět dodávky**

Součástí dodávky je demontáž, oprava a zpětná montáž stávajícího zařízení vč. výroby potřebných nových součástí a provedení nové povrchové ochrany specifikovaných částí.

U repasovaných částí zařízení bude provedena kontrola stavu a zpracována Nálezová zpráva, ve které bude stanoven i následný postup provedení opravy poškozených částí. Postup opravy bude odsouhlasen objednavatelem. Zhotovitel se zavazuje provést navrženou opravu v termínu zpracování této zakázky. Náklady na opravy dle Nálezové zprávy, které budou nad rámec specifikovaných prací, budou vyčísleny a uhrazeny samostatně jako vícepráce.

Součástí dodávky je veškerý transport dílů ze stavby a na stavbu. Stávající zařízení, určené k likvidaci a k jeho následné výměně za nové, demontuje dodavatel a na své náklady zajistí odvoz a ekologickou likvidaci odpadu dle příslušného zákona o odpadech a dle požadavku v této Technické specifikaci.

Dílo bude provedeno podle platných právních předpisů a technických norem, platných v České republice v době realizace a odsouhlaseného projektu. Předmět díla zahrnuje zejména:

- Vypracování veškeré konstrukční, projekční dokumentace a postupu opravy včetně postupu montážních prací
- Demontáž zařízení
- Výrobu a subdodávky
- Dopravu zařízení na stavbu resp. odvoz k případné likvidaci
- Dodávku a montáž zařízení
- Provedení veškerých zkoušek
- Uvedení do provozu a zaškolení obsluhy
- Vypracování dokumentace skutečného provedení

### D.2.1.3.2 Seznam zařízení

Technické parametry pro jednotlivá zařízení popsané dále ve strojní části jsou (není-li výslovně stanoveno jinak) uvedeny jako orientační hodnoty.

Návrh přesných parametrů provede, resp. upřesní nabízející.

Poznámka:

- Veškeré zařízení uvedené v předkládané dokumentaci je nutno chápat jako informativní a referenční zařízení, určující minimální technický standard, resp. základní technické vlastnosti. Volba konkrétních zařízení při realizaci, včetně odpovědnosti za jejich shodnost s českými normami a jinými zákonnými ustanoveními, je na dodavateli zařízení a podléhá schválení investora.
- Každá položka obsahuje (není-li uvedeno jinak) kompletní zpracování technické dokumentace, výrobu, dopravu a instalaci zařízení na díle, uvedení do provozu vč. provedení příslušných zkoušek, dokumentace skutečného provedení zařízení, zpracování návodů pro obsluhu a údržbu zařízení a zaškolení obsluhy.

#### D.2.1.3.2.1 DPS 01.1 Oprava turbín

Kompletní provedení opravy soustrojí Kaplanovy turbíny v níže specifikovaném rozsahu.

Přímoproudá horizontální Kaplanova turbína o průměru oběžného kola 3350 mm v provedení PIT, s regulovatelným oběžným i rozváděcím kolem. Turbína přes čelní převodovku pohání horizontální synchronní generátor.

Turbína je konstruována pro následující základní parametry:

- průměr OK .....  $D = 3350 \text{ mm}$
- počet oběžných lopatek ..... 3
- otáčky - jmenovité .....  $n = 100 \text{ min}^{-1}$
- - průběžné .....  $n_p = 300 \text{ min}^{-1}$
- čistý spád - návrhový .....  $H_n = 3,60 \text{ m}$
- - minimální .....  $H_{\min} = 1,90 \text{ m}$
- - maximální .....  $H_{\max} = 4,20 \text{ m}$
- průtok - návrhový .....  $Q_n = 65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- - minimální .....  $Q_{\min} = \text{cca } 25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- - maximální .....  $Q_{\max} = 80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- maximální výkon (na hřídeli turbíny) .....  $P_{\text{tmax}} = \text{cca } 2530 \text{ kW}$
- kóta osy oběžného kola ..... cca 164,80 m n.m.

Oprava turbín zahrnuje oběžné kolo, komoru oběžného kola, rozvaděč, ložisko turbíny, ucpávku a hřídel turbíny se servomotorem OK. Všechny tyto dílce budou na elektrárně demontovány a převezeny k opravě do dílen zhotovitele. Součástí jsou rovněž nové nátěry kužele savky s montážní vložkou, které budou provedeny na stavbě.

**Poznámka:** oběžné kolo TG2 bylo v důsledku havárie opraveno v roce 2017, proto je rozsah kontroly a následné opravy rozdílný od TG1.

Požadavky na opravu uvedených dílců turbín jsou stanoveny na základě provedených nálezů během dílčích oprav provedených v roce 2012 až 2014.



Rozsah a hranice prací a dodávek:

### **Pol.č. 1.1 Oběžné kolo TG1**

#### **1 sada – oprava oběžného kola TG1**

Kompletní oběžné kolo (OK) soustrojí se 3 oběžnými lopatkami přestavitelnými pomocí tohoto servomotoru OK. Kolo sestává z hrotu náboje (materiál St 235 JO), vnitřního a přestavného mechanismu včetně táhel, pák, čepů a samomazných pouzder. Oběžné kolo je staticky vyvážené. Náboj kola je proveden jako odlitek z materiálu GS 20 Mn 5. Lopatky oběžného kola jsou vyrobeny z nerez materiálu (G-X5 CrNiMo 13.4). Lopatky jsou uloženy v samomazných pouzdrech. Těsnění lopatek osazených v náboji je vyměnitelné bez demontáže lopatek oběžného kola.

Oběžné kolo je plněno olejem (ISO VG 46) – náplň cca 440 l, který maže veškerá uložení kluzných částí přestavného mechanismu.

Předpokládaný rozsah opravy:

- kompletní demontáž oběžného kola, odvoz do dílen zhotovitele opravy, demontáž OK na dílně
- kontrola technického stavu - technický nález
- revize všech dílců oběžného kola včetně defektoskopie (MT a PT zkoušky pro lopatky, spojku, kužel, kříž, táhla, šrouby)
- výměna všech kluzných pouzder uložení oběžných lopat a přestavného mechanismu
- výměna všech těsnění a tří dvojic táhel
- povahení oběžných lopat po obvodě na vnějším průměru a opracování na karuselu na požadovaný průměr koule podle opracovaného průměru komory za účelem dodržení předepsané vůle mezi oběžným kolem a komorou dané výkresovou dokumentací
- nová povrchová ochrana hrotu OK – vnější nátěr cca 6,5 m<sup>2</sup>
- provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 100 hod/sadu
- provedení zkoušek – statické vyvážení a tlaková zkouška
- doprava na lokalitu a zpětná montáž oběžného kola, doplnění oleje, funkční zkouška

### **Pol.č. 1.2 Oběžné kolo TG2**

#### **1 sada – kontrola oběžného kola TG2**

Předpokládaný rozsah opravy:

- kompletní demontáž oběžného kola, odvoz do dílen zhotovitele opravy
- demontáž OK na dílně
- kontrola technického stavu - technický nález
- revize všech dílců oběžného kola včetně defektoskopie (MT zkoušky pro lopatky, spojku, kužel, šrouby)
- nová povrchová ochrana hrotu OK – vnější nátěr cca 6,5 m<sup>2</sup>
- provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 100 hod/sadu
- provedení zkoušek – statické vyvážení a tlaková zkouška
- doprava na lokalitu a zpětná montáž oběžného kola, doplnění oleje, funkční zkouška



### Požadavky na kontrolu a opravu oběžného kola TG1 a TG2:

- Oběžné kolo po opravě musí pracovat spolehlivě při plném zatížení s plně otevřenými oběžnými lopatkami při maximální hladině (max. spád). Oběžné lopatky musí být schopny regulace v celém rozsahu otevření s ohledem na velikost průtoku od maxima do minima.
- Po zpětné montáži v dílnách zhotovitele bude oběžné kolo staticky vyváženo na čočce podle ČSN ISO 1940-1 pro  $G = 2,5$  m/s a bude proveden záznam o vyvážení, který bude předán spolu s oběžným kolem.
- V dílnách zhotovitele bude provedena tlaková zkouška vnitřku náboje olejem o tlaku 2 bar.
- Spojení oběžných lopatek s nábojem musí umožňovat snadnou montáž a demontáž lopatky. Těsnění lopatek osazených v náboji musí být jednoduše demontovatelné a vyměnitelné bez demontáže lopatek oběžného kola.
- Pro nové uložení čepů oběžných lopat se upřednostňují samomazná pouzdra DEVA BM (nebo obdobné).
- Na základě zpracované zprávy z nálezu po demontáži a proměření dílců oběžného kola budou po dohodě s objednatelem provedeny další potřebné opravy dílců jako vícepráce.
- Nová povrchová ochrana hrotu OK - otryskání a nový nátěr o celkové tloušťce min. 500  $\mu\text{m}$ .
- Součástí prací je rovněž nová olejová náplň OK.

### Pol.č. 1.3 Komora OK

#### 2 sady – oprava komory oběžného kola

Komora oběžného kola je dělená v horizontální rovině na 2 části (spojení pomocí přírub a šroubů), sestává ze dvoudílného svařovaného pláště (nerez X5 CrNi 13/4) vyztuženého žebry, 2-dílné připojovací příruby pro napojení na věnec RK (nerez X5 CrNi 13/4) a příruby pro napojení na savku.

Komora oběžného kola byla na ploše v místě oběžných lopat během dřívějších oprav místně ručně přebroušena.

Předpokládaný rozsah opravy:

- kompletní demontáž komory oběžného kola, odvoz do dílen zhotovitele opravy
  - smontování polovin komory do celku, proměření pracovního průměru koule, kontrola technického stavu - technický nález
  - oprava povrchu komory OK – povážení a přebroušení vnitřního obtékaného profilu do správného hydraulického tvaru podle výkresu s minimálním úběrem na plochu – předpokládá se oprava plochy 1,00 m<sup>2</sup>/sadu
  - nová povrchová ochrana komory oběžného kola vč. opravy poškozených vnějších ploch po montáži na díle – vnější nátěr cca 22,5 m<sup>2</sup>/sadu
  - provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 50 hod/sadu
  - doprava na lokalitu a zpětná montáž komory oběžného kola
- Oprava komory oběžného kola bude v oblasti oběžného kola provedena (pro kavitační poškození hlubší než 1 mm) návarem z materiálu nejvyšší kvality ze slitin oceli odolávající kavitaci a korozi. Provedení komory OK musí umožnit opravy poškozené nahodilou kavitací navařením materiálu slitin oceli na základní materiál a následným opracováním. Tvar komory musí zajistit minimální objemové ztráty v celém rozsahu nastavení oběžného kola a musí být zajištěn bezchybný provoz.

## Pol.č. 1.4 Regulační mechanismus

### 2 sady – provedení kontroly a opravy regulačního mechanismu turbíny.

Každá sada regulačního mechanismu obsahuje:

- **Diagonální rozvaděč (RK)**

- kompletní **rozváděcí diagonální kolo (RK)** provedené jako provozní uzávěr – tj. musí bezpečně uzavřít průtok přes turbínu. Sestává ze svařovaného vnějšího a vnitřního lopatkového kruhu z oceli P 275 N a ze 16 rozváděcích lopatek z materiálu StE 355, které je možné samostatně demontovat. Plochy pro ložiska pochromovány, odtoková hrana a těsnicí plochy považeny nerezí. Čepy lopat z nerez oceli X20 Cr 13 uloženy v samomazných pouzdrech (z materiálu PAS-LG a PTFE), které jsou zalisovány ve vnějším a vnitřním kruhu rozváděcího ústrojí turbíny. Mechanismus rozvaděče je řešen z pojistných teleskopických táhel s pružinami – tj. s bezpečnostním členem na každé lopatce. Natáčení rozváděcích lopat se děje hydraulickým přímočarým servomotorem přes ucho regulačního kruhu a soustavu pák a táhel.

- **Regulační kruh**

– kompletní **regulační kruh** - dvojdílný svařenec z oceli P 275 N se 16 samomaznými vodíciemi elementy uchycenými na přírubě vnějšího lopatkového kruhu. Je vybaven pákou pro upevnění závaží a servomotoru RK. Součástí jsou i potřebná zařízení pro snímání polohy (kontinuální + koncový spínač).

Chromová vrstva na čepech rozváděcích lopat je popraskaná, místně odloupená a poškozuje těsnění čepů. Požadavkem na opravu rozvaděče je zejména oprava povrchu vnějších čepů pro samomazné uložení a zajištění řádného utěsnění proti vnikání nečistot do ložisek a proti úniku vody do elektrárny.

Je požadováno uložení rozváděcích lopat do samomazných pouzder a těsnění pomocí „U“ manžet.

Předpokládaný rozsah opravy:

- kompletní demontáž rozvaděče, odvoz do dílen zhotovitele opravy
- kontrola technického stavu - technický nález
- oprava uložení rozváděcích lopat – nové uložení čepů rozváděcích lopat do samomazných pouzder DEVA BM (nebo obdobné) a těsnění pomocí „U“ manžet, nová povrchová úprava čepů – chromování (tvrdokov)
- výměna kulových ložisek v přestavném mechanismu, kontrola pružin v táhlech a montáž nového vedení regulačního kruhu (samomazné)
- nová povrchová ochrana lopatkových kruhů (obtékané plochy a vrchní venkovní nátěr) vč. opravy poškozených ploch po montáži na díle
  - o nátěr vnější ploch cca  $45,0 + 25,0 = 70 \text{ m}^2/\text{sadu}$
  - o nátěr obtékaných ploch cca  $38,0 + 25,0 = 63 \text{ m}^2/\text{sadu}$
- nová povrchová ochrana listů rozváděcích lopat vč. opravy poškozených ploch po montáži na díle - nátěr obtékaných ploch cca  $35,0 \text{ m}^2/\text{sadu}$
- nová povrchová ochrana regulačního kruhu vč. opravy poškozených ploch po montáži na díle – nátěr vnější ploch cca  $15,0 \text{ m}^2/\text{sadu}$
- repase servomotoru rozvaděče - honování válce, výměna těsnění
- provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 100 hod/sadu
- smontování rozvaděče a provedení zkoušek na dílně
- doprava na lokalitu a zpětná montáž rozvaděče

### Požadavky na rozvaděč turbíny a regulační mechanismus

- Rozvaděč (uzávěr turbíny) je regulovatelný v axiálním směru vymezeném vnější a vnitřní vůlí. Turbinový rozvaděč je navržený k regulaci průtoku vody turbíny a zároveň slouží jako uzávěr tak, aby účinně zabezpečil minimum průsaků v případě uzavřeného rozvaděče turbíny. Rozvaděč turbíny musí být stabilní, v případě poškození spojení nesmí způsobit zničení sousedního rozvaděče, nebo jiných částí.
- Všechny rozváděcí lopatky jsou propojeny regulačním kruhem za pomoci pružného elementu, který umožní natočení každé lopatky v případě vniknutí cizího tělesa mezi lopatky. Zabezpečovací elementy, musí být vyměnitelné bez nutnosti rozebrání dalších součástí turbíny.
- Čepy rozvaděče turbíny budou považeny nerezovou ocelí. Vhodné těsnění bude provedeno tak, aby chránilo ložisko před poškozením částicemi, které jsou obsaženy ve vodě.
- Ložiska rozvaděče turbíny budou řešena jako samomazná. Všechny části ovládacího mechanismu rozváděcích lopatek, které se vzájemně dotýkají, musí být opatřeny samomaznými ložisky.
- Na základě zpracované zprávy z nálezu po demontáži a proměření dílců rozvaděče budou po dohodě s objednatelem provedeny další potřebné opravy dílců jako vícepráce.
- Nová povrchová ochrana
  - obtékané plochy lopatkových kruhů a listy rozváděcích lopat - otryskání na Sa 2 1/2 a nový nátěrový systém o celkové tloušťce minimálně 500  $\mu\text{m}$ .
  - vnější plochy – mechanické očištění ploch, nový nátěr o celkové tloušťce minimálně 300  $\mu\text{m}$ .
- Rozvaděč bude v dílnách zhotovitele kompletně smontován a provedena funkční zkouška.

### Pol.č. 1.5 Hřídel turbíny se servomotorem OK

#### 2 sady – provedení kontroly a opravy stávajícího hřídele turbíny.

Hřídel turbíny o průměru 400 mm a délce 3033 mm je vyroben z konstrukční oceli 2C 35. Hřídel je na obou koncích opatřen přírubami ( $\varnothing$  800) pro spojení s nábojem oběžného kola a převodovkou. Součástí hřídele jsou i spojovací šrouby a kolíky pro spojení s OK a převodovkou.

Hřídel je vrtaný ( $\varnothing$  170 mm), na obou koncích je vedení pro uložení přestavné tyče OK.

Servomotor OK ( $\varnothing$  540) je součástí příruby na turbínovém hřídeli a je přes regulační objímku/rozvodnou hlavu, uchycenou na hřídeli převodovky, zásobován tlakovým olejem vývrtý v hřídeli převodovky.

Mechanismus OK se skládá z pák, táhel, čepů, atd. Případný průsak ze SM OK je vyveden do nádržky ve strojovně.

Spojení hřídele s převodovkou je provedeno pomocí kotoučové spojky.

Během dosavadního provozu turbín se projevil nedostatek v utěsnění přestavné tyče v hřídeli. Hlavním požadavkem opravy hřídele je rekonstrukce vedení a utěsnění přestavné tyče v hřídeli.

Předpokládaný rozsah opravy:

- kompletní demontáž hřídele včetně servomotoru OK, odvoz do dílen zhotovitele opravy
- kontrola technického stavu - technický nález
- oprava přestavné tyče – výměna vodících pouzder za samomazná pouzdra (DEVA BM

- nebo obdobné), utěsnění přestavné tyče pomocí „U“ manžet v obou směrech proti tlakovému oleji od servomotoru a proti prosáklé směsi olej - voda od oběžného kola
- oprava těsnění vodících tyčí – výměna vodících pouzder a oprava těsnění vodících tyčí servomotoru OK, MT kontrola povrchu vodících tyček
  - oprava servomotoru OK - honování válce servomotoru na průměru 540 mm, rekonstrukce těsnění pístu z pístních kroužků na pístní těsnění doplněné vodícím páskem
  - výměna všech těsnění a poškozeného spojovacího materiálu. U šroubů spoje s oběžným kolem na straně servomotoru s převodovkou bude provedena defektoskopická kontrola MT a PT dříku a závitu s vystavením protokolu
  - oprava kluzné plochy na hřídeli pro pánev vodícího ložiska – přebroušení
  - nová povrchová ochrana nefunkčních ploch hřídele vč. opravy poškozených ploch po montáži na díle – nátěr vnější ploch cca 8,0 m<sup>2</sup>/sadu
  - provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 100 hod/sadu
  - doprava na lokalitu a zpětná montáž včetně seřízení
- Na základě zpracované zprávy z nálezu po demontáži a proměření dílců budou po dohodě s objednatelem provedeny další potřebné opravy dílců jako vícepráce.
  - Kluzná plocha na hřídeli pro pánev vodícího ložiska bude přebroušena na Ra 0,8 a provedena egalizace všech kontrolních a funkčních ploch hřídele, vystaven protokol konečných rozměrů a naměřených hodnot hřzivosti.
  - Nefunkční plochy hřídele budou opískovány a natřeny nátěrovým systémem do vnitřní atmosféry o celkové tloušťce nátěru minimálně 300 μm.

### **Pol.č. 1.6 Ložisko turbíny**

#### **2 sady – provedení kompletní revize a opravy ložiska hřídele turbíny**

Hřídel turbíny je uložen ve vodícím ložisku turbíny (Ø 400 mm), které slouží k zachycení přenosu sil od turbíny. Mazací médium je tlakový olej, který zajišťuje společný mazací agregát (převodovka + ložiska turbíny). Vodící ložisko sestává z tělesa děleného na dvě poloviny (materiál Aldur S48), dvou vík ložiska tvořících současně olejovou nádrž ložiska, 2 stíracích kroužků s těsněním (PVC), 2 odstříkacích kroužků a příslušenství (trubkování, měření,...). Těleso je opatřeno odporovými teploměry Pt 100 pro provozní kontrolu ložiska a olejové náplně.

Hlavním požadavkem na opravu ložiska turbíny je kontrola/výměna kompozice pánve ložiska.

Předpokládaný rozsah opravy:

- demontáž ložiska
- kontrola technického stavu, UT kontrola přilnutí kompozice - technický nález
- oprava pánve ložiska - vytavení, nalití nové kompozice a opracování na průměr podle přebroušené kluzné plochy hřídele s vůlí v ložisku stanovené výkresovou dokumentací, vystavení protokolu
- výměna všech těsnění a drobného montážního materiálu
- nová povrchová ochrana ložiskové skříně vč. opravy poškozených ploch po montáži na díle – nátěr vnější ploch cca 5,0 m<sup>2</sup>/sadu
- provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 50 hod/sadu
- zpětná montáž

- Na základě zpracované zprávy z nálezu po demontáži a proměření dílců budou po dohodě s objednatelem provedeny další potřebné opravy dílců jako vícepráce.
- Vnější plochy ložiskové skříně budou opískovány a natřeny nátěrovým systémem do vnitřní atmosféry o celkové tloušťce nátěru minimálně 300 µm.

### **Pol.č. 1.7 Ucpávka hřídele turbíny**

#### **2 sady – provedení kontroly a opravy ucpávky hřídele turbíny**

Těsnění hřídele za provozu zabezpečuje nastavitelný pryžový kruh ve tvaru chlopně, který je ustaven proti axiální keramické těsnicí ploše tak, aby propouštěl nepatrné množství vody k mazání. Těsnění hřídele sestává z vodících (nerez), opěrných a upevňovacích kruhů umístěných ve 2-dílné skříně. Dělené kruhy ucpávky jsou provedeny z nerezového materiálu (X3Cr Ni 13 4). Prosáklá voda je svedena potrubím do jímky prosáklé vody.

Těsnění při odstávce z provozu je provedeno pryžovým profilem lichoběžníkového tvaru, který se pomocí stlačeného vzduchu (dodává kompresorová stanice umístěná v místnosti vzduchotechniky) dotlačí na hřídel turbíny. Dále jsou zde instalována potřebná čidla měření tlaku apod.

Proti vniknutí vody do prostoru skříně vodícího ložiska je dále na hřideli turbíny nainstalován odstřikovací kruh.

Předpokládaný rozsah opravy:

- demontáž
  - kontrola technického stavu - technický nález
  - oprava ucpávky – výroba nových dílů ucpávky z nerezavějící oceli, zejména kruh pro těsnění tvaru „V“ a kruh s keramickou vrstvou
  - výměna všech těsnění a nerezového montážního materiálu
  - nová povrchová ochrana dílů z uhlíkaté oceli ucpávky hřídele vč. opravy poškozených ploch po montáži na díle – nátěr vnější ploch cca 7,5 m<sup>2</sup>/sadu
  - provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 50 hod/sadu
  - zpětná montáž, seřízení ucpávky a provedení zkoušky těsnosti revizního těsnění
- Po montáži ucpávky bude provedena zkouška těsnosti revizního „klidového“ těsnění.
  - Na základě zpracované zprávy z nálezu po demontáži a proměření dílců budou po dohodě s objednatelem provedeny další potřebné opravy dílců jako vícepráce.
  - Vnější plochy dílů z uhlíkatého materiálu budou otryskány na Sa 2 ½ a opatřeny nátěrovým systémem do vody o celkové tloušťce vrstvy minimálně 500 µm.

### **Pol.č. 1.8 Oprava povrchů obtékaných částí**

#### **2 sady – provedení kontroly a opravy povrchů obtékaných ocelových částí savky**

Kuželová ocelová část savky s přírubou pro napojení na komoru OK. Ve spodní části za přírubou komory OK je proveden průřez DN 600 s poklopem, který slouží po odvodnění pro přístup do prostoru savky a oběžného kola turbíny.

U nedemontovaných dílců budou na elektrárně provedeny nové nátěry v hydraulické ocelové části savky.

Předpokládaný rozsah opravy:

- očištění povrchů
  - vizuální kontrola povrchu obtékaných částí kuželového nástavce savky a montážní vložky – technický nález
  - výměna těsnění a spojovacího materiálu montážní vložky
  - nová povrchová ochrana kužele savky – vnitřní nátěr obtékaných ploch cca 45 m<sup>2</sup>/sadu
  - nová povrchová ochrana montážní vložky
    - nátěr vnější ploch cca 8,5 m<sup>2</sup>/sadu
    - nátěr obtékaných ploch cca 6,0 m<sup>2</sup>/sadu
  - provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 40 hod/sadu
- Na základě zpracované zprávy z nálezu budou po dohodě s objednatelem provedeny další potřebné opravy jako vícepráce.
  - Nová povrchová ochrana
    - obtékané plochy v části savky a montážní vložky - otryskání na Sa 2 1/2 a nový nátěrovým systémem do vody o celkové tloušťce minimálně 500 μm.
    - vnější plochy – mechanické očištění ploch, nový nátěr o celkové tloušťce minimálně 300 μm.

### **Pol.č. 1.9 Instalace soustrojí**

#### **2 sady – provedení instalace soustrojí**

Předpokládaný rozsah prací:

- provedení základních měření před demontáží soustrojí (měření výkonu soustrojí pro daný spád a pracovním rozsah průtoků 20 – 80 m<sup>3</sup>/s, měření tlaků a vibrací, měření vůlí)
- montáž soustrojí – tj. ustavení soustrojí (usazení a vyrovnaní převodovky a generátoru, vyrovnaní a slícování pevné spojky hřídelů turbíny a převodovky, vyrovnaní a slícování lamelové spojky hřídelů převodovky a generátoru, zajištění polohy, dotažení základových šroubů, zakrytí rotoru), seřízení, proměření přesnosti ustavení (souosost, házivost), zpětná montáž přístrojového vybavení soustrojí vč. zapojení a vyzkoušení, vystavení protokolů
- provedení zkoušek po montáži soustrojí dle navrženého programu (suché, mokré, komplexní zkoušky)
- provedení základních měření po montáži soustrojí (měření výkonu soustrojí pro daný spád a pracovním rozsah průtoků 20 – 80 m<sup>3</sup>/s, měření tlaků a vibrací, měření vůlí)
- uvedení soustrojí do provozu



### **Popis, charakteristika, požadavky na instalaci soustrojí**

Dodávka bude obsahovat opravu dvou zařízení soustrojí přímoproudé Kaplanovy „PIT“ turbíny s převodovkou dle specifikovaného rozsahu. Dodávka a montáž opravy turbín bude provedena v plném rozsahu včetně uvedení soustrojí do provozu (dle odpovídajících požadavků uvedených ve smlouvě), zkušebního provozu a zaškolení obsluhy.

Dodaný systém regulace musí zajistit bezobslužný provoz. Soustrojí je možné provozovat jak ve spojení s veřejnou elektrickou sítí, tak i v izolovaném prostředí (ostrovní provoz).

### **Všeobecné požadavky pro dodávku a montáž soustrojí**

- Provedení turbíny musí umožnit jednoduchou demontáž vybraných částí, v případě revize/výměny/opravy těsnění a obdobných záležitostí. Všechny stanovené rozebíratelné části turbíny včetně oběžného kola, komory oběžného kola, lopatek turbíny a ovládacího ústrojí, musí být přizpůsobeny pro jednoduchou demontáž s minimálními požadavky na demontáž ostatních součástí.
- Zhotovitel opravy turbíny zodpovídá za řádné ustavení celého soustrojí - turbína, převodovka, generátor.
- Stávající přístrojové vybavení (čidla, spínače, měření..) demontované při demontáži soustrojí bude použito při zpětné montáži na díle. V případě poškození je zhotovitel povinen poškozené zařízení na svoje náklady nahradit odpovídajícím novým zařízením. Zhotovitel rovněž odpovídá za správné připojení přístrojového vybavení po opravě do systému řízení MVE.
- Po provedené konečné montáži turbíny bude u smontovaného soustrojí provedeno komplexní odzkoušení v délce 72 hodin. Součástí předání turbíny do provozu bude měření absolutních hodnot a efektivních rychlostí vibrací měřených na hřídelích turbíny, převodovky a generátoru.
- Všechny těžké části budou vybaveny závěsnými oky nebo závití pro šroubovací oka popř. třmeny pro jednoduchou demontáž zvedacím zařízením.
- Všechny použité materiály a technologické procesy zpracování a zkoušky musí být provedeny v nejlepší kvalitě. Tento předpoklad bude potvrzen certifikáty a zápisy z provedených zkoušek (na vybraná zařízení).
- Životnost ložiska turbíny je stanovena nejméně na 100 000 provozních hodin.
- Regulační a mazací olejový okruh musí být proveden na takové úrovni, aby bylo možné 100% vyloučit kontaminaci říční vody.
- Nátěrový systém použitý pro jednotlivé části zařízení budou přizpůsobeny základním požadavkům uvedených v kapitole D.2.1.3.1.3. Zkoušky kvality budou provedeny na vybraná zařízení. Tato zařízení budou vybrána odborníky zákazníka v průběhu přejímky.
- Všechny strojní části budou hladce opracované a vyrobeny z materiálů nejlepší kvality. Nejvíce namáhané materiály musí být odolné vůči křehkému lomu.
- Kromě uvedených hlavních částí k dodávce turbíny náleží veškeré potřebné trubkování, armatury, ukazatele, koncové spínače a další zařízení pro poruchovou automatiku, včetně kotevního, spojovacího a těsnícího materiálu.
- Součástí dodávky jsou též montážní nářadí a materiál, olejové a mazací náplně.

### **Revize a testy**

Zejména budou předloženy všechny certifikáty materiálů použitých pro výrobu podstatných částí zařízení včetně zápisů týkajících se technologických procesů a následných zkoušek.

Certifikáty materiálů vydané výrobcem nebo certifikáty výrobků musí být v případě dodání poskytnuty výrobcem, popř. obchodníkem.



Zkoušky odpovídající ČSN budou provedeny pro běžný materiál použitý na výrobu zařízení.

Po provedené konečné montáži turbíny bude u smontovaného soustrojí provedeno komplexní odzkoušení v délce 72 hodin.

Provedení operativních a garantovaných měření a způsob jejich dokumentace a záznamů bude provedeno podle podmínek kontraktu.

#### **Technická dokumentace a výpočty**

Obecně bude předložena dokumentace rozhodujících technologických celků, včetně provedených zkoušek, testů a jejich záznamů.

Následující dokumenty, které musí být doloženy:

- technologický postup opravy
- celkový výkres sestavení turbíny včetně rozměrů, vúlí, montážních svarů, navazování jednotlivých dílů
- výkresy sestav nových konstrukčních celků vč. kusovníku

### D.2.1.3.2.2 DPS 01.2 Montáž převodovek

Pro zajištění přenosu výkonu mezi horizontální hřídelí turbíny a generátoru je na soustrojí instalována čelní převodovka:

- TG1 – původní převodovka Eisenbeiss z doby výstavby po výměně ložisek
- TG2 – převodovka od Bamar Servisu (stáří cca 5 let, opravená po havárii, v původní převodové skříni) s novým pastorkem WIKOV, velké kolo vykazuje opotřebení ozubení.

Dále je ve strojně MVE ještě uskladněná záložní převodovka WIKOV (ozubená kola Bamar s úpravou geometrie zubů v nové tužší skříni)

Hlavní technické parametry převodovky:

Jmenovitý výkon před převodem	2100 kW
Maximální výkon před převodem	2530 kW
Vstupní jmenovité otáčky	99,6 ot/min
Výstupní jmenovité otáčky	750 ot/min
Vstupní max. průběžné otáčky	cca 300 ot/min
Převod do rychla	$i = \text{cca } 7,5294$

Převodovka musí být schopna provozu i při průběžných otáčkách, a to po dobu minimálně 15 min.

Soukolí i valivá ložiska jsou mazána nuceným oběhem olejem, který je přiváděn z mazacího agregátu k mazaným místům, dále pak stéká do dolní části skříně a odtud je pak odváděn zpět do mazacího agregátu. Teplota oleje je snímána a je zapojena do řídicího systému.

Pomaluběžný hřídel a jeho vstupní konec je opatřen přírubou pro pevné spojení s hřídelí turbíny. Spojka je schopna oboustranně přenášet axiální tah turbíny. Jedno z ložisek na pomaluběžném hřídeli je řešeno jako obousměrné pro zachycení axiálního tahu turbíny, který působí trvale ve směru od převodu k turbíně a krátkodobě v opačném směru. Na výstupním konci hřídele je spojka pro uchycení rozvodné hlavy tlakového oleje regulace OK. Hřídel je vrtán pro přívod tlakového oleje do SM OK.

Na výstupním hřídeli je pružná spojka pro připojení s hřídelí generátoru.

Převodka je vybavena nezbytným příslušenstvím a přístrojovým vybavením pro automatický provoz a ochranu.

Postup při výměně převodovek:

- V rámci samostatné akce zajistí investor výrobu zcela nové převodovky na výkonové parametry dtto záložní převodovka. Tato převodovka bude instalována při opravách do soustrojí TG1.
- Stávající záložní převodovka WIKOV bude během oprav instalována do soustrojí TG2. (případně lze prohodit a záložní převodovku instalovat do TG1)

V rámci opravy bude tedy provedena výměna převodovek na obou soustrojích.

## **Pol.č. 2.1    Montáž převodovek**

**2 sady – kompletní instalace převodovek soustrojí Kaplanovy přímoproudé „PIT“ turbíny.**

Předpokládaný rozsah prací:

- demontáž stávající převodovky vč. spojky, vypuštění olejové náplně, odstojení čidel, uložení převodovky na díle
- kontrola technického stavu spojky, MT zkouška lamel a šroubů - technický nález
- výměna nerezového spojovacího a montážního materiálu
- provedení dalších oprav dle technického nálezu – předpokládá se 100 hod/sadu
- montáž nové převodovky, usazení na rámu, vyrovnaní se spojkami, osazení čidel, provedení předepsaných zkoušek a měření

### **Podmínky pro opravu a montáž převodovky**

- Převodovka pro přenos výkonu z turbíny na generátor bude namontována s kompletním příslušenstvím. Životnost soukolí převodu a všech rotačních částí je stanovena nejméně 100 000 provozních hodin.
- Na základě zpracované zprávy z nálezu budou po dohodě s objednatelem provedeny další potřebné opravy jako vícepráce.
- V případě, že dojde při demontáži k poškození navazujícího zařízení – např. spojky, je zhotovitel povinen poškozené zařízení na svoje náklady opravit nebo nahradit odpovídajícím novým zařízením.
- Stávající přístrojové vybavení (čidla, spínače, měření..) demontované při demontáži převodovky bude použito při zpětné montáži na díle. V případě poškození je zhotovitel povinen poškozené zařízení na svoje náklady nahradit odpovídajícím novým zařízením. Zhotovitel rovněž odpovídá za správné připojení přístrojového vybavení po opravě do systému řízení MVE.
- Bude provedeno měření vůlí a převodovky jako celku (přesnost osazení převodovky, souosost hřídelů).
- Provedení likvidace vlastních převodovek není součástí prací zhotovitele

Brno, červen 2020

Ing. Miloslav Kupský