

## **MVE Libčice – dodávka převodovky**

Dokumentace pro zadání veřejné zakázky

### **B. Technická specifikace**

Objednatel: Povodí Vltavy, státní podnik

## Obsah

B.	TECHNICKÁ SPECIFIKACE.....	2
B.1	Všeobecně .....	2
B.1.1	Normy a standardy.....	2
B.1.2	Všeobecné požadavky .....	2
B.1.3	Protikorozní ochrana .....	3
B.1.4	Zkoušky a uvedení do provozu.....	4
B.1.5	Požadavky na dokumentaci.....	5
B.1.6	Předmět dodávky .....	5
B.2	Seznam zařízení.....	6
B.2.1	Převodovka TG .....	6

## B. TECHNICKÁ SPECIFIKACE

### B.1 Všeobecně

Předmět dodávky je nová převodovka dodaná pro soustrojí TG v rámci opravy MVE Libčice.

#### B.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.

#### B.1.2 Všeobecné požadavky

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

- Návrh a vlastní instalace nové převodovky musí respektovat stávající rozměry soustrojí a zařízení MVE. Zaměření stávajícího zařízení a konstrukci provede dodavatel v rámci zpracování dodavatelské realizační dokumentace.
- Bezpečné, spolehlivé a plně funkční technologické zařízení. Převodovka bude dodána v provedení, které zaručuje plně automatický provoz bez dozoru.
- Provoz, údržba a kontrola 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 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 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.

### B.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. Na stavbě se provedou pouze případné opravy 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 antikoroční 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) 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 - stupeň korozní agresivity pro atmosféru - C4 – vysoká.

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 až 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:

- Převodovka - červená (dle odstínu stávající převodovky)

## B.1.4 Zkoušky a uvedení do provozu

Provedení veškerý 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 musí zkoušky 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,...)
- zajištění zkušebního běhu převodovky po dobu nejméně 4 hodin v akreditované zkušebně zhotovitele za soustavného monitoringu provozních dat (teploty ložisek, vibrace a hluk), ze zkoušky převodovky bude vystaven zkušební protokol obsahující všechny předepsané hodnoty, předpokládá se účast zástupce objednatele při těchto zkouškách
- účast zástupce dodavatele převodovky při kontrole ukončení montáže převodovky na pozici (po ustavení soustrojí) a v průběhu zkoušek celého soustrojí

Zkoušky v rámci zkoušek celého soustrojí (zajišťuje dodavatel druhé akce - opravy TG):

- 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 rovněž zaškolení obsluhy.

### B.1.5 Požadavky na dokumentaci

Součástí dodávky bude vypracování technických zpráv, postupu prací včetně specifikací prací a dodávek, běžné konstrukční dokumentace, sestavy zařízení, podsestavy a detaily konstrukčních celků, výkresy vyráběných a dodávaných částí, vše v českém jazyce, návod na obsluhu a údržbu zejména technickoprovozní doporučení v českém jazyce, vypracování podkladů pro dokumentaci 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.

### B.1.6 Předmět dodávky

Dílo bude provedeno podle platných právních předpisů a technických norem, platných v České republice v době realizace a odsouhlasené dokumentace.

Předmět díla zahrnuje zejména:

- Návrh převodovky vč. provedení odpovídajících výpočtů (návrh ozubení, hřídelů, ložisek, pevnostní výpočty, návrh chlazení a mazání,..)
- Vypracování veškeré konstrukční a výrobní dokumentace a postupu montážních prací
- Výrobu a subdodávky
- Dopravu zařízení na stavbu
- Provedení veškerých zkoušek při výrobě, účast na zkouškách při uvádění do provozu
- Uvedení do provozu a zaškolení obsluhy, zpracování a předání návodu pro obsluhu

## B.2 Seznam zařízení

Technické parametry popsané dále 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) návrh a výrobu vč. provedení příslušných zkoušek. Samostatně je v soupisu prací uvedena položka pro zpracování kompletní technické dokumentace, dopravu zařízení na dílo, uvedení do provozu, zpracování návodů pro obsluhu a údržbu zařízení a zaškolení obsluhy.

### B.2.1 Převodovka TG

Pro zajištění přenosu výkonu mezi horizontální hřídelí turbíny a generátoru je na soustrojí MVE Libčice 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.

Ve strojovně MVE Libčice je dále umístěna záložní převodovka od výrobce WIKOV (předpokládá se její osazení do soustrojí TG2).

V rámci opravy zařízení MVE Libčice bude provedena výměna převodovek na obou soustrojích.

Postup při výměně převodovek:

- V rámci této zakázky zajistí investor výrobu a dodávku nové převodovky na výkonové parametry dtto záložní převodovka.
- Předpokládá se, že tato převodovka bude instalována při opravách na soustrojí TG1. O konkrétním soustrojí bude rozhodnuto dle průběhu rekonstrukce MVE.

#### B.2.1.1 Převodovka TG

**1 sada – kompletní dodávka převodovky TG pro soustrojí Kaplanovy přímoproudé „PIT“ turbíny.**

Hlavní technické parametry převodovky:

Jmenovitý výkon před převodem	2100 kW
Maximální výkon před převodem	2760 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 = cca 7,53
Jmenovitý vstupní kroutící moment	264,6 kNm
Trvalý výstupní moment	29 920 Nm

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 ze stávajícího integrovaného mazacího agregátu (společný pro mazání převodovky a ložiska turbíny) 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.

Dále bude na hřídeli převodovky instalováno nové pomocné mazací čerpadlo.

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.

Převodovka je vybavena nezbytným příslušenstvím (čerpadlo na hřídeli) a v rámci opravy bude doplněna přístrojovým vybavením pro automatický provoz a ochranu.

Předpokládaný rozsah prací:

- návrh, výroba a dodávka nové převodovky TG vč. příslušenství a provedení odpovídajících zkoušek během výroby
- doprava na lokalitu, uložení převodovky na díle
- kontrola ustavení převodovky, kontrola sezení zubů před uvedením do provozu
- účast při uvádění do provozu, kontrola ozubení při uvádění do provozu
- vypracování návodu pro obsluhu, zaškolení obsluhy

#### Podmínky pro dodávku převodovky

- Převodovka pro přenos výkonu z turbíny na generátor bude vyrobena a dodána s kompletním příslušenstvím.
- Skříň převodovky a konce hřídelů musí mít stejné připojovací a montážní rozměry jako stávající převodovka.
- Převodovka bude navržena pro trvalý provoz (tj. 24 hodin, 365 dní v roce) při výkonu minimálně 2300 kW, při uvažovaném koeficientu bezpečnosti  $K_a > 2$ .
- Návrh, výroba a kontroly převodovky budou provedeny v souladu s příslušnými normami ČSN, EN, ISO, DIN. Jedná se především o následující normy:
  - ČSN 01 4607 Ozubená kola čelní s evolventním ozubením. Základní profil
  - ČSN 01 4608 Ozubená kola. Moduly
  - ČSN 01 4622 Ozubené převody. Převodové poměry
  - ČSN ISO 21771 Ozubená kola – Čelní kola a soukolí s evolventním ozubením – Pojmy a geometrie
  - ČSN ISO 8579-1 Přejímací předpis pro převodové jednotky - Část 1: Zkušební předpis pro zvuk šířený vzduchem
  - ČSN 01 4671-1 Čelní ozubená kola - Praktické předpisy pro přejímky - Část 1: Přejímka podle stejnohlých boků zubů
  - ČSN 01 4675 Ozubená kola. Měření ozubených kol čelních s přímými zuby. Rozměr přes zuby
  - ČSN 01 4676 Ozubená kola. Měření ozubených kol čelních se šikmými zuby. Rozměr přes zuby
  - ČSN 01 4678 Ozubená kola. Měření zubů v konstantní tloušťce a výšce



- ČSN ISO 18653 Ozubená kola – Vyhodnocení nástrojů pro jednotlivá měření ozubených kol
  - ČSN 01 4682 Ozubené převody čelní. Lícování
  - ČSN ISO 1328-1 Čelní ozubená kola - Soustava přesnosti ISO - Část 1: Definice a mezní úchytky vztažené na stejnohlavé boky zubů ozubeného kola
  - ČSN ISO 1328-2 Čelní ozubená kola - Soustava přesnosti ISO - Část 2: Definice a hodnoty dovolených úchylek relevantní k radiálním kinematickým úchytkám a informativně k obvodovému házení
  - ČSN 01 4686-1 až 6 Pevnostní výpočet čelních a kuželových ozubených kol.
  - ČSN ISO 14635-1 až 3 Ozubená kola - Zkušební postupy FZG
  - ČSN ISO 9085 Výpočet únosnosti ozubených kol s přímými a šikmými zuby – Aplikace pro průmyslová ozubená kola
- Skříň převodovky musí být navržena s dostatečnou tuhostí – bude doloženo zpracovanou FEM analýzou.
  - Všechny rotační díly převodovky budou navrženy s mikrogeometrií broušení - bude doložen výpočet geometrie ozubení se zahrnutou kalkulací dynamického namáhání a torzních vlivů pastorkové hřídele.
  - Uspořádání uložení výstupního pastorku musí být navrženo s dostatečně dimenzovanými ložisky, které budou garantovat bezporuchový chod převodovky.
  - Životnost soukolí převodu, ložisek a všech rotačních částí je stanovena nejméně na 100 000 provozních hodin.
  - Jedno z ložisek na pomaluběžném hřídeli bude řešeno jako obousměrné pro zachycení axiálního tahu turbíny, který působí trvale ve směru od převodu k turbíně (-320 kN) a krátkodobě v opačném směru (+380 kN).
  - Materiál pro radiálně-axiální ložiska bude vybrán tak, aby byl zajištěn bezchybný provoz za všech provozních stavů a podmínek.
  - Ozubení bude navrženo podle přenášených výkonů s přiměřenou rezervou z pohledu životnosti. Povrch ozubení bude tvrzený v dostatečné hloubce a dobře opracovaný, aby se zabránilo místnímu opotřebení – důlkové korozi.
  - Převodovka bude mazána a chlazena mazacím olejem, který dodává stávající systém mazání z mazacího agregátu. Mazání a kontrola teploty bude navržena u všech ložisek. Vnitřní mazání a chlazení ozubených kol bude navrženo ostřikem před i za záběrem.
  - Součástí dodávky je i vnitřní rozvod mazání v převodovce, nové čerpadlo osazené na rychloběžném hřídeli a příprava pro osazení příslušných čidel.
  - Maximální hladina hluku musí být nižší než 88 + 2 dB ve vzdálenosti 1 metru (dle DIN 45635).
  - Osazení čidel a vybavení pro řídicí systém (čidla, spínače, měření..), bude provedeno v rámci druhé akce – oprava soustrojí MVE Libčice
  - Na převodovce bude provedena příprava pro instalaci systému pro měření a vyhodnocení vibrací – vhodné plochy pro osazení čidel (3 + 3 ks).
  - K provedeným předepsaným zkouškám budou předloženy všechny certifikáty materiálů použitých pro výrobu podstatných částí zařízení včetně zápisů týkajících se technologických procesů a následných zkoušek:
    - mechanické zkoušky materiálů budou provedeny v souladu se standardy ČSN a DIN
    - bude provedeno měření tvrdosti a tloušťky tvrzené vrstvy ozubení
    - bude provedeno měření vůlí a převodovky jako celku (přesnost osazení převodovky, sousost hřídelů).

- Následující dokumentace a záznamy budou předloženy :
  - kompletní výpočet převodovky (ozubení, hřídele, ložiska, oteplení, mazání)
  - provedení a vyhodnocení zkoušek životnosti ložisek a ozubení
  - výkresy celkové sestavy převodovky
  - konečné měření kompletní převodovky
  - certifikát o záruce účinnosti převodovky a její životnosti

Brno, březen 2021

Ing. Miloslav Kupský