

Název stavby :

GENERÁLNÍ REKONSTRUKCE TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ MVE LETOVICE

Projekt

D. Dokumentace strojně-technologické části

D.1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

OBSAH :

- D.1.1. Výchozí stav před rekonstrukcí**
- D.1.2. Rozsah rekonstrukce**

DATUM
Květen 2011

D.1.1. VÝCHOZÍ STAV PŘED REKONSTRUKCÍ

D.1.1.1. Uspořádání strojně-technologického zařízení MVE

Veškeré zařízení strojní technologie MVE je umístěno ve strojovně na konci základových výpustí, která je umístěna u vzdušné paty hráze vodní nádrže. Každá výpust má světlost DN 700 a délku cca 125 m. Technologické zařízení MVE bylo instalováno do strojovny dodatečně, původně nebylo s energetickým využitím vodního díla Letovice uvažováno. Strojní zařízení sestává z těchto celků :

- TG1 - soustrojí s Francisovou turbínou uvedené do provozu v roce 1989
- TG2 - soustrojí s Francisovou turbínou uvedené do provozu v roce 2003
- TG3 – soustrojí s čerpadlovou turbínou uvedené do provozu v roce 2003
- Společné zařízení (uzávěry asanačních výpustí, hydraulický agregát uzávěrů, lávky, zařízení pro vyčerpání prosáklé vody)

D.1.1.2. Soustrojí TG1

Popis zařízení

Soustrojí sestává z horizontální spirální turbíny Francis, která je přímo spojená s asynchronním generátorem. Turbína je připojena pomocí potrubí na obě základové výpusti v místě před kuželovými uzávěry. Soustrojí je umístěno na podlaze v šachtě vedle levé výpusti, savka je zaústěna do uzavřeného vývaru za strojovnou, odkud voda odtéká betonovým potrubím uloženým v zemi, které je vyústěno do výtokového objektu zaústujícího levobřežně do výtokového kanálu spodních výpustí. Na začátku přívodu k turbíně je na každé z připojovacích větví k výpustím umístěn klapkový uzávěr otvíraný hydraulickým servomotorem a zavíraný závažím, sloužící jako provozní i revizní uzávěr.

Hlavní technické parametry zařízení

- | | |
|---|--|
| - Turbína | |
| - typ / průměr oběžného kola | Francis F 30H ČKD Blansko / Ø290 mm |
| - průtok | 250 – 460 l/s |
| - čistý spád | 20,7 – 25 m |
| - maximální projektovaný výkon na spojení | 98 kW |
| - jmenovité otáčky | 1500 min ⁻¹ |
| - Generátor | |
| - typ | trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko |
| - jmenovitý výkon/napětí, frekvence | 100 kW/380 V, 50 Hz |
| - jmenovité otáčky | 1500 min ⁻¹ |
| - Přívodní potrubí | |
| - typ | ocelové svařované |
| - jmenovitá světlost a tlak | DN 400 PN 6 |
| - celková délka | cca 8 m |
| - Odpadní potrubí | |
| - typ | betonové, hrdlové, s volnou hladinou |
| - vnitřní průměr | 1000 mm |
| - délka | cca 17 m |

Technický stav zařízení před rekonstrukcí

Turbína - během provozu turbíny se vyskytovaly opakovaně problémy s únikem oleje z ložiska turbíny a s únikem vody z turbíny do ložiska. Oběžné kolo bylo konstruováno jako složené z plechových lopatek zalitých do věnce, během provozu docházelo k uvolňování a poškozování některých lopatek. Maximální výkon turbíny během provozu (cca 87 kW) nedosáhl projektované hodnoty. Vzhledem k opakujícím se problémům je turbosoustrojí od roku 2007 mimo provoz.

Generátor - během provozu se problémy nevyskytovaly.

Přívodní potrubí – na vnitřním povrch potrubí jsou nárůsty je značně zkorodovaný.

Klapkové uzávěry na potrubí – během provozu se nevyskytovaly problémy s těsností ani s funkcí, technický stav je dobrý.

Odpadní potrubí a výtok – při prohlídce zjištěny drobné závady v hrdlovém spoji a drobné poškození na stěně výtakového objektu, celkově je potrubí v dobrém stavu.

D.1.1.3. Soustrojí TG2

Popis zařízení

Soustrojí sestává ze spirální horizontální Francisovy turbíny, která je přímo spojená s asynchronním generátorem. Turbína je připojena pomocí potrubí na levou základovou výpust v místě před kuželovým uzávěrem. Soustrojí je umístěno nad levou výpustí, mimo betonovou podestu, na rámu osazeném na konzole a podepřeném proti podlaze vzpěrou, savka turbíny je vyvedena stěnou ven ze strojovny, je uchycena na ocelových nosnících a zaústěna do vývaru výpustí za strojovnou. Na přívodním potrubí k turbíně je osazeno šoupátko jako revizní uzávěr a před turbínou pak klapkový uzávěr otvíraný hydraulickým servomotorem a zavíraný závažím, sloužící jako provozní i revizní uzávěr.

Hlavní technické parametry zařízení

- Turbína	
- typ / průměr oběžného kola	Francis / Ø230 mm
- průtok	100 – 250 l/s
- čistý spád	16 – 25 m
- výkon na spoje	17 - 49 kW
- jmenovité otáčky	1515 min ⁻¹
- Generátor	
- typ	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon/napětí, frekvence	55 kW/400 V, 50 Hz
- jmenovité otáčky	1515 min ⁻¹
- Přívodní potrubí	
- typ	ocelové svařované
- jmenovitá světlost a tlak	DN 300 PN 6
- celková délka	cca 3,5 m
- Savka turbíny	
- typ	kolenová savka přecházející do obdélníkového průřezu
- celková délka	cca 7,5 m

Technický stav zařízení před rekonstrukcí

Turbína s generátorem - během provozu soustrojí se vyskytovaly opakovaně problémy s chvěním soustrojí na rámu, zejména v místě generátoru. Příčinou je nedostatečně tuhé uložení rámu soustrojí a nevhodná konfigurace ložiska turbíny (krátké ložisko). Následkem zvýšených vibrací pak docházelo ke zvýšenému opotřebení ložisek generátoru a k netěsnosti turbínového ložiska. Dále docházelo ke zvýšeným průsakům ucpávky na víku turbíny, zejména při větším otevření turbíny. Dalším problémem turbíny byla nemožnost otevření rozváděcích lopat na více než cca 50 % max.otevření, závada se začala projevovat až za určitou dobu po uvedení do provozu. Pravděpodobnou příčinou je zadření čel rozváděcích lopat vlivem nárůstů a nečistot, při absenci axiálního uložení lopat. Vzhledem k tomu, že se nedostatky nepodařilo odstranit, je turbosoustrojí odstaveno z provozu.

Přívodní potrubí – na vnitřním povrchu potrubí jsou nárůsty je značně zkorodovaný.

Klapkový uzávěr na potrubí – během provozu se nevyskytovaly problémy s těsností, občas dochází k mírnému posuvu páky závaží na čepu, celkový technický stav je dobrý.

Savka – dle vizuální kontroly je zařízení v dobrém stavu.

D.1.1.4. Soustrojí TG3

Popis zařízení

Soustrojí sestává ze spirální vertikální čerpadlové turbíny s dvouvrtkovým oběžným kolem, která je přímo spojená s asynchronním generátorem. Turbína je připojena pomocí potrubí na pravou základovou výpust v místě před kuželovým uzávěrem. Soustrojí je umístěno nad pravou výpustí, mimo betonovou podestu, na tuhém rámu ukotveném zadní částí do podesty a stojinami do podlahy šachty výpustí. Savka turbíny je vyvedena stěnou ven ze strojovny, je uchycena na ocelových nosnících a zaústěna do vývaru výpustí za strojovnou. Na přívodním potrubí k turbíně je osazeno šoupátko jako revizní uzávěr a před turbínou pak klapkový uzávěr otvíraný hydraulickým servomotorem a zavíraný závažím, sloužící jako provozní i revizní uzávěr.

Hlavní technické parametry zařízení

- Turbína	
- typ / průměr oběžného kola	čerpadlová turbína / Ø415 mm
- průtok	220 – 340 l/s
- čistý spád	16 – 25 m
- výkon na spojce	17 - 65 kW
- jmenovité otáčky	1020 min ⁻¹
- Generátor	
- typ	trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
- jmenovitý výkon/napětí, frekvence	75 kW/400 V, 50 Hz
- jmenovité otáčky	1020 min ⁻¹
- Přívodní potrubí	
- typ	ocelové svařované
- jmenovitá světlost a tlak	DN 300 PN 6
- celková délka	cca 2,3 m
- Savka turbíny	
- typ	přímá savka obdélníkového průřezu s vertikálním kolenem
- celková délka	cca 7,2 m

Technický stav zařízení před rekonstrukcí

Turbína s generátorem - během provozu soustrojí se nevyskytly problémy, soustrojí je provozováno bez omezení.

Přívodní potrubí – na vnitřním povrch potrubí jsou nárůsty je značně zkorodovaný.

Klapkový uzávěr na potrubí – během provozu se nevyskytovaly problémy s těsností ani s funkcí, zařízení je v dobrém stavu.

Savka – dle vizuální kontroly je zařízení v dobrém stavu.

D.1.1.5. Společné zařízení

Popis zařízení

- Klapkové uzávěry asanačních výpustí – každá spodní výpust před kuželovým uzávěrem má zespodu připojeno asanační potrubí, na kterém je instalován klapkový uzávěr otvíraný závažím a zavíraný hydraulickým servomotorem. Asanační potrubí je vyústěno do odpadního kanálu za strojovnou výpustí.

- Hydraulický agregát pro klapkové uzávěry – slouží k ovládání klapkových uzávěrů před turbínami a klapkových uzávěrů asanačních výpustí (celkem 6 ks klapkových uzávěrů). Sestává z nádrže oleje se záchytnou vanou, v nádrži je zabudován hydrogenerátor poháněný elektromotorem, propojovací kostka s rozvodnými elektromagnetickými ventily, přístroje, snímače a trubkování. Agregát je umístěn na konstrukci nad levou výpustí před TG2 a je propojen potrubím se servomotory ovládaných klapek.

- Přístupové lávky a schody - roštové lávky se zábradlím a schody jsou instalovány ve strojovně a umožňují přechod nad savkou TG2, přístup k TG 3 a přístup do štol

základových výpustí. Vně strojovny nad výtokovým kanálem výpustí je osazena roštová lávka umožňující přechod kanálu za savkami TG2 a TG3.

- Zařízení jímky prosáklé vody – sestává z jímky zabudované v podlaze vedle pravé výpusti, jímka je vybavena ponorným čerpadlem a plovákem pro signalizaci zvýšené hladiny. Prosáklá voda je vyčerpávána do vývaru TG1.

Hlavní technické parametry zařízení

- Klapkové uzávěry asanačních výpustí	
- počet	2 ks
- jmenovitá světlost / tlak	DN 200 / PN 10
- Hydraulický agregát pro klapkové uzávěry	
- užitečný objem nádrže	30 litrů
- pracovní tlak ovládacího oleje	12 MPa
- průtok oleje	0,2 l/s
- elektromotor hydrogenerátoru	250 W, 380 V, 50 Hz
- Přístupové lávky a schody	
- konstrukce	rozebíratelné, roštové
- nosnost pochůzných prvků	3 kN/m ²
- Zařízení jímky prosáklé vody	
- typ čerpadla	ponorné s plovákem
- průtok	25 – 225 l/min
- dopravní výška	10,7 – 3,7 m

Technický stav zařízení před rekonstrukcí

U výše uvedeného zařízení se během provozu nevyskytovaly problémy, zařízení je v dobrém stavu.

D.1.2. ROZSAH REKONSTRUKCE

D.1.2.1. Hlavní zásady rekonstrukce

- Rozsah rekonstrukce bude splňovat všechny podmínky pro přidělení statusu rekonstruované MVE s nárokem na přiznání vyšší výkupní ceny elektrické energie nebo přiznání vyšších zelených bonusů ve smyslu materiálu „Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č.2/2010 ze dne 8.listopadu 2010“.
- Rekonstrukce odstraní výše popsané problémy a nedostatky zařízení tak, aby bylo možný provoz zajišťující plné využití energetického potenciálu díla a by byly zohledněny požadavky a připomínky provozovatele plynoucí z dosavadního provozu MVE.

D.1.2.2. Soustrojí TG1

- Přívodní potrubí
Vzhledem ke stavu vnitřního povrchu potrubí (koroze, nárůsty) bude existující potrubí zcela demontováno a nahrazeno novým potrubím DN 400, které bude ve svislé části v místě čistícího síta rozšířeno na DN 500. Důvodem rozšíření je snížení hydraulické ztráty v místě největšího místního odporu v potrubí. Při maximálním průtoku 500 l/s se ztráta sníží o cca 0,8 m. Klapkové uzávěry DN 400 na odbočkách z výpustí otvírané hydraulickým servomotorem a zavírané závažím zůstanou zachovány a po provedení rekonstrukce budou využívány dál.
- Turbína a generátor
Původní turbosoustrojí bude kompletně demontováno a nahrazeno zcela novým moderním soustrojím. Umístění nového turbosoustrojí, vzhledem ke stísněným prostorovým podmínkám bude prakticky stejné jako u původního řešení. Nové technické

řešení turbíny a generátoru zahrnuje především tato zlepšení oproti původnímu (úplný rozsah viz příloha D.2.Technická specifikace) :

- Oproti původnímu soustrojí je zvýšený maximální průtok turbínou na 500 l/s, čímž bude zvýšen i výkon turbíny a jmenovitý výkon generátoru
 - Moderní nerezové oběžné kolo turbíny odlité vcelku s profilovými oběžnými lopatami, zajišťující oproti původnímu vyšší účinnost a bezporuchový provoz
 - Ložisko turbíny umístěné odděleně od turbínového víka, robustně dimenzované bez požadavku dodatečného chlazení vodou, se spolehlivým těsněním hřídele, instalovány dva snímače teploty ložiska
 - Moderní spolehlivá ucpávka na víku turbíny, tvořená labyrintem a těsnící teflonovou šňůrou, s vyměnitelným nerezovým pouzdrům proti ucpávce, se zavzdušněním a odpadem prosáklé vody
 - Rotor soustrojí a ložiska budou dimenzovány tak, aby umožňovaly bezpečný chod soustrojí v průběžných otáčkách po dobu minimálně 1 minutu.
 - Bezmazné uložení rozváděcích lopat a regulačního kruhu
 - Rozváděcí lopaty, páky a táhla vyrobena z nerezové oceli
 - Snadno demontovatelná pružná spojka s vyměnitelnými pryžovými elementy
 - Nová savka kruhového profilu
 - Kotevní rámy turbíny a generátoru ukotveny na upravenou podlahu pomocí lepených šroubových kotev a zality zevnitř i okolo zálivkou
 - Moderní elektrický servomotor pro ovládání rozváděcích lopatek turbíny umístěný přímo na turbíně, umožňující i ruční ovládání, vybavený potřebnými přístroji
 - Veškerý spojovací materiál nerezový, těsnění bezazbestová
 - Zvýšený jmenovitý výkon generátoru na 110 kW
 - Generátor v provedení s vysokou účinností, vybavený snímačem teploty pro každé ložisko a snímačem teploty vinutí statoru
- Drobné stavební úpravy (úplný rozsah viz příloha D.2.Technická specifikace)

Pro osazení nové savky bude odstraněn beton kolem savky stávající, nová savka bude vyvedena do stávajícího vývaru a zabetonována. Podlaha v místě osazení rámu nové turbíny a generátoru bude vyfrézována a vyrovnána, po uchycení rámu lepenými kotvami a ustavení soustrojí budou rámy kolem i zevnitř zality betonovou zálivkou. Výtokové betonové potrubí vedoucí pod zemí z vývaru do výtokového objektu zůstane zachováno, bude provedena oprava drobného poškození hrdlového spoje a oprava poškozeného místa na povrchu stěny výtokového objektu.

D.1.2.3. Soustrojí TG2

- Přívodní potrubí
Vzhledem ke stavu vnitřního povrchu potrubí (koroze, nárůsty) bude stávající přívodní potrubí DN 300 mezi šoupátkem a montážní vložkou před turbínou zcela demontováno a nahrazeno novým potrubím stejné světlosti, zohledňující posunutí turbíny na podestu u stěny strojovny. Klapkový uzávěr DN 300 před turbínou otvíraný hydraulickým servomotorem a zavíraný závažím zůstane zachován a po provedení rekonstrukce bude dále využíván, stejně jako montážní vložka před turbínou.
- Turbína a generátor
Původní turbína bude po demontáži rekonstruována za účelem odstranění výše popsaných nedostatků tak, aby zajišťovala po rekonstrukci bezproblémový provoz. Během rekonstrukce budou na turbíně provedeny především následující úpravy (úplný rozsah prací viz příloha D.2.Technická specifikace) :
 - Bude provedena změna umístění turbíny a tím i celého soustrojí. Soustrojí bude posunuto o cca 800 mm ve směru toku vody tak, aby bylo ukotveno na železobetonové podestě u stěny strojovny nad výpustmi. V příčném směru zůstane umístění nezměněné.

- Původní ložisko turbíny bude odstraněno a nahrazeno novým radiální ložiskem, které bude mít větší délku domku, tj. ložiska v domku budou od sebe více vzdálena, čímž se zvýší stabilita uložení turbínového hřídele a zvýší se kritické otáčky. Ložisko bude bohatě dimenzováno, bude vybaveno dvěma snímači teploty ložiska a vhodným těsněním spolehlivě zabraňujícím úniku olejové náplně z ložiska.
 - S prodloužením ložiska souvisí i dodávka nového delšího turbínového hřídele, který bude opatřen vyměnitelným nerezovým pouzdrům v místě ucpávky.
 - Rotor soustrojí a ložiska budou dimenzovány tak, aby umožňovaly bezpečný chod soustrojí v průběžných otáčkách po dobu minimálně 1 minutu.
 - Bude dodána nová pružná spojka s vyměnitelnými pryžovými elementy.
 - Přední a zadní víko turbíny budou mimo jiné opatřeny novými pouzdry pro bezmazné uložení čepů rozváděcích lopat, tato pouzdra budou pro axiální vymezení rozváděcích lopat upravena na čelech.
 - Ucpávka na víku turbíny bude rekonstruována, bude těsnit labyrintem a těsnící teflonovou šňůrou, opatřena zavzdušněním a odpadem prosáklé vody, všechny její části budou nerezové.
 - Rozváděcí lopatky budou mimo jiné upraveny za účelem zajištění jejich chybějícího axiálního vymezení mezi turbínovými víky.
 - Regulační kruh bude upraven s ohledem na nový servomotor, který bude mít jednodušší připojení bez páky.
 - Bude dodán nový elektrický servomotor, který bude mít vodorovnou osu a bude umístěn z boku, důvodem je umožnění přístupu k servomotoru (původní servomotor by byl při posunutí turbíny nepřístupný).
 - Místo původního rámu bude dodána nová ocelová opracovaná kotevní deska, která bude uchycena pomocí lepených šroubových kotev na železobetonovou podestu u oken strojovny, na kotevní desku bude přišroubována spirála a domek ložiska.
 - Bude provedena úprava (zkrácení) vstupní kolenové části savky a úprava navazující vodorovné části savky procházející stěnou strojovny. Úprava vyplývá z posunutí soustrojí a bude provedena tak, aby zajistila plynulé hydraulicky příznivé napojení průřezů zkrácené savky.
 - Stávající výtoková část savky zůstane zachována, na místě bez demontáže bude provedeno očištění vnějšího povrchu, prohlídka stavu nátěru, kontrola přírubových spojů a nosníků, oprava poškozených nátěrů.
 - Veškerý spojovací materiál bude nerezový, těsnění bezazbestová.
- Původní generátor bude demontován bez dalšího použití a nahrazen novým generátorem v provedení s vysokou účinností, vybaveným snímačem teploty pro každé ložisko a snímačem teploty vinutí statoru. Původní kotevní rám generátoru bude nahrazen opracovanou ocelovou kotevní deskou, ke které bude uchycen šrouby generátor. Kotevní deska bude uchycena pomocí lepených šroubových kotev na železobetonovou podestu u oken strojovny, což zajistí tuhé ukotvení generátoru, které zamezí chvění a vibracím.
- Drobné stavební úpravy (úplný rozsah prací viz příloha D.2. Technická specifikace)
- Těsnění prostupu upravované části savky v stěně strojovny bude rozebráno, stejně tak i vnější obklad stěny. Po opětovném osazení upravené části savky bude prostup zatěsněn a vnější obklad obnoven. Podesta v místě osazení nových kotevních desek turbíny a generátoru bude vyfrézována a vyrovnána cementovým potěrem pro uložení a následné uchycení desek lepenými kotvami, po ustavení soustrojí budou kotevní desky zality.

D.1.2.4. Soustrojí TG3

- Přívodní potrubí
Vzhledem ke stavu vnitřního povrchu potrubí (koroze, nárůsty) bude stávající přívodní potrubí DN 300 mezi šoupátkem a vstupním hrdlem turbíny zcela demontováno a nahrazeno novým potrubím stejné světlosti. Klapkový uzávěr DN 300 před turbínou

otvíraný hydraulickým servomotorem a zavíraný závažím zůstane zachován a po provedení rekonstrukce bude dál využíván.

- Turbína a generátor

Stávající turbína bude demontována a s ohledem na cca sedmiletý trvalý provoz stroje na plný výkon bez provozních problémů bude na ní provedena rekonstrukce bez konstrukčních úprav. Budou provedeny především tyto práce (úplný rozsah prací viz příloha D.2.Technická specifikace) :

- Vybrané funkční díly a konstrukční uzly turbíny budou nahrazeny novými stejného provedení, jedná se např. o hřídel, oběžné kolo s těsníci kruhy, pouzdra hřídele, těsnící kruhy spirály, vybraná těsnění, všechna ložiska – valivá i pryžové, ucpávky, ucpávková šňůra, pryžové vložky spojky (celý seznam je ve specifikaci).
- Ostatní části turbíny jako spirála, horní a spodní deska, těleso horního ložiska s konzolou, pouzdro a zahlcovací kroužky ucpávky, poloviny spojky, kotevní rám turbíny, budou ponechány a bude provedeno jejich očištění, prohlídka, oprava povrchu, nátěr, výměna těsnění, nový nerezový spojovací materiál, nové trubkování apod. viz specifikace.
- Montážní vložka za turbínou bude po rekonstrukci použita, stávající výtoková část savky zůstane zachována, na místě bez demontáže bude provedeno očištění vnějšího povrchu, prohlídka stavu nátěru, kontrola přírubových spojů a nosníků, oprava poškozených nátěrů.
- Veškerý spojovací materiál nerezový, těsnění bezazbestová.

Původní generátor bude demontován bez dalšího použití a nahrazen novým generátorem v provedení s vysokou účinností, vybaveným snímačem teploty pro každé ložisko a snímačem teploty vinutí statoru. Společně s novým generátorem bude dodán nový nástavec pro připojení generátoru k turbíně, svařované konstrukce s odlehčovacím otvorem umožňujícím přístup ke spojení.

D.1.2.5. Společné zařízení

- Klapkové uzávěry asanačních výpustí

Stávající klapkové uzávěry asanačních výpustí DN 200 otvírané závažím a zavírané hydraulickým servomotorem zůstanou zachovány a po provedení rekonstrukce budou dál využívány. Montážní vložky za klapkami budou dodány nové.

- Hydraulický agregát pro klapkové uzávěry

Původní hydraulický agregát bude po demontáži rekonstruován a bude provedena jeho revize za účelem dalšího provozu. Na agregátu budou provedeny zejména následující práce (úplný rozsah prací viz příloha D.2.Technická specifikace) :

- kontrola, prohlídka a rozebrání, případně oprava všech důležitých funkčních částí (hydrogenerátor, el.motor, nádrž, přístroje, vnitřní trubkování)
- dodávka nových rozváděcích ventilů pro ovládání klapek
- dodávka nového rozváděcího ventilu pro fázování TG3
- dodávka nové propojovací kostky
- revize a kontrola existujícího propojovacího potrubí mezi agregátem a klapkami

- Přístupové lávky a schody

Vzhledem ke změně umístění TG2 bude dodána nová přístupová lávka nad TG2 včetně schodů a zábradlí. U ostatních lávek ve strojovně i mimo strojovnu bude provedena prohlídka stavu konstrukce a obnova nátěrů (úplný rozsah prací viz příloha D.2.Technická specifikace)

- Zařízení jímky prosáklé vody

Zařízení zůstane zachováno beze změn.
