



SBORNÍK VYBRANÝCH PROJEKTŮ MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN

Vydala: Česká energetická agentura
Vinohradská 8
120 00 Praha 2
tel: 02 / 2421 7774, fax: 02 / 2421 7701
e-mail: cea@ceacr.cz
www.ceacr.cz

Zpracoval: HYDROKA Praha

Tato publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů

Z mnoha podpořených projektů MVE je řada skutečně demonstračních řešení z hlediska komplexnosti vodního díla, velikosti využití průtoku, způsobu nového technického řešení, kvality provedení, způsobu automatizace a dalších technických vazeb např. přenosů informací.

Přehled všech demonstračních projektů MVE s jejich hlavními parametry a kontaktními osobami, je uváděn v publikacích informačních listů ČEA.

U těchto vybraných MVE popisujeme hlavní koncepci MVE, návrh řešení, poznatky z výstavby, poznatky z krátkodobého provozu, které lze případně využít při dalších aplikacích.

MVE jsou rozděleny do několika kategorií, především podle rozsahu stavby a použité technologie. V seznamu MVE jsou vedle kategorie uvedeny hlavní parametry spádu a průtoku, tak je možno zásadně charakterizovat MVE pro vyhledávání řešení novým stavebníkem MVE.

Demonstrační projekty jsou charakterizovány tím, že splňují všechny podmínky optimalizace provozu MVE z hlediska zisku energie a dodržení vnějších vztahů MVE k životnímu prostředí.

Optimalizací provozu MVE se dosahuje max. využití hydroenergetického potenciálu toku, to je docíleno:

- Volbou vhodného typu turbíny (s plynulou regulací průtoku) - u nízkospádových MVE je to typ Kaplan nebo SemiKaplan, které se vyznačují širokou regulací průtoku a při vhodné automatice oplachu lopatek i odolností proti poklesu výkonu od znečištění lopatek.

Typ SemiKaplan má i výhodu řídké mříže rozváděcích lopatek, tím je tato turbína odolnější proti znečištění a výhodnější z hlediska ochrany malých organismů.

- Úplnou automatizací provozu s přesnou hladinovou regulací, která zaručuje max. využití povolených průtoků při využití max. spádu, vzhledem k průtokům (hladina nezaklesává).

- Návrhem dostatečně kapacitního proplachu prostoru před vtokem nebo česlemi. Proplach umožňuje co nejrychlejší najetí MVE po kulminaci průtoku, kdy nečistoty uložené povodní před vtokem se jednoduše propláchnou hydraulickou cestou do podjezí a MVE může ihned najet.

- Instalací automatického čistícího stroje česlí, který zvyšuje celkovou výrobu energie MVE, oproti stavu bez čistícího stroje, o cca 10 %.

- Zvýšením spádu pohyblivou jezovou konstrukcí, která umožňuje zvýšení provozního spádu v rozsahu normálních (Q_m) průtoků a při průtoku povodní svým vyhrazením (sklopením) nezhoršuje průtokové poměry nebo je i případně zlepšuje. Zlepšení převádění povodní dosáhneme částečným snížením pevné přelivné hrany jezu a jejím nahrazením pohyblivou jezovou konstrukcí.

- Nahrazení původní (staré) turbíny novou - nebo doplnění další turbíny, s vyššími užitnými vlastnostmi, tj. vyšší průtok a tím vyšší výkon, s plnou automatizací odpovídající současné úrovni automatizace.

Vnější vztahy k životnímu prostředí mají základní podmínku - MVE musí pracovat jako průtočná bez ovlivnění přirozeného průtoku toku, případně se zachováním určeného asanačního (zůstatkového) průtoku v toku. Plnění této podmínky je docíleno přesnou hladinovou regulací a úplnou automatizací provozu MVE, při předpokladu volby turbíny, která je schopna spolupracovat s přesnou hladinovou regulací.

U rekonstrukcí MVE je aplikace přesné hladinové regulace nutností, která v rámci řešení zabezpečovací automatiky vyhovující současným požadavkům energetiků není podstatnou položkou v automatizačním systému.

Vybrané MVE :

A. Nová MVE s novým jezem

- MVE Tážaly , (u Olomouce)
řeka Morava
- MVE Horní Sytová ,
řeka Jizerka

B. Nová MVE u stávajícího - upraveného jezu , úprava vzdutí

- MVE Vestřev II,
řeka Labe
- MVE Žíreč,
řeka Labe ,
- MVE Hejnice ,
řeka Smědá,

C. Nová MVE u stávajícího jezu - bez úpravy vzdutí

- MVE Týnec nad Labem,
řeka Labe,
- MVE Ostravice ,
řeka Ostravice,

D. Rekonstrukce starých strojoven MVE, výměna soustrojí

- MVE Doksany - mlýn,
řeka Ohře,
- MVE Poniklá- Přívlačka ,
řeka Jizera ,
- MVE Radešov,
řeka Otava,

E. MVE na vyšších spádech - přírodní tok

- MVE Brandl II,
řeka Nisa ,

F. MVE na vodovodním přivaděči

- MVE Úpravna vody Hradiště,
zdroj vody : přivaděč surové vody z nádrže Přísečnice
- MVE Vodojem Jizerský ,
zdroj vody : přivaděč pitné vody vodovodu Liberec

G. Úprava starého soustrojí na plně automatický bezobslužný provoz

- MVE Benešov u Semil, dvě turbíny Kaplan vertikální, synchronní generátory

A. NOVÁ MVE S NOVÝM JEZEM

- MVE TÁŽALY ,

řeka Morava, spád $H = 2,1 \text{ m}$, průtok $Q_{mve} = 17,1 \text{ m}^3/\text{s}$, výkon $P_i = 290 \text{ kW}$

Místo: Tážaly, k.ú. Blatec, k.ú. Kožušany
Tok : Morava, jez v ř.km 226.330
Okres: Olomouc

Datum projektu : 6. 1995

1. Parametry MVE :

Max. spád	$H = 2,1 \text{ m}$
Max. průtok MVE	$Q = 3 \times 5,7 (17,1) \text{ m}^3/\text{s}$
Počet soustrojí	3 (3x HH SSK 1200)
Dosažitelný výkon:	3x 95 (285) kW
Instalovaný výkon:	2x 90 + 110 (290) kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce:	1 927,0 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	345 dní

2. Původní stav - r. 1995

Vodní dílo sestává z jezu - pevného stupně výšky cca 1.4 m a objektu vtoku do Morávky. V současné době slouží jez Tážaly především jako stabilizační stupeň s tím, že vzdouvá vodu do koryta Morávky.

Těleso jezu je ve velmi špatném stavu, především v proudnici toku, kde je stržena koruna jezu na délce asi 50 m.

V podjezí na levé straně toku, se tvoří z náplavů ostrovy pevného břehu. Na těchto ostrovech jsou vzrostlé stromy výšky až 10 m. Koryto řeky se přesouvá doprava, pravý břeh je náporový. Posun břehů - toku, doprava je patrný z porovnání zaměření skutečného současného tvaru terénu s mapou obrysů původních pozemků. Napravo se vodní tok posunul až do pozemku p.č. 332/2 a 575. Tento posun koryta toku je důsledek současného tvaru jezu umocněný jeho protržením ve střední části.

3. Koncepce projektu nové MVE

Projekt řeší výstavbu MVE Tážaly na levém břehu řeky Moravy v ř.km 226.330, u stávajícího pevného stupně v obci Tážaly. MVE bude využívat hydroenergetický potenciál průtoků řeky až do cca 205ti denní vody průtočně, ostatní vyšší průtoky pak s přepadem vody přes jez. Současně bude přetékat přes jez stálý přeliv výšky paprsku 2 cm.

V minulosti byl hydroenergetický potenciál na lokalitě využíván s jinými (podstatně menšími) parametry .

4. Technické řešení

Koncepce stavby a koncepce technologického zařízení MVE vychází z projektované zvýšené provozní hladiny - úroveň hladiny k. 205.37, která bude dosažena opravou jezu a úpravou vzduť.

Část stavby MVE bude úprava levé části původního objektu spádového stupně vč. úpravy levého břehu na vtok MVE, ostatní část bude výstavba nového objektu MVE vč. malé úpravy koryta pod stupněm - v místě výtoku MVE a výstavba krátké přípojky vedení nn. Technologická zařízení MVE budou všechna nová.

Nová MVE a upravený jez neovlivní negativně stávající průtokové poměry při povodňových průtocích.

Vzhledem k původnímu velmi malému spádu H cca 1.4 m bylo v projektu sledována cesta zvýšení efektu MVE zvýšením spádu při relativně malém max. průtoku MVE, $Q_{max} MVE = 17 \text{ m}^3/s$ je cca Q205 denní voda. Investice do zvýšení spádu je efektivnější než investice do zvýšení průtoku MVE. Pohyblivá hradicí konstrukce jezu bude vakový jez o dvou polích šířky 22 m a výšky 1,2 m.

V jezu je ve střední části pohyblivá hradicí konstrukce - hydrostaticky ovládaný vak, který automaticky reaguje výškou svého vzduť na tendenci zvyšování hladiny, a umožňuje jednoduchým zásahem (otevřením vypouštěcího šoupátka) rychlé spuštění vaku. Tyto vlastnosti nového typu jezu, tj. možnosti automatických nebo jednoduchých - rychlých manipulací s jezem, umožnily posunout provozní hladinu MVE na vyšší úroveň. Navrhovaná provozní hladina MVE je 205.37 m.n.m.(Jadran).

Konstantní hladina bude v rozsahu provozních hltností turbín udržována automaticky hladinovou regulací turbín - přesnost hladinové regulace je v pásmu 1 cm, plus-mínus od středu. Čidlo hladinové regulace bude umístěno u vtoku v místě klidné vody.

V MVE jsou tři soustrojí s přímoproudými Semi-Kaplanovými turbínami typu HYDROROM Ø OK 1200 mm o maximálním výkonu na svorkách generátorů 3x 90 kW, zařízení ovládání soustrojí a elektrorozvaděče ovládání. Soustrojí pracují v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí.

Max. hltnost při souběhu všech turbín bude $17,1 \text{ m}^3/s$, tzn. že MVE bude zpracovávat v regulačním rozsahu turbín přirozené průtoky řekou od minimálních do cca Q 205ti denní vody. Hltnost turbín bude řízena hladinovou regulací na konstantní horní hladinu - kóta 205.37. Při vyšších průtocích v řece budou turbíny otevřeny na plnou hltnost, ale budou zpracovávat jenom část průtoku řekou.

Při nižších průtocích než Q_{max} turbín je vak vztyčen, horní hrana vaku je na úrovni 205.35. Při větším přítoku než bude max. hltnost turbín se bude vak automaticky sklápět tak, aby byla dodržena úroveň horní provozní hladiny - 205.37.

Manipulace s vakem, sklápění a vztyčování, se provádí automaticky. Ovládání vaku má společnou hladinovou regulaci s turbínami. Hladinové regulace turbín a vaku budou nastaveny tak, aby chování regulací bylo stabilní.

Při výpadku napětí v rozvodné síti se automaticky uzavře průtok turbínami. Neodebraný průtok turbínami se začne ihned přelévat přes jez. Po obnově napětí se turbíny uvedou automaticky - postupně do provozu a hladinová regulace turbín sníží hladinu na provozní - konstantní úroveň.

Vtok MVE je vybaven stavidly. Vtok je uzavírán stavidly při povodních, kdy řeka unáší mnoho nečistot, při chodu ledů nebo pomocně při opravách a údržbě vtoků. Před stavidly vtoku jsou hrubé česle. Proplach prostoru před stavidly vtoku bude zajištěn dostatečně kapacitními stavidly proplachu.

Vyvedení výkonu je kabelovým vedením NN do nové trafostanice 0.4/ 22 kV, vzdálenost trafo od strojovny MVE je cca 80 m.

Budova MVE a její technologické zařízení jsou chráněny před velkou vodou ve smyslu ČSN 73 68 81 Malé vodní elektrárny - pro MVE II. kategorie .

5. Realizace , poznatky z výstavby

Celá stavební část byla provedena svépomocí - vlastní malou stavební firmou s minimální režii, s využitím odborné stavební firmy na subdodávky speciálních stavebních prací. Tím bylo dosaženo minimalizace nákladů na stavební část (4,3 mil. Kč) pro tak rozsáhlou stavbu. Při provedení stavby stavební firmou by cena stavby byla v úrovni cca 10 - 12 mil. Kč. Při nepřetržité vlastní práci byla stavba provedena téměř ve stejném čase jako od stavební firmy.

Jako technická nezvyklost bylo zde použito, pro beranění krátkých Larsen, jako nosiče beranidla pásového bagru, který mohl zajet i na neupravený terén.

Veškeré armatury pro vakový jez byly provedeny ve vlastní režii, dodavatel vaku provedl dodávku a montáž vaku.

6. Provoz , poznatky z provozu

MVE byla uvedena do provozu v 8.1997. Proti projektované úrovni horní provozní hladiny je hladina udržována pohyblivým jezem o cca 10 cm výše. Provoz ukázal možnost takto vodní dílo provozovat - pohyblivé konstrukce jezu a velké proplachovací propusti umožňují převádět velké povodňové průtoky s menšími škodami než původní pevný jez.

Velká proplachovací propust u vtoku strojovny (dvě stavidla vel. každé š. 3,4 m x v. 2,5 m) umožňuje dokonalé propláchnutí nečistot u vtoku po povodních - prověřeno po povodni Q100 v r. 1997 i při intenzivním spadu listí.

Automatické oplachy lopatek OK zaručují stálost velikosti výkonu za všech stavů nečistot v řece. Přesná hladinová regulace soustrojí dodržuje zadanou horní hladinu s nejmenšími ztrátami vody.

Vzdutí horní vody je vítáno, v nové hladině hnízdí více vodního ptactva.

7. Demonstrační projekt

Z původního nízkého a poškozeného jezu , se spádem cca 1,4 m, bylo vytvořeno nové vodní dílo se spádem 2,1 m, které svým pohyblivým jezem zlepšuje odtokové poměry velkých vod. Zvýšené náklady na výstavbu MVE s (novým) jezem o vyšším vzdutí se v poměru výroby energie navrátí za cca 5 let (rozdíl nákladů a výroby) . Výkon a výroba energie je dvojnásobná oproti původnímu záměru stavby MVE na spádu 1,4 m.

Demonstrace projektu je v kompletnosti řešení výstavby MVE se zvýšením spádu o 50% při zlepšení odtokových poměrů povodní , s moderními prvky vodního díla - pohyblivý jez, velká proplachovací propust, plně automatický provoz soustrojí s přesnou hladinovou regulací, skupinovým regulátorem všech soustrojí a automatickým čištěním česlí.

- MVE HORNÍ SYTOVÁ ,

řeka Jizerka, spád $H = 4,8$ m, průtok $Q_{mve} = 1,4$ m³/s, výkon $P_i = 55$ kW

Místo stavby: Horní Sytová - Arnoštov ,
katastr.území Horní Sytová, Víchová nad Jizerou

Vodní tok : Jizerka , jez v ř.km 0,590
Okres : Semily

Datum projektu: 2. 1997

1. Parametry MVE :

Max. hrubý spád	$H = 4,8$ m
Úroveň provozní hladiny v nadjezí (Bpv)	390,60 m.n.m.
Max. průtok MVE	$Q = 1,4$ m ³ /s, při $H_u = 4,65$ m
Počet soustrojí	1 (turbína HH SK 600)
Max. dosažitelný výkon:	48 kW
Instalovaný výkon:	55 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce:	226,64 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	285 dní

2. Původní stav - r. 1996

V minulosti byla vodní síla v lokalitě využívána pro pohon turbíny instalované v tkalcovně . Koruna původního srubového jezu byla na úrovni 390,50 m n.m. - Bpv. Tento původní jez byl v roce 1956 protržen velkou vodou . Pro zamezení škod, které vznikaly podemiláním břehů od podstatného zvýšení sklonu dna řeky, bylo nutno postavit pevný spádový stupeň . Ten je v současné době také protržen. Spádový stupeň měl přepadovou hranu v úrovni 389,36 m n.m. Bpv.

Původní přivaděč tvořil otevřený náhon a štola. Koryto náhonu bylo v části u jezu, v délce cca 95 m, zcela zasypáno. Opevněný profil náhonu do výšky cca 1 m od dna se zachoval, dno náhonu má šířku cca 2,2 m. Štola délky 260 m z kamenného zdiva, o šířce 2,2 m a s klenbou o poloměru cca 1,1 m , je v dobrém stavu. Štola má výpust , která byla hrazena stavidlem. Profilem vytéká zachycená svahová voda nyní upraveným korytem do Jizerky.

Za povodním portálem štoly vedl dále otevřený náhon k původní strojovně. Objekty původní strojovny a odpadu byly zrušeny . Turbína měla výkon 26 kW, průtok 1,0 m³/s při spádu 3,5 m.

3. Koncepce projektu nové MVE

Účelem stavby MVE je energetické využití průtoků řeky obnovou původní derivační elektrárny. Nová MVE využívá hlavní stavební objekty původní MVE , tj. jez (základy jezu) a přivaděč v délce cca 360 m.

MVE je v derivační , vtok do přivaděče je v ř.km 0,59 , výtok zpět do řeky je v ř.km 0,273. Délka derivace - ovlivněného úseku toku Jizerky je 317 m.

4. Technické řešení

Projekt řeší výstavbu MVE , s přivaděčem vody ke strojovně délky cca 360 m , se strojovnou v níž je osazeno jedno soustrojí s přímoproudou turbínou Kaplan, odpadem délky cca 75 m a stavbou jezu s osazením pohyblivé jezové klapky.

Pro migraci ryb je navržen rybí přechod - lokální biokoridor , v přírodní formě stávajícího obtokového koryta jezu s průtokem 100 l/s, s mírným sklonem s přírodními stupni o výšce cca 30 cm.

MVE bude využívat hydroenergetický potenciál průtoků řeky jako průtočná MVE - s přesnou hladinovou regulací, se zaručením stálého průtoku Q_{san} pod jez v hodnotě 600 l/s. Přelivem přes klapku jezu, výšky 8 cm, bude přetékat 500 l/s , biokoridorem bude protékat 100 l/s.

Soustrojí MVE s asynchronním generátorem pracuje v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí, v součinnosti s hladinovou regulací a zabezpečovací automatikou. Všechna vyrobená energie je předávána do veřejné rozvodné sítě VČE vn 35 kV.

Vzhledem k pohyblivé plně vyhraditelné klapkové konstrukci, se neovlivní negativně průtokové poměry při povodňových průtocích oproti stavu s pevným stabilizačním spádovým stupněm.

Hydraulický obvod MVE je chráněn uzavíratelným vtokem. Proplachovací propust u jezu je dostatečně kapacitní pro použití provizorního převedení vody při montáži klapky či případných opravách jezu.

Konstantní hladina v nadjezí na kotě 390,60 m n.m. bude v rozsahu provozních hltností turbíny udržována automaticky hladinovou regulací turbíny - přesnost hladinové regulace turbíny je v pásmu 1 cm, plus-mínus od definovaného středu. Čidlo hladinové regulace je umístěno u vtoku v místě klidné vody, hladiny neovlivněné průtokem.

Ve strojovně MVE bude jedno soustrojí s přímoproudou turbínou Kaplan výrobce HYDROHROM , typu SK 600 o \varnothing OK 600 mm , s maximálním výkonem MVE na svorkách generátoru 48 kW , zařízení ovládání soustrojí a elektrorozvaděč ovládání. Soustrojí bude pracovat v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Ve strojovně budou umístěny jemné česle a automatický čistící stroj česlí.

Max. hltnost turbíny bude 1,4 m³/s , tzn. že MVE bude zpracovávat v regulačním rozsahu turbíny přirozené průtoky řekou od minimálních do cca Q_{120} -ti denní vody, hltnost turbíny bude řízena hladinovou regulací na konstantní horní hladinu - kóta 390,60 m n.m. Při vyšších průtocích v řece bude turbína otevřena na plnou hltnost, ale bude zpracovávat pouze část průtoku řekou.

Vyvedení výkonu ze strojovny je kabelovým vedením NN do distribuční sítě VN , místo připojení na síť PTS - Arnoštov je od strojovny MVE vzdáleno cca 35 m.

MVE a její technologické zařízení ve strojovně budou chráněny před velkou vodou ve smyslu ČSN 73 68 81 Malé vodní elektrárny - pro MVE III. kategorie , tzn požadovaná ochrana je na Q_5 , strojovna má ve skutečnosti ochranu vyšší , na cca Q_{50} .

Při nižších průtocích než Q_{max} turbíny bude jezová klapka vztyčena, horní hrana klapky bude na úrovni 390,52, přes klapku bude stálý přeliv výšky 8 cm. Při větším průtoku v řece než je součet max. hltnosti turbíny a sanačního průtoku bude klapka sklápěna tak, aby byla dodržena úroveň horní provozní hladiny - 390,60 m n. m.

Vtok náhonu je vybaven stavidly - stavidly vtoku, stavidlem proplachovací propusti a stavidlem náhonu. Vtok bude stavidly uzavírán při povodních, kdy řeka unáší mnoho

nečistot, při chodu ledů nebo pomocně při opravách a údržbě vtoku a přivaděče. Stavidla vtoku slouží zároveň jako regulovatelná norná stěna . Proplachovací propust slouží k proplachování prostoru vtoku, kde dochází k sedimentaci splavenin , včetně nečistot zachycených na hrubých česlích,

5. Realizace, poznatky z výstavby

Stavba jezu byla provedena svépomocí s odborným dohledem.

Povodně způsobily dvakrát škodu na rozestavěném objektu jezu. Pro obdobné objekty je účelné zhodnotit , zda je výhodnější tyto realizovat stavební firmou s větší stavební kapacitou než je práce jednotlivce a pojištěním proti případným škodám, které je potom možno uzavřít.

6. Provoz, poznatky z provozu

Pro pozorované průtoky by bylo účelné instalovat vyšší využití průtoků. Projektovaná hltnost turbíny byla dána podmínkami územního řízení, kde byla stavba MVE jen s velkými obtížemi schválena.

Jezová klapka a velmi kapacitní proplach u jezu umožňují regulovat hladinu v širokém rozsahu průtoků.

7. Demonstrační projekt

Nová MVE má plně automatizované soustrojí, zvýšení spádu pohyblivou jezovou konstrukcí. Lokální biokoridor - přírodní rybí přechod je prvním řešením přechodu tohoto typu v regionu.

Poznatky z provozu tohoto vodního díla budou využity pro podporu koncepce obdobných derivačních MVE.

B. NOVÁ MVE U STÁVAJÍCÍHO - UPRAVENÉHO JEZU , ÚPRAVA VZDUTÍ

- MVE VESTŘEV II,

řeka Labe , spád $H = 3,4$ m, průtok $Q_{mve} = 6,3$ m³/s, výkon $P_i = 200$ kW

Místo stavby: Vestřev, katastr.území Dolní Olešnice
Vodní tok : Labe , jez v ř.km 216,775
Okres : Trutnov

Datum projektu: 02. 1997

1. Parametry MVE :

MVE je příjezová, výtok zpět do řeky je přímo do podjezí.
Max. hrubý spád, při Q_{355} $H = 3,4$ m
Úroveň provozní hladiny v nadjezí (Jadran) 335,40 m.n.m.
Max. průtok MVE Vestřev II $Q = 6,3$ m³/s
Počet soustrojí 1 (1x turbína HH SSK 1200)
Max. dosažitelný výkon: 160 kW
Instalovaný výkon: 200 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce: 836,62 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce MVE I + II : 345 dní

2. Původní stav - r. 1997

Původní mlýn v osadě Nové Zámky č.p. 8 měl vtok do náhonu na pravé straně jezu. Po zrušení mlýnu byl náhon zrušen a při opravě jezu v roce 1968 byl zrušen i vtok náhonu.

Vlastní těleso pevného jezu, šířky v koruně 29,8 m, je stabilní, mírně povrchově poškozeno. Zaměřená úroveň koruny pevného jezu je na kotě 334,75 m.n.m. - Jadran, na koruně jsou osazeny karetky výšky 70 cm. Betonová konstrukce tělesa jezu je obložena na přelivné ploše lomovým kamenem , na návodní a povodní straně je jez zajištěn štětovými stěnami Larssen zaberaněnými až na skalní podloží. Břeh na pravé straně je zajištěn betonovou zdí s kamenným obkladem.

Na levé straně jezu je MVE Vestřev I s dvěma turbínami HYDROHROM Ø OK 860 mm. Původní návrhová hltnost turbín měla být 2x 2,1 m³/s , pro tuto hltnost byl navržen i společný profil vtoku na turbíny.

Ovládání soustrojí a měření výroby energie je v rozvodně MVE, která je ve vzdálenosti cca 40 m od strojovny MVE. Výkon MVE (instalovaný výkon 2x 55 kW) je vyveden přípojkou vrchního vedení do sítě nn na pravé straně řeky .

3. Koncepce projektu nové MVE

Projekt řeší výstavbu MVE Vestřev II na pravém břehu řeky Labe a úpravu jezu s osazením pohyblivé jezové klapky.

V rozsahu provozních průtoků MVE je vzdutí shodné se současným povoleným vzdutím karetkového jezu. Přelivná hrana (stávající k. 334,75) jezu je snížena o 5 cm, přelivná hrana poklopené klapky je na k. 334,70, tzn. že úpravou jezu se odtokové poměry velkých vod zlepšují.

Přelivná hrana vztyčené klapky je na kótě 335,38 m n.m. Provozní hladina je hladinovou regulací MVE udržována na kótě 335,40 m n.m.

MVE bude využívat hydroenergetický potenciál průtoků řeky jako průtočná MVE - s přesnou hladinovou regulací, se zaručením stálého přelivu výšky 2 cm přes jez

Soustrojí MVE s asynchronním generátorem pracuje v automatickém bezobslužném provozu, paralelně se sítí, v součinnosti s hladinovou regulací a zabezpečovací automatikou. Všechna vyrobená energie je předávána do veřejné rozvodné sítě VN 35 kV.

MVE Vestřev II a MVE Vestřev I (po úpravě) budou řízeny společným nadřazeným řídicím systémem, se společnou hladinovou regulací, který bude optimalizovat provoz obou MVE.

4. Technické řešení

Záměr stavebníka byl realizovat v lokalitě MVE s velkou instalací, celkový průtok Q_{mve} bude na cca Q_{60} -ti denní vodu. Tato hltnost MVE je zde přiměřená, neboť lokalitu lze charakterizovat jako „podhorskou MVE“.

Návrh nové MVE je s instalací jedné turbíny HH 1200 do nové strojovny na pravé straně jezu s hltností turbíny $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Součástí stavby MVE Vestřev II je i úprava jezu - nahrazení karetek nad pevnou hranou jezu novou pohyblivou jezovou konstrukcí - jezovou klapkou hradící výšky 0,70 m.

Stávající zvýšení vzduť karetkovým hrazením výšky 0,70 m bylo správcem toku připomínkováno jako nefunkční pohyblivé hrazení jezu.

Realizací této nové stavby MVE Vestřev II, která obsahuje instalaci pohyblivé klapky na jez, budou problémy se stávajícím hrazením vyřešeny. Instalace klapky na stávající pevný jez s kotou úrovně přelivné hrany 334,70 m.n.m. zlepšuje odtokové poměry velkých vod.

Stavební objekty nové MVE jsou navrženy do míst demolice dřívějšího vtoku náhonu na mlýn v Nových Zámčích - jak je zřejmé ze zaměřené situace místa stavby.

V MVE Vestřev II je jedno soustrojí s přímoproudou S turbínou Semi-Kaplan HYDROROM typu SSK 1200 o maximálním výkonu MVE na svorkách generátoru 160 kW, zařízení ovládání soustrojí a elektrorozvaděče ovládání. Soustrojí pracuje v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí.

Další technologické zařízení v MVE

- Česle a automatický čistící stroj česlí
- Proplachovací výpusť, stavidlo vel. $1,6 \times 1,6 \text{ m}$ s elektromotorickým pohonem
- Stavidla vtoku MVE
- Jezová klapka v. $0,7 \times 29,0 \text{ m}$ s elektromotorickým ovládním, dělená na dvě poloviny, každá polovina se samostatným ovládacím mechanismem.

Ovladatelné zvýšení vzduť, snížení pevné hrany jezu a osazení pohyblivé klapky, velmi zlepšují průtokové poměry v nadjezí pro povodňové průtoky.

Přelivná hrana vztyčené klapky je na kótě 335,38. Provozní hladina je hladinovou regulací MVE udržována na kótě 335,40 m n.m., tj. se zaručením stálého přelivu výšky paprsku 2 cm přes horní hranu klapky.

Hydraulický obvod MVE je chráněn uzavíratelným vtokem náhonu, stavidly.

Proplachovací výpusť je dostatečně kapacitní pro použití provizorního převedení vody při montáži klapky či případných opravách jezu.

Konstantní hladina v nadjezí na kótě 335,40 m n.m. bude v rozsahu provozních hltností turbín udržována automaticky hladinovou regulací turbín - přesnost hladinové

regulace je v pásmu 1 cm, plus-mínus od definovaného středu. Čidlo hladinové regulace bude umístěno u vtoku, v místě co nejvíce klidné vody, kde je hladina neovlivněná průtokem.

Po dostavbě MVE Vestřev II bude rekonstruována MVE Vestřev I. MVE V I bude řízena společným nadřazeným řídicím systémem, vzhledem k nedostatečné kapacitě přiváděče budou soustrojí MVE provozovány systémem 1 + 1záložní. Čili do celkových bilancí obou MVE je započítáván provoz jedné turbíny MVE Vestřev I s max. hltností 3,1 m³/s.

Při rekonstrukci vtoku MVE Vestřev I a požadované opravě levé zdi v podjezí bude proveden rybí přechod.

Vtok MVE je vybaven stavidly s nornou stěnou, výška norné stěny ochrání vtok MVE proti 10-ti leté vodě. Vtok bude uzavírán při povodních, kdy řeka unáší mnoho nečistot, při chodu ledů nebo pomocně při opravách a údržbě vtoku turbíny.

Nečistoty zachycené na jemných česlích budou vytěženy do malého kontejneru, dále tříděny a kompostovány.

Vyvedení výkonu bude kabelovým vedením NN přes řeku po stávajících sloupech do nové trafostanice 0,4/ 35 kV, vzdálenost trafostanice od strojovny MVE bude cca 80 m.

5. Realizace, poznatky z výstavby

Stavební část je provedena specializovanou malou firmou, která se specializuje na stavby MVE, s režií a stavebními metodami odpovídajícími efektivnosti provozování MVE. Tím je dosahováno nižších nákladů oproti normativům stavebních firem o cca 30 - 40 %.

Stavba byla dvakrát přerušena povodněmi v r. 98.

6. Provoz, poznatky z provozu

Řídicí systém MVE je připraven pro skupinové řízení provozu obou MVE podle zadaných podmínek. Bude zde v praxi prověřena možnost spolupráce dvou MVE podle podmínek daných např. vodoprávním rozhodnutím pro dvě MVE.

Při opravě jezu a při instalaci klapky byl celý průtok převáděn proplachovací propustí MVE.

7. Demonstrační projekt

Nová MVE má všechny aspekty demonstračního projektu - účinné, plně automatizované soustrojí, zvýšení spádu pohyblivou jezovou konstrukcí, kapacitní proplachovací propust, a navíc prověřuje skupinové řízení provozu obou MVE podle zadaných podmínek. Poznatky z provozu tohoto vodního díla budou využity pro podporu koncepce využívání vodní síly na jezích, kde je již provozována jedna MVE s malým průtokem a je možnost výstavby další MVE na vyšší využití průtoků.

- MVE ŽÍREČ

řeka Labe , spád $H = 2,7$ m , průtok $Q_{mve} = 16,0$ m³/s, výkon $P_i = 331$ kW

Místo stavby: Žíreč, katastr.území Žíreč Městys
Vodní tok : Labe , jez v ř.km 195,139
Okres : Trutnov

Datum projektu : 4.1996

1. Parametry MVE :

Max. hrubý spád, při Q_{355}	$H = 3,4$ m
Čistý spád při souběhu turbín	$H_u = 2,7$ m
Úroveň provozní hladiny v nadjezí (Jadran)	273,60 m.n.m.
Max. průtok MVE	$Q = 16,0$ m ³ /s, při $H_u = 2,7$ m
Počet soustrojí	3 (2x turbína HH SKPŘ 1200 + 1x turbína HH SSK 1000)
Max. dosažitelný výkon:	329,1 kW
Instalovaný výkon:	331 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce:	1 324,40 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	345 dní

2. Původní stav - r. 1996

Původní turbína mlýna Žíreč měla výkon cca 22 kW, tomuto malému výkonu - průtoku - (cca 1,2 m³/s) odpovídá hydraulický obvod původního odpadního kanálu délky 290 m. Pro energetické využití většiny průtoků řeky je profil tohoto kanálu příliš malý.

V místě původní strojovny mlýna je rozestavěná strojovna. Stavební konstrukce této strojovny jsou provedeny z betonů velmi špatné kvality.

Vlastní těleso pevného jezu šířky 21 m je stabilní, mírně povrchově poškozeno. Současná úroveň koruny jezu je na kotě 273,41 - Jadran.

Obě boční zdi jezu jsou úplně zdevastovány, ve stavu možného zhroucení. Opěrné zdi břehů mezi jezem a mostem jsou částečně vyvaleny a rozrušeny vzrostlými náletovými dřevinami .

Opěrné břehové boční zdi jsou samostatnou stavbou, z kvádrů vel. 60 x 30 cm, původně půdorysně přesně navazující na linii pilířů mostu. Nyní jsou opěrné zdi břehů vyvaleny tlakem zeminy a stromů až o 15 cm oproti pravému pilíři.

Na rozestavěné stavební objekty a na neodborně provedené opravy stávajících stavebních objektů (opěrné zdi jezu), bylo vydáno 30.8.1995 rozhodnutí o odstranění stavby RŽP OÚ Trutnov.

Součástí stavby nové MVE a úpravy jezu bude odstranění původní stavby ve smyslu rozhodnutí RŽP, nové objekty MVE jsou v místě původních objektů.

3. Koncepce projektu nové MVE

Účelem stavby MVE je energetické využití průtoků řeky Labe u jezu v Žírči realizací nové MVE , která bude sestávat ze dvou strojoven. Z „malé“ strojovny, která bude s výtokem do stávajícího derivačního výtokového kanálu a „velké“ strojovny u jezu, s výtokem turbín přímo pod jez.

Záměr nového stavebníka je realizovat v lokalitě MVE s velkou instalací, celkový průtok Q_{mve} bude na cca Q_{50} -ti denní vodu. Tato hltnost MVE je zde přiměřená, neboť lokalitu lze charakterizovat jako „podhorskou MVE“.

Návrh nové MVE je s instalací dvou turbín HH 1200 do nové strojovny u jezu, s hltností turbín $2 \times 6,35 \text{ m}^3/\text{s}$ a s jednou turbínou HH 1000, s hltností v optimu $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{max} = 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$), do nové malé strojovny na derivačním kanále.

Záměrem stavby MVE Žíreč je i úprava jezu - nahrazení části pevné hrany novou pohyblivou jezovou konstrukcí - jezovou klapkou výšky vzduť 0,80 m.

4. Technické řešení

Projekt řeší výstavbu MVE Žíreč na pravém břehu řeky Labe, ř.km 195,139 a úpravu jezu s osazením pohyblivé jezové klapky.

V rozsahu provozních průtoků MVE je zvýšené vzduť, o cca 20 cm oproti stávajícímu pevnému jezu. Přelivná hrana (stávající k. 273,41) jezu je snížena o 60 cm, přelivná hrana poklopené klapky je na k. 272,80, tzn. že úpravou jezu se odtokové poměry velkých vod výrazně zlepší.

Přelivná hrana vztyčené klapky je na kótě 273,58 m n.m. Provozní hladina je hladinovou regulací MVE udržována na kótě 273,60 m n.m.

MVE bude využívat hydroenergetický potenciál průtoků řeky jako průtočná MVE - s přesnou hladinovou regulací, se zaručením stálého přelivu výšky 2 cm přes jez.

Soustrojí MVE s asynchronními generátory pracují v automatickém bezobslužném provozu, paralelně se sítí, v součinnosti s hladinovou regulací a zabezpečovací automatikou. Všechna vyrobená energie je předávána do veřejné rozvodné sítě VN 35 kV.

Velká strojovna č. I s dvěma turbínami \varnothing OK 1200 mm, s průtokem $Q_{max} = 12,7 \text{ m}^3/\text{s}$, bude umístěna na břehu řeky ve vzdálenosti cca 14 m za osou jezu, výtok vody do podjezí bude pod vývarem jezu.

Dále je využít stávající hydraulický obvod mlýna, kde je v malé strojovně č. II jedna turbína \varnothing OK 1000 mm, $Q_{opt} = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Turbína bude při tomto stálém průtoku využívat o cca 15 cm vyššího spádu získaného derivací, oproti příjezové strojovně.

V MVE jsou celkem tři soustrojí s přímoproudými Semi-Kaplanovými turbínami HYDROHROM, 2x typu HH 1200 SKPŘ a 1x typu HH 1000 SSK, o maximálním výkonu MVE na svorkách generátorů 329,1 kW (261,8 + 67,3 kW), zařízení ovládání soustrojí a elektrorozvaděče ovládání. Soustrojí pracují v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí.

Další technologické zařízení v MVE

- Česle a čistící stroj česlí
- Automatická výpust u strojovny č.I, stavidlo vel. 1,5 x 2,6 m s elektromotorickým ss pohonem, aut. výpust má kapacitu $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$,
- Stavidla vtoku MVE, stavidlo proplachovací propusti u str. č. II, stavidlo vtoku rybího přechodu
- Jezová klapka v. 0,8 x 21,0 m s elektromotorickým ovládním, dělená na dvě poloviny, každá polovina se samostatným ovládacím mechanismem.

Ovladatelné zvýšení vzduť, snížení pevné hrany jezu a osazení pohyblivé klapky, velmi zlepší průtokové poměry v nadjezí pro povodňové průtoky. Přelivná hrana (stávající k. 273,41) jezu je snížena o 60 cm, přelivná hrana poklopené klapky je na k. 272,80.

Hydraulický obvod MVE je chráněn uzavíratelným vtokem náhonu.

Automatická výpust a proplachovací výpust jsou dostatečně kapacitní pro použití provizorního převedení vody při montáži klapky či případných opravách jezu.

5. Realizace, poznatky z výstavby

Celá stavební část byla provedena malou stavební firmou s minimální režii. Tím bylo dosaženo minimalizace nákladů na stavební část pro tak rozsáhlou stavbu.

6. Provoz , poznatky z provozu

Velká proplachovací propust u vtoku umožňuje dokonalé propláchnutí nečistot u vtoku po povodních.

Automatické oplachy lopatek OK zaručují stálost velikosti výkonu za všech stavů nečistot v řece. Přesná hladinová regulace soustrojí dodržuje zadanou horní hladinu s nejmenšími ztrátami vody.

7. Demonstrační projekt

Demonstrace projektu je v kompletnosti řešení výstavby MVE se zvýšením spádu o 20% při zlepšení odtokových poměrů povodní , s moderními prvky vodního díla - pohyblivý jez, velká proplachovací propust, plně automatický provoz soustrojí s přesnou hladinovou regulací, skupinovým regulátorem všech soustrojí a automatickým čištěním česlí.

- MVE HEJNICE I

řeka Smědá, spád $H = 3,4 \text{ m}$, průtok $Q_{mve} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, výkon $P_i = 30 \text{ kW}$

Místo : Hejnice , k.ú. Hejnice
Tok : Smědá , jez v ř.km 37,272
Okres : Liberec

Datum projektu : 1.1996

1. Parametry MVE :

Max. spád	$H = 3,35 \text{ m}$
Max. průtok MVE	$Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, při $H_u = 2,85 \text{ m}$
Počet soustrojí	1 (turbína SSK 600)
Max.dosažitelný výkon generátoru :	28,8 kW
Instalovaný výkon generátoru :	30 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce:	107,08 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	330 dní

2. Původní stav - r. 1996

V nábrežní zdi byl provizorně uzavřený vtok do stávajícího náhonu, který naháněl vodu k původnímu mlýnu . Kapacita náhonu vyplývala z potřeby původního vodního motoru, mlýnské kolo využívalo průtok $0.19 \text{ m}^3/\text{s}$. Téměř celý náhon je v současné době opravený v původních dimenzích, s původní výškou dna. Oblast vtoku je nutno znovu vybudovat a opatřit uzávěrem a proplachovací propustí.

Úprava jezu je nezbytným předpokladem pro odběr vody . Při současném stavu , kdy je náhon obnoven v původních dimenzích , není možné bez úpravy hloubky vody v náhonu (vzdutím hladiny v nadjezí) zajistit dostatečný přítok na turbínu. Vhodná je realizace původního návrhu vzdutí o 60 cm .

3. Koncepce projektu nové MVE

Projekt řeší výstavbu MVE Hejnice I na pravém břehu řeky Smědé v ř.km 37.272 a zvýšení vzdutí o cca 60 cm na stávajícím pevném stupni v obci Hejnice u č.p.260. MVE bude využívat hydroenergetický potenciál průtoků řeky jako průtočná MVE , až do cca 60-ti denní vody se zaručením stálého min. průtoku přes jez - $Q_{355,d}$ (výšky přelivu 5 cm).

Vzhledem k pohyblivé , plně vyhraditelné konstrukci MVE a upravený jez neovlivní negativně stávající průtokové poměry při povodňových průtocích Vzhledem ke snížení přelivné hrany jezu o cca 5 cm budou průtokové poměry za povodňových průtoků mírně příznivější než za současného stavu.

4. Technické řešení

Hydraulický obvod a strojovna MVE je chráněna jednak uzavíratelným vtokem, jednak povodňovým uzávěrem na náhonu a na něj navazujícím náspem stávající cesty (na levém břehu náhonu). V případě povodňových průtoků funguje levá zeď náhonu jako bezpečnostní přeliv , převádějící průtoky do podjezí v bezprostřední blízkosti jezu.

Konstantní hladina v nadjezí k. 376.59 m n.m. bude v rozsahu provozních hltností turbíny udržována automaticky hladinovou regulací v pásmu 1 cm, plus-mínus od definovaného středu. Čidlo hladinové regulace je umístěno u vtoku v místě co nejvíce klidné vody, hladiny neovlivněné průtokem.

V MVE je jedno soustrojí s S-turbínou Semi-Kaplan typu HYDROHROM , Ø OK 600 mm , o maximálním výkonu MVE na svorkách generátoru 28,8 kW , zařízení ovládání soustrojí a elektrorozvaděč ovládání. Soustrojí pracuje v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Převod výkonu z turbíny na generátor je klínovými řemeny.

Max. hltnost turbíny bude 1,5 m³/s , tzn. že MVE bude zpracovávat v regulačním rozsahu turbíny přirozené průtoky řekou od minimálních do cca Q 60-ti denní vody, hltnost turbíny bude řízena hladinovou regulací na konstantní horní hladinu - kóta 376.59 m n.m. Při vyšších průtocích v řece bude turbína otevřena na plnou hltnost, ale bude zpracovávat pouze část průtoku řekou.

Při nižších průtocích než Q_{max} turbíny bude klapka vztyčena, horní hrana klapky bude na úrovni 376.54, přes klapku bude stálý přeliv výšky 5 cm. Při větším průtoku v řece než je součet max. hltnosti turbíny a sanačního průtoku bude klapka sklápěna tak, aby byla dodržena úroveň horní provozní hladiny - 376.59 m n. m.

Manipulace s klapkou, sklápění a vztyčování , bude provádět denní pochůzková služba , která bude stav klapky a hladiny kontrolovat.

Vtok náhonu je vybaven stavidly - stavidlem vtoku a stavidlem proplachovací propusti . Vtok bude uzavírán při povodních, kdy řeka unáší mnoho nečistot, při chodu ledů nebo pomocně při opravách a údržbě vtoku turbíny. Proplachovací propust slouží k proplachování prostoru vtoku a před vtokem , kde dochází k sedimentaci splavenin .

Vyvedení výkonu je vedením NN do distribuční sítě NN , místo připojení na síť je od strojovny MVE vzdáleno cca 85 m.

5. Realizace , poznatky z výstavby

Celá stavba byla provedena svépomocí a ve spolupráci s místní malou stavební firmou. Tím bylo docíleno minimalizace nákladů za stavební část.

Zemní práce většího rozsahu byly provedeny v místě nové strojovny - pro nutné ponoření savky nové turbíny, pro nový prodloužený náhon bylo využito starého odpadu od mlýnu. V projektu bylo navrženo opevnění břehů nového hlubokého náhonu přírodním materiálem - srubovým způsobem - kulatinou. Při vlastní realizaci bylo použito pro plochy pod vodou opevnění panely a srubové opevnění bylo použito nad hladinou.

6. Provoz, poznatky z provozu

Soustrojí s turbínou HH SSK 600 typ SemiKaplan splňuje všechny projektové předpoklady na automatický bezobslužný provoz s přesnou hladinovou regulací. Pohyblivá jezová konstrukce na snížené pevné hraně jezu, se plně osvědčila při minulých povodňových průtocích.

Turbína využívá veškeré malé průtoky , z provozu je odstavována - při dodržení provozní hladiny , od minimálního průtoku odpovídajícímu minimálnímu výkonu 1 kW zabezpečením ochrany minimálního výkonu . Při vyhodnocení vyššího průtoku je soustrojí automaticky uvedeno do provozu.

Při povolovacím řízení byly obavy o rušení sousedů hlukem soustrojí. Přes dokladování neškodnosti byly obavy plně vyvráceny až zahájením provozu. Provoz MVE v dané koncepci splňuje požadavky hygienických norem a MVE svým tichým provozem neruší i nejbližší sousedy.

7. Demonstrační projekt

Nová MVE má všechny aspekty demonstračního projektu - účinné, plně automatizované soustrojí, zvýšení spádu o cca 20 % pohyblivou jezovou konstrukcí, kapacitní proplachovací propust. Poznatky z provozu tohoto vodního díla - poznatky o hluku , budou využity pro podporu staveb MVE uprostřed zástavby obcí. Obavy z nového hluku jsou častou námitkou pro obdobnou realizaci.

C. NOVÁ MVE U STÁVAJÍCÍHO JEZU - BEZ ÚPRAVY VZDUTÍ

- MVE TÝNEC NAD LABEM,

řeka Labe, spád $H = 2,5$ m, průtok $Q_{mve} = 15$ m³/s , výkon $P_i = 380$ kW

Místo : Týnec nad Labem, k.ú. Týnec n.L.
Tok : Labe , jez v ř.km 95,245
Okres : Kolín

Datum projektu : 1992, doplněk 8.1995

1. Parametry MVE :

Max. spád	$H = 2,50$ m
Max. průtok MVE	$Q = 15$ m ³ /s, při $H_u = 2,35$ m
Počet soustrojí	4 (turbíny HH SKPŘ 1200)
Max.dosažitelný výkon generátoru :	3x 90 kW, 1x 98 kW
Instalovaný výkon generátoru :	3 x 90 , 1x 110 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce:	2 200 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	345 dní

2. Původní stav - r. 1995

Při výstavbě Labské plavební cesty bylo nové vodní dílo, sestávající z jezu a plavební komory, vybudováno na „ zelené louce „ - narovnáním trasy toku a původní koryto Labe bylo zaslepeno naplavenou - sypanou hrází, s dalším využitím jako slepé rameno pro zimní přístav lodí.

Pohyblivý jez má tři jezová pole o světlosti $3 \times 20,00$ m hrazená dutou ocelovou klapkou 3,30 m vysokou. Přelivná hrana vztyčených klapek je na kótě 201,35 m n. m.

Plavební komora umístěná při levém břehu je celou délkou vysunuta do horní vody; je jednodílná o rozměrech 85 m \times 12 m, min. hloubka vody nad záporníkem je 3,50 m. Horní vrata jsou Čábelkova typu umožňující přímé plnění komory pod vraty. Jsou jednostranně podpírána dvojčinným hydraulickým servoválcem. Komora se prázdní jedním krátkým obtokem ve dně komory s odpadem do koryta pod vývarem, který je hrazen stavítkem. Dolní vzpěrná vrata i stavítka jsou ovládány hydraulickými servoválci s místním rozvodem tlakového oleje. Veškeré uzávěry plavební komory jsou ovládány z velínu na levém břehu.

3. Koncepce projektu nové MVE

Pro stavbu nové MVE bylo využito dispozice slepého ramene, strojovna a přívod vody byly umístěny do levého břehu do umělé hráze , v podstatě do trasy původního koryta Labe. Omezující prvek MVE byla podmínka max. možného průtoku MVE $14 - 15$ m³/s z důvodů neovlivňování plavidel na vtoku a výtoku z plavební komory , která je při levém břehu.

V původním projektu MVE Týnec n. L. z 2. 1993, na základě kterého bylo vydáno stavební a vodohospodářské povolení stavby, byly navrženy čtyři turbíny HH 1000.

Turbíny byly navrženy tak, že jejich max. hltnost v souběhu byla na povolené hltnosti MVE 14 m³/s. Turbíny pracovaly s účinností odpovídající oblasti max. hltnosti turbíny

Plavební provoz na LVC je provozován jenom v denní době , tzn . v jedné prodloužené směně. Ostatní dobu - tedy cca 12 hod. denně je plavební klid. Nyní dokonce je převedena doprava uhlí z lodní dopravy na dráhu. Doprava uhlí do Chvaletic je

převážnou částí lodního provozu na LVC a pokud nebude tato lodní doprava uhlí provozována, bude ostatní lodní doprava velmi občasná, s převahou plavebního klidu.

Původní projekt byl zpracován pro původního stavebníka. Projekt vycházel z technického standardu 1992 - 1993. Současná koncepce využívá možností vyššího stupně automatizace provozu MVE pro využití těch stavů LVC, které umožňují provozovat MVE na vyšší průtok, než je průtok základní podle původního projektu. Řídicí systém MVE bude svým programem řídit provoz MVE na max. možný průtok využívající doby plavebního klidu.

MVE bude vybavena novým zařízením, - novými typy turbín, automatickou výpustí a komplexní automatikou - řídicím systémem s procesorem, které umožní zvýšit výrobu energie až o 40 %, oproti původnímu projektu.

4. Technické řešení

MVE Týnec je nová bezobslužná vodní elektrárna vybudovaná na levém břehu nad stáním plavidel v horní rejdě se vtokem v ř. km 95,545. Výtok z elektrárny je zaústěn do původního koryta starého Labe, využívaného nyní jako ochranný a zimní přístav, zaústěného do koryta Labe pod jezem Týnec v ř. km 94,800. Elektrárna využívá stavební dispoziční jezu s plavební komorou a rejdami nad a pod komorou a svým provozem respektuje hlavní zásady stávajícího provozu vodního díla, to je zajištění plavebních hloubek a bezpečného plavebního provozu na plavební vodní cestě.

Provoz MVE neovlivňuje plavební podmínky na vjezdu a na výjezdu z rejdy plavební komory - rychlosti proudění na vtoku na elektrárnu a na výtoku z prostoru přístavu jsou malé a při maximální hltnosti turbín $15,00 \text{ m}^3/\text{s}$ nepřesahují v lici břehů rychlost $0,40 \text{ m/s}$ na vtoku i na výtoku.

V MVE jsou instalována čtyři soustrojí s přímoproudými turbínami SemiKaplan typu HYDROHROM SKPŘ 1 200 mm s regulací oběžných kol a s provozními stavidlovými uzávěry. Pro převedení využívaného průtoku elektrárnou při odstavení soustrojí je vybudována automatická výpust $\varnothing 1 200 \text{ mm}$ se stavidlovým uzávěrem.

Stavidlové provozní uzávěry každé turbíny jsou ovládány hydraulickým servopohonem a uzavírány gravitační silou. Regulace průtoku turbínou je prováděna automaticky regulovaným oběžným kolem servopohonem dle hladinové regulace.

Celkový průtok MVE je $15,00 \text{ m}^3/\text{s}$. Tento průtok zpracují čtyři turbíny ($4 \times 3,75 \text{ m}^3/\text{s}$) při provozu s optimální účinností, nebo v mimořádném provozu tři turbíny s maximálním průtokem turbínou ($3 \times 5,00 \text{ m}^3/\text{s}$).

Automatická výpust má při plném otevření kapacitu $12,00 \text{ m}^3/\text{s}$.

Celkový výkon MVE je při průtoku $Q_t = 15,00 \text{ m}^3/\text{s}$ a spádu $H_u = 2,30 \text{ m}$ při souběhu čtyř soustrojí na generátorech $P_{MVE \max.} = 300 \text{ kW}$, při souběhu tří strojů se stejnou hltností je výkon $P_{MVE} = 279 \text{ kW}$.

MVE je ve smyslu ČSN 73 6881 II. kategorie, ochrana zařízení ve strojně je navržena na Q_{100} .

Automatický systém řízení soustrojí a automatické výpusti bude nastaven podle schválených podmínek daných tímto manipulačním řádem.

Stavební objekt elektrárny tvoří :

1. Vtokový kanál navazující na levý břeh koryta řeky nad jezem šikmo pod úhlem 40° je široký ve dně $10,00 \text{ m}$, při sklonech svahu břehů $1 : 1,75$ je v hladině široký $18,00 \text{ m}$. Kóta dna kanálu je $199,00 \text{ m n. m.}$

Břehy kanálu jsou opevněny kamenným záhozem tl. min 40 cm , záhozový práh tl. min. 50 cm je proveden v navázání kanálu na břeh řeky a před vtokovým objektem elektrárny. Celková délka kanálu je $75,0 \text{ m}$.

2. Vtoková část navazuje na kanál přivaděče mostním objektem pro příjezdovou komunikaci k plavební komoře zdymadla Týnec na levém břehu. S ohledem na umožnění příjezdu těžkého jeřábu pro montáž náhradních vrat plavební komory je konstrukce mostu navržena na zatížení speciálním mobilním jeřábem o hmotnosti 90 t. Vozovka na mostě s niveletou na kótě 203,60 m n. m. je široká 4,00 m.

Před mostem jsou na vtoku umístěny 4 stavidlové uzávěry široké 4 × 2 500 mm s horním těsnicím prahem na kótě 201,50 m n. m., norná stěna nad stavidly je ukončena nad hladinou Q_{100} (hlad Q_{100} nad zdymadlem je na kótě 202,76 m n. m., pod zdymadlem na kótě 202,03 m n. m.). Před stavidly jsou umístěny hrubé česle obsluhované z lávky nad stavidly.

Vtok na turbiny a k výpusti je celkem široký 13,50 m, dno je na kótě 197,90 m n. m. Vlastní vtoky na turbiny jsou široké 5,00 m - vždy pro dvě turbiny, jsou opatřeny jemnými česlemi se strojním čištěním. Lávka nad česlemi je na kótě 202,00 m n. m., dělicí pilíře mezi vtoky jsou široké 50 cm. Shrabky z česlí jsou shromažďovány v kontejneru umístěného v jímce na levém břehu vtoku.

3. Strojovna tvoří stavební objekt se spodní a vrchní stavbou dlouhý 11,40 m a široký 14,50 m. Strojovna má podlaží turbin s jímkou prosáklé vody na kótě 198,00 m n. m. Podlaží strojových rozvaděčů DT1 - DT4 a rozvaděčů RH1 a RH2 je na kótě 199,90 m n. m. a vrchní podlaží strojovny na kótě 202,50 m n. m.

Na vrchní podlaží - na podlaží vstupu je galerie provozních uzávěrů turbin a automatické výpusti, uzavřená místnost s panelem nadřazeného řídicího systému a dvě skladové místnosti.

Pro montáž technologického zařízení je ve strojovně osazen montážní, ručně ovládaný jeřáb o nosnosti 3,2 t. Jeřábová dráha je z ocelové svařované konstrukce.

Základová spára strojovny je na úrovni 197,40 m n. m. pod vtoky turbin a na kótě 195,80 m n. m. u savek. Stavebně je provedena jako monoblok deskostěnové konstrukce z vodostavebního betonu.

Vrchní stavba je z lehčeného zdiva z tvárnic, krov je dřevěný, krytina stavby je z betonových tašek.

4. Odpad od elektrárny navazuje krátkými bočními zdmi na původní říční koryto starého Labe. Toto koryto navazuje na nové koryto řeky cca 400 m pod zdymadlem. Dno odpadu od savek je na kótě 196,30 m n. m.

Automatická regulace soustrojí a MVE je řízena programovatelným řídicím systémem - s dostatečně kapacitním hardware - procesorem, pro zajištění všech funkcí optimalizující provoz MVE - především z hlediska spolupráce všech soustrojí pro dosažení maximální účinnosti MVE, a zabezpečující provoz jednotlivých soustrojí a Automatické výpusti. Řídicí systém je včetně aplikací pro přenosy informací (na velín Povodí Labe), tisk dat atd.

Řídicí systém je PLC DIRECT firmy KOYO Electronics Japan, s certifikátem dle ISO 9001. Na alfanumerickém displeji procesoru je možné sledovat a zadávat vybrané parametry, prohlížet historii poruchových stavů a měřených veličin.

5. Realizace , poznatky z výstavby

Celá stavební část byla provedena malou stavební firmou se subdodávkou odborné firmy na jímkování štětovnicemi Larsen.

Odtěžení písků ze stavební jámy a systém čerpání prosáklé vody ze stavební jámy byl prováděn speciálním postupem vzhledem k propustnosti pískového podloží. Pevné dno je zde v hloubce cca 13 m pod úrovní dolní pracovní plošiny, štětovnice Larsen byly délky 9 m.

Most přes vtok je na požadavek správce toku, pro možný příjezd speciálního jeřábu na plavební komoru, nosnosti 90 t.

6. Provoz, poznatky z provozu

MVE je v provozu od 12.1997. Soustrojí pracují téměř celý rok se stálým výkonem odpovídajícím povolenému odběru MVE, pouze v letním extrémě suchém období (1997) nepracovala všechna soustrojí. MVE je plně automatická, pochůzková služba kontroluje stav soustrojí pochůzkou nebo přes dálkový přenos modemem a dále jsou informace o stavu soustrojí přenášeny přes zprávy GSM. Stav soustrojí - průtoku jsou předávány na velín plavební komory.

7. Demonstrační projekt

Všechna soustrojí jsou řízena automaty PLC a dále společným nadřazeným skupinovým regulátorem. Skupinový regulátor optimalizuje provoz MVE vzhledem k stavu průtoku a stavu soustrojí. Turbína typu 4K306F vykazuje trvale vyšší výkon - má instalovaný generátor s vyšším výkonem.

- MVE OSTRAVICE ,

řeka Ostravice, spád $H = 4,8 \text{ m}$, průtok $Q_{mve} = 5,7 \text{ m}^3/\text{s}$, výkon $P_i = 200 \text{ kW}$

Místo : Ostrava - Vítkovice
Tok : Ostravice, jez v ř.km 8,003 (nové staničení 8,200)
Okres : Ostrava

Datum projektu : 7.1994

1. Parametry MVE :

Max. spád	$H = 4,8 \text{ m}$
Max. průtok MVE	$Q = 5,7 \text{ m}^3/\text{s}$, při $H_u = 4,15 \text{ m}$
Počet soustrojí	2 (turbíny HH SSK 860)
Max.dosažitelný výkon generátoru :	2x 90 kW
Instalovaný výkon generátoru :	2 x 100 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce:	890 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	345 dní

2. Původní stav - r. 1995

Pevný spádový stupeň výšky 4,6 m a šířky 52 m má korunu na kótě 218,60 m n.m. Stupeň je betonový, těleso přelivu má proudnicovou plochu, je betonové s obkladem žulovými kvádry. Křídla v nadjezí jsou svislá, v podjezí - u vývaru jsou tvořena zborcenou plochou, na kterou navazuje opevnění břehu.

Stupeň je vybudován v těsné blízkosti dvou železničních mostů, které křížují mírně šikmo tok níže po proudu. Pilíře mostu zasahují na levém břehu do břehového opevnění a kynety, na pravém břehu jsou situovány až na okraj bermy.

Na pravém břehu je do vývaru pod stupněm zaústěna Kanalizační stoka „D“. Koryto řeky je upraveno, kapacita vyhovuje bezpečně pro převedení Q_{100} .

3. Koncepce projektu nové MVE

Stavba MVE je výstavba nové vodní elektrárny , která bude využívat stávající stavební dispozici jezu a která svým provozem bude respektovat a neovlivňovat stávající provoz vodního díla. Část stavby je úprava stávajících objektů, část výstavba nových. Technologická zařízení budou všechna nová.

Soustrojí MVE budou pracovat v automatickém bezobslužném provozu v součinnosti s přesnou hladinovou regulací a zabezpečovací automatikou.

4. Technické řešení

Hladinová regulace MVE je nastavena na úroveň provozní hladiny - koruna jezu + 5 cm. Přeliv výšky 5 cm přes celou šířku jezu zabezpečí požadovaný asanační průtok do podjezí.

Čidlo hladinové regulace je umístěno v nadjezí v místě nad vtokem do náhonu.

V MVE jsou instalovány dvě turbíny SemiKaplan , přímoproudé horizontální S turbíny Hydrohrom SSK 860 s max. průtokem $2 \times 2,85 = 5,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vtok náhonu celkové šířky 6,2 m je umístěn na pravém břehu v blízkosti přelivné hrany jezu. Hrazení vtoku je dvěma stavidlovými tabulemi s horním prahem, které jsou ovládané pomocí ručního pohonu. Hradící otvory jsou světlé šířky 3,00 m, vysoké 1,50 m.

Náhon elektrárny je dlouhý cca 26 m, je tvořen čtyřmi bloky. Druhý tvoří přechod přes stoku „D“, je zároveň blokem česlí a tvoří vtok do uzavřeného profilu tlakového přivaděče. Lávka česlí je na kótě 219,80 m n.m. V bloku 3 je proveden výškový přechod a zúžení náhonu. Bloky 3 a 4 jsou tvořeny uzavřeným železobetonovým rámem tlakového přivaděče. Celková délka bloků je 12,8 m.

Spodní stavba strojovny je železobetonový monolit, vnější rozměry 5,3x7,6 m, vnitřní rozměr 4,5x6,5 m. Spodní stavba má podlaží turbin na kótě 215,05 m n.m. Podlaží generátorů v zadní části strojovny je na kótě 217,90 m n.m., podlaží rozvaděčů je na úrovni vstupu do strojovny - na kótě 218,30 m n.m. Přístup k podlaží generátorů je po lávce, k podlaží turbin po žebříku.

Vrchní stavba je zděná se sedlovou střechou. V předním traktu je pod střechou vybudován mezistrop s podlahou na kótě 221,00 m n.m. - místnost obsluhy. Přístup je tvořen ocelovým kruhovým točitým schodištěm, které lze v případě potřeby snadno demontovat.

Střecha má hřeben ve směru toku vody a je kryta bonnským šindelem.

Vstupní prostor MVE je přístupný pro montáž vraty š. 1,5 m, pro běžný přístup se využívá pouze jedno křídlo. Ve strojovně je umístěna jeřábová dráha z válcovaných nosníků po nichž pojíždí kočka.

V podlaží turbin jsou umístěna soustrojí s turbínami Hydrohrom SSK 860. Turbíny jsou s automaticky servopohony přestavitelnými lopatkami OK podle hladinové regulace.

Provozním uzávěrem turbíny je klapka turbíny uzavíraná gravitační silou závaží na páce.

Komplet turbíny obsahuje vtok, provozní uzávěr - klapku, ovládání klapky se závažím, oběžné kolo s komorou OK, S turbínu s hřídelem a předlohou s velkou řemenicí pro plochý řemen a čerpacím agregátem regulace, savku turbíny. Osa turbíny je na kótě 215,70 m n.m.

Na úrovni podlahy turbin je umístěno zařízení soustrojí - kotvení turbíny, řemenový převod, ČAT. V podlaze je snížené místo pro přístup k přírubě savky a jímka prosáklé vody. Na galerii generátorů je umístěna a předloha generátoru s generátorem. Skříň elektrorozvaděče řízení a jistění soustrojí jsou umístěny na podlaží rozvaděčů. Průtok turbíny :

$$Q_T \max = 2,92 \text{ m}^3/\text{s} \text{ při } H_u = 4,15 \text{ m}$$

$$Q_T \min = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Při souběhu: } Q_T \max = 2 \times 2,85 = 5,7 \text{ m}^3/\text{s} \text{ při } H_u = 4,00 \text{ m}$$

$$\text{Výkon maximální na svorkách generátoru: } P_G \max = 86 \text{ kW}$$

$$\text{Soustrojí v souběhu: } P_G \max = 2 \times 82 = 164 \text{ kW}$$

Generátory jsou horizontální asynchronní o jmenovitém výkonu 2x100 kW/ 400 V.

Obě soustrojí pracují paralelně se sítí v automatickém provozu v součinnosti se zabezpečovací automatikou a hladinovou regulací. V případě výpadku sítě se průtok turbínami zavírá automaticky - uzavřením klapky. Při obnovení napětí v síti se turbíny automaticky uvedou do provozu.

Otevřený odpad je dlouhý cca 18 m, z toho je v prostoru vyústění savek cca 3,5 m tvořeno železobetonovou polorámovou konstrukcí a dále pokračuje lichoběžníkové koryto s opevněním kamenným záhozem. Výtok je zaústěn zpět do Ostravice bezprostředně pod vývar jezu.

5. Realizace, poznatky z výstavby

Stavební část byla provedena stavební firmou. Pro kontrolu práce firmy je nutno provádět přesný technický dozor, z hlediska časového plnění stavby a provádění prací.

6. Provoz , poznatky z provozu

Soustrojí jsou vybavena úplnou automatikou provozu, spolupracují s přesnou hladinovou regulací, využívají max. možný rozsah průtoků.

Automatické oplachy lopatek OK zaručují stálost velikosti výkonu za všech stavů nečistot v řece. Přesná hladinová regulace soustrojí dodržuje zadanou horní hladinu s nejmenšími ztrátami vody.

7. Demonstrační projekt

Demonstrace projektu je v kompletnosti řešení výstavby , plně automatický provoz soustrojí s přesnou hladinovou regulací, skupinovým regulátorem soustrojí a automatickým čištěním česlí.

D. REKONSTRUKCE STARÝCH STROJOVEN MVE, VÝMĚNA SOUSTROJÍ

- MVE DOKSANY - MLÝN,

řeka Ohře, spád $H = 3,5$ m, průtok $Q_{mve} = 3,5$ m³/s, výkon $P_i = 93$ kW

Místo stavby: Doksany č.p. 10, k.ú. Doksany
Vodní tok : Ohře , jez v ř.km 10,251
Okres : Litoměřice

Datum projektu : 9. 1997

1. Parametry MVE :

Max. hrubý spád, čistý spád	$H = 3,5$ m, $H_u = 3,3$ m
Stálý průtok MVE	$Q = 3,5$ m ³ /s, při $H_u = 3,3$ m
Výkon soustrojí	$P_g = 93,0$ kW
Provozní hladina horní (Bpv)	153,06 m n.m.
Počet soustrojí	1 (turbína \varnothing OK 1000)
Max. dosažitelný výkon:	93,0 kW
Instalovaný výkon:	93,0 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce:	624 960 kWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	280 dní

2. Původní stav

V SVP z roku 1955 je u EVD mlýn Doksany č.p. 10 uvedeno - turbína je v provozu s parametry $Q = 2,3$ m³/s , $P = 42$ kW. V r. 1962 byla turbína odstavena z provozu.

Ve mlýně byla instalována od r. 1927 jedna turbína Francis od výrobce Kohout Smíchov s parametry podle dokumentace - $Q = 2,75$ m³/s, $H = 2,25$ m, $P = 60$ HP (44 kW). Vodu pro mlýn vzdouval starý pevný jez, který byl v roce 1938 nahrazen pohyblivým válcovým jezem v upraveném korytě Ohře.

Hydraulický obvod MVE Mlýn je dlouhý 640 m. Délka slepého ramene Ohře je cca 750 m. Po odstavení turbíny ve mlýně z provozu (v roce 1962) bylo uzavřením průtoku turbíny slepé rameno zanášeno splaveninami. Také výtokový kanál mlýnu byl zanášen splaveninami z dolní vody při povodních.

3. Koncepce projektu nové MVE

Projekt řeší obnovu MVE Mlýn Doksany na pravém břehu řeky Ohře, mlýn v ř.km 9,96 u „staré „ Ohře, využívající vzduť stávajícího válcového jezu v ř.km 10,251. Odběr vody z Ohře je v ř. km 10,363. MVE bude využívat hydroenergetický potenciál stálého průtoku 3,5 m³/s, ramenem Ohře a původním odpadním kanálem mlýnu, na tento stálý průtok bude turbína dimenzována . Ústí odpadního kanálu MVE do Ohře je v ř. km 9,072.

Hydraulický obvod MVE - (starý náhon od starého jezu tj. od ramene Ohře = 90 m, odpad - Mlýnský potok = 550 m) je dlouhý 640 m. Délka ramene Ohře je cca 750 m.

Soustrojí v MVE Mlýn Doksany s asynchronním generátorem bude pracovat v automatickém bezobslužném provozu, paralelně se sítí v součinnosti s jednoduchou zabezpečovací - hladinovou regulací a zabezpečovací automatikou soustrojí. Všechna vyrobená energie bude předávána do veřejné rozvodné sítě SČE a.s.

Provoz MVE ve mlýnu nebude svým stálým (relativně malým) průtokem ovlivňovat provoz jezu a dále nové MVE u jezu. Z čáry Qm denních průtoků - ovlivněných manipulacemi na VD Nechranice, je zřejmé, že v průměrně vodném roce je v profilu jezu dostatek průtoku pro provoz obou MVE v základních parametrech. Manipulace na jezu a na budoucí MVE se automaticky posunou o rozdíl průtoku MVE ve mlýnu, jako při jakémkoliv jiném stálém odběru.

4. Technické řešení

Stavba MVE mlýn Doksany je obnova původního energetického využití vodního díla se zlepšením režimu slepého ramene Ohře a Mlýnského potoku.

Jsou zachovány ve vyhovujícím stavu stavební konstrukce spodní stavby - kašny a vtoku turbíny. Z původní kašny je vytvořena nová strojovna, v původním podlaží strojovny je generátor a elektrorozvaděč ovládání soustrojí.

Na stavebních objektech z hlediska stavebního řízení, tj. vrchní stavba strojovny a vyvedení výkonu, nebyla prováděna žádná změna. Všechny pohledové dispozice zůstanou původní - opravené do původního stavu, včetně česlí a stavidel vtoku kašny a jalováku.

Nová MVE neovlivní stávající průtokové poměry při povodňových průtocích, žádné nové objekty nebudou zasahovat do průtočného profilu řeky, hydraulický profil řeky bude zachován stávající.

Rekonstrukce MVE Mlýn Doksany je pokračováním původního energetického využití vodního díla. V MVE bude soustrojí pracující v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí.

Investor a následný provozovatel MVE vybral variantu instalace nového soustrojí s turbínou HYDROHROM Ø OK 1000 mm.

Hltnost turbíny HH 1000 bude konstantní průtok 3,5 m³/s, tzn. že MVE bude zpracovávat sanační průtok slepým ramenem Ohře.

Jemné česle turbíny jsou v projektu navrhovány se světlostí mezer mezi česlicemi 30 mm.

Soustrojí v MVE bude pracovat v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Příčina automatického odstavení soustrojí z provozu může být porucha nebo výpadek napětí v síti. Náhlé uzavření průtoku MVE neovlivní celkový průtokový režim řeky, neboť průtok turbín se začne ihned přelévat přes jez.

Konstantní hladina v nadjezí na kótě 153,06 m n.m. bude v rozsahu provozních hltností turbín MVE u JEZU udržována automaticky hladinovou regulací turbín MVE u JEZU. Hltnost turbíny MVE MLÝN bude nastavena konstantní, velikost průtoku 3,5 m³/s hydraulickým obvodem Mlýnského potoka bude kontrolovatelná na měrné lati v kontrolním profilu. Tento měrný profil bude proveden po výstavbě MVE u JEZU a po stabilizaci poměrů obou MVE, na závěr zkušebního provozu MVE u JEZU.

Vtok MVE je vybaven stavidlem. Vtok bude uzavírán při opravách a údržbě turbíny.

Nečistoty zachycené na jemných česlích budou vytěženy na lávku česlí a ručně (kolečkem) dopravovány do prostoru za mlýn kde budou dále tříděny. Ruční čištění česlí a odklizení shrabků je dáno požadavkem památkářů o zachování „pohledové“ dispozice. Biologické hmoty (listí) budou kompostovány, dřevo bude použito na otop, ostatní odpad bude ukládán do malého kontejneru a skládkován.

Vyvedení výkonu je krátkým kabelovým vedením NN do nového připojovacího vedení objektu mlýnu .

MVE a její technologické zařízení budou chráněny před velkou vodou ve smyslu ČSN 7368 81 Malé vodní elektrárny - pro MVE III. kategorie , tzn. na ochranu proti Q 5ti leté vodě.

5. Realizace , poznatky z výstavby

MVE je typickou rekonstrukcí staré MVE na novou s vyššími užitnými parametry. Nová přímoproudá turbina je instalována do staré kašny s minimem stavebních prací, jak v objemu bourání tak nových stavebních konstrukcí.

6. Provoz, poznatky z provozu

Turbina je provozována se stálým průtokem, přesto je nutné čidlo zabezpečení proti poklesu pod minimální možnou hladinu, která může kolísat vlivem manipulací na jezu.

7. Demonstrační projekt

Typická modernizace staré VE , kde do původní kašny na turbinu s nízkým průtokem byla instalována nová přímoproudá turbina s vyššími parametry.

- MVE PONIKLÁ- PŘÍVLAKA ,

řeka Jizera , spád $H = 3,9 \text{ m}$, průtok $Q_{mve} = 4,7 \text{ m}^3/\text{s}$, výkon $P_i = 132 \text{ kW}$

Místo stavby: Poniklá , k.ú Poniklá
Vodní tok : Jizera , jez v ř.km 126,704
Okres : Semily

Datum projektu : 07. 1997

1. Parametry MVE :

MVE je derivační , ovlivněná délka toku je 402 m.
Vtok náhonu je v ř.km 126,704 , (nový) výtok je v ř.km 126,302
Max. hrubý spád $H = 3,90 \text{ m}$
Čistý spád při max. průtoku turbíny MVE $H_u = 3,80 \text{ m}$
Úroveň provozní hladiny v nadjezí (Jadran) 409,17 m.n.m.
Počet soustrojí 1 (1x turbína HH VT 1000)
Max. dosažitelný výkon: 129 kW
Instalovaný výkon: 132 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce: 676,14 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce: 340 dní

2. Původní stav

Hydroenergetický potenciál byl na lokalitě využíván. Ve strojovně je Francisova turbína z roku 1925, s konstrukčními parametry (podle výkresu výrobce J.M.Voith) max. hltnost $Q = 4,3 \text{ m}^3/\text{s}$, spád $H = 3,81 \text{ m}$, $P = 174 \text{ PS} / = 127,9 \text{ kW} /$). V MŘ jsou uvedeny parametry turbíny - max. hltnost $Q = 4,13 \text{ m}^3/\text{s}$, spád $H = 3,49 \text{ m}$, $P = 112 \text{ kW}$.

Vlastní turbína nebyla opravována , především oběžné kolo je ve stavu odpovídající uvedenému stáří .

Nadjezí je při pravém břehu zaneseno naplaveninami se vzrostlou zelení, to dokumentuje polohu hlavního proudu, směrem vlevo, i při povodňových průtocích.

Stávající jezová konstrukce pevného jezu na Jizeře v ř. km 126,704 byla realizována v roce 1957 při sanaci původního pevného jezu. Hradící stěna jezu sestávající ze zaberaněných ocelových štětovic Larsen, příčné kolmé stěny délky 29 m a podélné stěny bočního přelivu délky 8,5 m, je podepřena ocelovou konstrukcí z válcovaných I a L profilů kotvených do betonových prahů s korunou na kótě 409,80 m n. m. Koruna štětové stěny je na kótě 409,06 až 409,17 m, n. m. - v průměru je na kótě 409,10 m n. m. Pravá opěrná zeď jezu je v podjezí zřícena. Levá opěrná zeď řečiště a vtoku náhonu je popraskaná a vyhnutá tlakem zeminy a kořenů vzrostlých dřevin.

3. Koncepce projektu nové MVE

Tento projekt řeší rekonstrukci strojovny související s výměnou technologického zařízení ve strojovně a osazením nových česlí vč. čistícího stroje česlí. Soustrojí s kašnovou vertikální turbínou Francis bude demontováno a bude instalováno nové soustrojí s vertikální turbínou Kaplan typu HYDROHROM VT 1000. Instalace nové turbíny respektuje záměr minimálního zásahu do stávající stavby, bez zásahů do základů budovy MVE.

Je zachován původní hydraulický obvod MVE tj. šířka a hloubka náhonu, velikost a hloubka česlí, hloubka vtoku kašny a výtoku u savek. Nová turbína má tedy jen o málo větší hltlost než původní turbína Francis, výkon je zvyšován dále vyšší účinností.

MVE bude využívat hydroenergetický potenciál průtoků řeky až do průtoku cca 120ti denní vody průtočně se zabezpečením požadovaného přelivu přes jez v hodnotě $Q = 1,24 \text{ m}^3/\text{s}$, ostatní vyšší Q_m průtoky pak s vyšším přepadem vody přes jez.

Pro zlepšení hydraulických poměrů jezu pro převádění velkých průtoků a zlepšení provozních vlastností vtoku do náhonu je do levé části jezu, náhradou za část pevného jezu, navržena pohyblivá klapka výšky 1,0 m a šířky 9,5 m.

Vtok náhonu bude vybaven hrubými česlemi a stavidlem proplachu, které bude využíváno pro proplach nečistot ve vtoku po povodních nebo pro případné provádění průtoků při opravách klapky nebo jezu.

Při pravé straně jezu bude proveden nový rybí přechod.

MVE využívá hydroenergetický potenciál průtoků toku jako průtočná MVE - s přesnou hladinovou regulací při zachování hladiny v nadjezí k. 409,17 m n.m.

Hladina v nadjezí na kótě 409,17 m n.m. bude v rozsahu provozních hltlostí turbíny udržována automaticky hladinovou regulací turbíny - přesnost hladinové regulace turbín HYDROHROM je v pásmu 1 cm, plus-mínus od definovaného středu. Čidlo hladinové regulace bude umístěno u jezu v místě klidné vody.

4. Technické řešení

Největší rozsah stavebních prací souvisí s úpravami hydraulického profilu MVE tj. s výměnou technologického zařízení ve strojovně, s úpravou zdí náhonu a úpravou objektu česlí a dále s úpravou výtoku odpadu. Všechny úpravy jsou prováděny v půdorysných (pozemkových) dispozicích stávajících objektů.

Na stavebních objektech vrchní stavby strojovny bude provedena úprava montážních dveří, dveře budou přemístěny do původního místa první montáže turbíny v roce 1925 tj. z boku strojovny. Na betonový trámový strop bude místo pomocné - provizorní montážní konstrukce zakotven I 24 válcovaný profil, jako nosník montážní kočky nosnosti 3,2 t.

Na kabelech vyvedení výkonu, nebude prováděna žádná změna. Dříve vyměněné kabely vzhledem k podobnému výkonu turbín vyhovují. Stávající elektroměrový rozvaděč je v obvodovém zdivu strojovny, cca 2 m od nových dveří strojovny, stávající kabel AYKY 3x 24 0 + 120 délky cca 55 m je veden do distribuční trafostanice. Stávající příhradová TS 160 kVA je v areálu skladů a MVE.

Rekonstruovaná MVE neovlivní stávající průtokové poměry při povodňových průtocích, žádné nové objekty nebudou zasahovat do průtočného profilu řeky, hydraulický profil řeky bude zachován stávající.

V MVE bude soustrojí pracující v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Investor a provozovatel MVE vybral variantu instalace nového soustrojí s turbínou HYDROHROM VT 1000.

Max. hltlost turbíny bude $4,7 \text{ m}^3/\text{s}$, tzn. že MVE bude zpracovávat přirozené průtoky řekou od minimálních do cca $Q = 120$ ti denní vody. Hltlost turbíny bude řízena hladinovou regulací na konstantní horní hladinu (současnou provozní hladinu podle MŘ) - kóta 409,17. Hladinová regulace reguluje hltlost turbíny na dodržení konstantní horní hladiny, s tolerancí (+,-) 1 cm.

Horní (\emptyset) hrana koruny jezu je na kótě 409,10 (Jadran). Výšce přelivu přes jez odpovídá průtok $Q_{san} = 1,24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Jemné česle turbíny jsou navrhovány se světlostí mezer mezi česlicemi 30 mm.

V MVE Přívlačka bude jedno soustrojí s vertikální turbínou Kaplan HYDROHROM typu VT 1000 o maximálním výkonu MVE na svorkách generátoru 129 kW, zařízení ovládání soustrojí a elektrorozvaděče ovládání. Soustrojí bude pracovat v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí.

Soustrojí v MVE bude pracovat v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Příčina automatického odstavení soustrojí z provozu může být porucha soustrojí nebo výpadek napětí v síti. Náhlé uzavření průtoku MVE neovlivní celkový průtokový režim řeky, neboť průtok turbíny se v hydraulickém obvodu MVE částečně převádí automatickou výpustí a rozdíl se začne ihned přelévat přes jez.

Budova MVE a její technologické zařízení jsou chráněny před velkou vodou ve smyslu ČSN 73 68 81 Malé vodní elektrárny - pro MVE II. kategorie minimálně na Q10 ti letou vodu. V dané dispozici je ochrana zařízení strojovny na cca Q 50ti letou vodu (při uzavření stavidla vtoku náhonu).

Odpad MVE je zkrácen proti stávajícímu o cca 17 m. Nové vyústění je hydraulicky vhodnější než stávající - dosáhne se vyššího čistého spádu, stavební úpravy břehů u nového výtoku budou jednodušší než stávajícího.

5. Realizace , poznatky z výstavby

Pro savku vertikální turbíny byla využita částečně původní savka s bedněním tvaru do původní savky.

6. Provoz, poznatky z provozu

Úplnou automatizací provozu soustrojí je dosaženo max. výroby energie, v souladu s teoretickou výrobou. Nový proplach u jezu umožňuje okamžité najetí MVE po uzavření vtoku při povodních.

7. Demonstrační projekt

MVE je provedena s max. pečlivostí se vzorným provedením všech stavebních prací. Zvýšením spádu je využito max. kapacity náhonu a zakrytého podzemního přivaděče.

- MVE RADEŠOV

řeka Otava, spád $H = 5,4 \text{ m}$, průtok $Q_{mve} = 7,0 \text{ m}^3/\text{s}$, výkon $P_i = 350 \text{ kW}$

Místo stavby: Radešov , Rejštejn
Vodní tok : Otava , jez v ř.km 106,558
Okres : Klatovy

Datum projektu : 2. 1997

1. Parametry MVE :

MVE je derivační , ovlivněná délka toku je 540 m.
Max. hrubý spád $H = 5,4 \text{ m}$
Čistý spád při max. průtoku turbíny MVE $H_u = 5,2 \text{ m}$
Úroveň provozní hladiny v nadjezí (Jadran) 552,18 m.n.m.
Počet soustrojí 2 (Storek + Hydrohrom)
Max. dosažitelný výkon: 130 + 120 kW
Instalovaný výkon: 200 kVA + 132 kW
Výroba elektrické energie v průměrně vodném roce: 1 400 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce: 340 dní

1. Původní stav - r. 1997

Pevný jez má dvě pole s vorovou propustí mezi nimi . Levé s přelivnou hranou délky 17,70 m v úrovni 551,89 m n.m. (Bpv) , pravé délky 27,50 m v úrovni 552,13 m n.m. Těleso jezu je lichoběžníkové, šířky v patě 5,5 m (levé), resp. 4,50 m (pravé), se sklonem vzdušního líce cca 1:4, návodní líc je svislý. Levé pole je osazeno kotvením pro náplátky. Vorová propust je šířky 5,7 m , boční pilíře jsou šířky 0,5 m. Šikmý jez svírá s osou toku úhel cca 57°. Celková šířka jezu je $17,7 + 8,0 + 27,5 \text{ m} = 53,2 \text{ m}$.

Z projektu opravy jezu byla realizována pouze první etapa jímkování pravé části jezu. Byla zajímkována ocelovými štětovicemi Larsen pravá část jezu vč. propusti . Vrch ocelových Larsen byl proměnlivé výšky cca 40 až 80 cm nad úrovní levé části, která v šířce 17 m má korunu pevné betonové části v úrovni 551,93 m n.m. (Bpv) . V průběhu r. 1997 byly Larsen uříznuty do úrovně 552,10 m n.m.

V roce 1998 bude levá část jezu doplněna trámem výšky cca 17 cm, tak aby koruna jezu byla v celé délce (cca 53 m) vodorovná s úrovní 552,10 m n.m.

Vtok náhonu celkové šířky 8,63 m je hrazen dřevěnými stavidly , které jsou ovládané ručně z lávky nad stavidly. Hrazení je třemi stavidlovými tabulemi, hradícími otvory světlé šířky 2,79 m a vysokými 1,44 m. Práh vtoku je v úrovni 551,26 m n.m., podlaha lávky 552,96 m n.m. Před vtokem je ledová ochrana .

Náhon elektrárny je dlouhý 383 m, šířky cca 7 m, dno náhonu je v úrovni 550,65 až 550,95 Nábřežní zdi jsou z kamene, profil náhonu je téměř obdélníkový. Úroveň pravé zdi je cca na k. 552,50 . Dno náhonu je v délce asi 15 m před elektrárnou dlážděné.

Před elektrárnou jsou na pravé straně náhonu umístěny dva bezpečnostní přepady. První s délkou přepadové hrany 18,3 m, druhý s délkou přepadové hrany 5,6 m. Pevná hrana přepadů je na k. 552,15. Přepady jsou svedeny do kanálu jalové vypusti MVE.

Přes náhon je (v cca 200 m staničení od vtoku) most veřejné komunikace. Mostní pilíře jsou součástí zdí náhonu.

Strojovna MVE. V MVE jsou instalovány dvě Kaplanovy turbíny . V původní levé kašně je přímoproudá horizontální S turbína Hydrohrom SK 860 s max. průtokem $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a v pravé kašně je vertikální kašnová turbína Storek KT 135 s max. průtokem $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Strojovna MVE sestává ze tří částí, které tvoří - vstupní společný prostor česlí, stavidel vtoků a jalové propusti, strojovna turbíny Hydrohrom a strojovna turbíny Storek.

Vstupní prostor MVE je přístupný pro montáž vraty š. 3,0 m a pro běžný přístup obsluhy dveřmi š. 90 cm. Místnost o půdorysných rozměrech cca $9 \times 9 \text{ m}$ má podlahu u česlic na úrovni 552,40. Za stavidly je ochranná zídka s úrovní na k. 552,74 .

Před vtokem do turbinových kašen jsou jemné česle s dolním prahem v úr. 550,07 m n.m. a horní hranou (úroveň 551,90) opřenou o žlab na zachycení a splavování vyhrabaných naplavenin do odpadu.

Na vtoku každé kašny je dřevěné stavidlo s elektropohonem , sloužící jako uzávěr pro případ revise nebo opravy turbíny.

Vpravo před česlemi je stavidlo jalové výpusti šířky 2,5 m , práh stavidla je v úrovni 549,65. Stavidlo jalové výpusti je ovládáno servopohonem se záložním zdrojem energie , stavidlo se automaticky otvírá při uzavření průtoku turbínami (při výpadku napětí sítě a při poruchovém odstavení) . Vztah převedení průtoku „ turbíny - jalová propust „ je v programu automatu ovládání soustrojí .

Jalový odpad opevněný dřevěným bedněním je veden zpět do Otavy.

Z původní levé kašny je proveden vtok a prostor strojovny soustrojí s turbínou Hydrohrom SK 860. Turbína je pravotočivá s automaticky servopohony přestavitelnými lopatkami OK a RK podle hladinové regulace.

Provozním uzávěrem turbíny je uzavíratelné rozváděcí kolo turbíny uzavírané gravitační silou závaží na páce RK.

Komplet turbíny obsahuje vtok, těleso rozváděcího kola, ovládání RK se závažím, oběžné kolo s komorou OK, S turbínu s hřídelem a předlohou s velkou řemenicí pro plochý řemen a čerpacím agregátem regulace, savku turbíny. Osa turbíny je na k. 547,60.

Na úrovni podlahy strojovny k. 546,70 je umístěno zařízení soustrojí - kotvení turbíny, řemenový převod, ČAT. V podlaze je snížené místo pro přístup k přírubě savky a jímka prosáklé vody. Na galerii strojovny , k. 549,60 , je umístěna skříň elektrorozvaděče řízení a jištění soustrojí a předloha generátoru s generátorem

Parametry turbíny HH SK 860

- uvedeny pro provozní hladinu k. 552,18 m n. m.

- Průtok je řízen hladinovou regulací turbíny,

turbína bude pracovat s proměnlivým výkonem podle daného průtoku řeky,

Průtok turbíny :

$$Q_T \text{ max} = 3,0 \text{ m}^3/\text{s} \text{ při } H_u = 5,2 \text{ m}$$

$$Q_T \text{ min} = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Výkon maximální na svorkách generátoru: $P_G \text{ max} = 120 \text{ kW}$

Generátor je horizontální asynchronní o jmenovitém výkonu 132 kW/ 400 V. Chlazení generátoru je vzduchové.

V pravé turbinové kašně je turbína Storek (typ KT 135 / 1930) se synchronním alternátorem, instalovaná v r. 1930.

Vertikální turbína přes kuželový převod pohání horizontální synchronní alternátor 200 kVA, $\cos \phi$ 0,7, 400 V s budičem na ose. Turbína má automatiku ZPA Čakovice s regulátorem výrobce VUAP Praha.

Parametry turbíny KT 135 :

- uvedeny pro provozní hladinu k. 552,18 m n. m.

- Průtok je řízen hladinovou regulací turbíny,

turbína bude pracovat s proměnlivým výkonem podle daného průtoku řeky,

Průtok turbíny :

$$Q_T \text{ max} = 4,0 \text{ m}^3/\text{s} \text{ při } H_u = 5,2 \text{ m}$$

$$Q_T \text{ min} = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Výkon maximální na svorkách generátoru: $P_G \text{ max} = 130 \text{ kW}$

Podlaha strojovny s turbínovým zařízením a elektrorozvaděči je na kótě 550,90.

Obě soustrojí pracují paralelně se sítí v automatickém provozu v součinnosti se zabezpečovací automatikou a hladinovou regulací. V případě výpadku sítě se průtok turbínami zavírá automaticky - uzavřením rozváděcích kol (a otvírá se jalová výpust) . Při obnovení napětí v síti se turbíny automaticky uvedou do provozu (jalová výpust se uzavře).

Zabezpečovací automatika je součástí soustrojí, jsou sledovány poruchy strojní a elektro.

Čidlo hladinové regulace je umístěno před vtokem náhonu.

Otevřený odpad je dlouhý cca 160 m , je zaústěn zpět do Otavy v ř.km 105,945.

5. Realizace , poznatky z výstavby

Stavební část byla provedena svépomocí za odborného dohledu . Tím bylo dosaženo úspory nákladů. Provádění stavby bylo typické pro rekonstrukci starého - v úvodní části nepřístupného místa , objektu. Realizační dokumentace byla několikrát upravována, tak aby zvolený kompromis nezhoršoval pracovní podmínky pro turbínu. Muselo být postupováno po částech, kdy nové stavební prvky zajišťovaly další rozpracované původní části stavby. Bylo postupováno tak, aby původní turbína mohla pracovat co nejdéle bez přerušení.

6. Provoz, zkušenosti z provozu

Obě soustrojí s rozdílnými typy generátorů, starý - synchronní, nový - asynchronní, spolupracují podle nadřazeného řídicího systému , který optimalizuje provoz obou soustrojí. Nové soustrojí s vyšší účinností je touto optimalizací více vytěžováno.

Jemné česle jsou umístěny v chráněné česlovně. V době silných mrazů, kdy Otava nese vnitrovodní led , jsou problémy s namrznutím česlí. Majitel MVE instaloval elektrické odporové vyhřívání česlí, které zlepšuje poměry na česlích.

Důležitým přínosem pro optimální využití průtoků je přesná hladinová regulace. Výše položená VE Vydra je špičková a její průtoky (2x 1,85 m³/s) lze využít ve špičkovém tarifu.

7. Demonstrační projekt

Celková instalace obou soustrojí je max. vzhledem ke kapacitě původního náhonu a odpadu. Vlastní zařízení strojovny - obě soustrojí jsou provozovány optimálně s moderním řídicím systémem. K úplné optimalizaci zařízení zatím chybí automatický čistící stroj česlí - je předpokládána instalace v r.99 , ale vzhledem k místním podmínkám majitel dříve řešil rozmrazování česlí, neboť provozování místních MVE (Vydra, Křemelná) je v zimě velmi komplikované.

V další fázi je provozu je záměr opravit jez, část jezu při levé straně - u vtoku , provést s pohyblivou částí . Ve vtoku provést dostatečně kapacitní proplachovací propust, která bude umožňovat proplach štěrků usazených po každé jarní povodni před stavidly vtoku. Nános štěrků omezuje kapacitu vtoku.

E. MVE NA VYŠŠÍCH SPÁDECH - PŘÍRODNÍ TOK

- MVE BRANDL II,

řeka Nisa , spád $H = 49 \text{ m}$, průtok $Q_{mve} = 950 \text{ l/s}$, výkon $P_i = 320 \text{ kW}$

Místo : k.ú. Brandl , obec Jablonec nad Nisou
Tok : Lužická Nisa, jez v ř.km 44,490
Okres : Jablonec nad Nisou

Datum projektu: 10. 1997

1. Parametry soustrojí MVE - soustrojí Pelton :

Spád (při úrovni hladiny u vtoku k. 465, 0 m.n.m)	$H_u = 49,3 \text{ m}$
Max. průtok turbín Pelton (2x 0,45 m ³ /s)	$Q_t = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$
Dosažitelný výkon (2x 160 kW)	$P_g = 320 \text{ kW}$
Instalovaný výkon	320 kW
Výroba elektrické energie (při souběhu všech turbín) :	1 987,4 MWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	340 dní

2. Původní stav

V MVE Brandl II jsou nyní instalovány dvě turbíny Francis s max. průtokem 2x 0,9 m³/s při spádu $H = 36,6 \text{ m}$, tento spád - původní pro VE Brandl II, je dán rozdílem hladin v přerušovací nádrži u rozstřikovacího uzávěru a dolní hladinou pod turbínami Francis. Mezi vtokem MVE u jezu a přerušovací nádrží je spád $H = 15,6 \text{ m}$, celkem spád mezi horní hladinou u jezu a dolní hladinou u strojovny je 52,2 m.

V MVE jsou dvě horizontální turbíny Francis výrobce Voith z roku 1911. Turbíny byly dlouhou dobu mimo provoz, důvodem bylo zrušení MVE Brandl I (spád $H = 12 \text{ m}$), která pracovala na společné derivaci. Před několika lety byly turbíny Francis upraveny pro možnost dalšího provozu, se spádem $H = 36 \text{ m}$. Jednotkové parametry turbín jsou velmi nízké, odpovídají době uvedení do provozu tj. roku 1911, účinnost (nových) turbín byla podle původní dokumentace 78%. Automatika soustrojí je závažová - typ ES Pardubice.

Turbíny jsou umístěny vysoko - cca 6 m, nad spodní vodou, na hranici možné sací výšky turbín. Při výrazném zvýšení spádu je nutno snížit průtok turbín, vzhledem na kavitační a pevnostní vlastnosti turbíny.

Stávající MVE má tyto objekty :

- 1) jez na Lužické Nise
- 2) odběrný objekt s proplachovacím stavidlem a jemnými česlemi
- 3) tlakový přivaděč z ocelového potrubí DN 1000 o celkové délce 623 m
- 4) přerušovací nádrž přivaděče
- 5) odpadní potrubí - bezpečnostní přepad z přerušovací nádrže, potrubí DN 600/500 v délce 78 m
- 6) strojovnu rozstřikovacího uzávěru
- 7) MVE, strojovna s dvěma turbínami Francis
- 8) výtok od turbín Francis, kanál délky 48 m
- 9) limnigraf umístěný ve vzdutí jezu
- 10) rozvodnu v budově VE

Kabelová přípojka a transformační stanice stávající MVE vyhovuje výkonem pro všechna soustrojí s turbínami Francis a Pelton.

3. Koncepce nové MVE

- Nyní provozovatel MVE předkládá projekt rekonstrukce MVE, jejíž obsahem je :
- sloučení obou dílčích spádů do celkového spádu H cca 50 m propojením potrubí u přerušovací nádrži
 - doplnění dalších dvou turbín Pelton pro využití povoleného odběru vody $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$, neboť původní průtok turbín Francis bude snížen z několika důvodů :
 - možného max. výkonu soustrojí daného celkovou konstrukcí turbíny.
Turbíny Francis budou dosahovat při novém vyšším spádu svého max. výkonu s průtokem cca $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Výkon turbíny Fr bude 152 kW.
 - důvodu kavitace starých turbín Francis. Zvýšením spádu se posunou pracovní vztahy v charakteristice turbíny do oblasti menší odolnosti.

MVE bude rozšířena o dvě nová soustrojí s vertikálními turbínami Pelton typu HHP, max. průtok turbíny HHP bude $Q = 450 \text{ l/s}$. Turbína je schopna regulovat do Q_{\min} cca 40 l/s.

Soustrojí MVE s asynchronními generátory 400V budou pracovat v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Vertikální Peltonova turbína bude šesti dýzová, dýzy budou ovládány táhly a servopohonem. Způsob otvírání - zavírání dýz turbíny bude řešen v automatice soustrojí programově, soustrojí bude mít vstup pro jednoduchý vnější impuls od hladinové regulace.

Průtok turbínou bude řízen z rozvaděče DT .

Hladinová regulace turbín bude dodržovat provozní hladinu odpovídající přelivu sanačního průtoku $Q_{\text{san}} = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$, v souladu s MR.

Soustrojí bude pracovat v automatickém provozu paralelně se sítí, všechna vyrobená energie bude dodávána do distribuční sítě přes stávající rozvody VE a trafostanici. Při realizaci budou splněny podmínky Rozvodných závodů pro spolupráci MVE s distribuční sítí. Rekonstrukce MVE je z hlediska vztahu k SČE a.s. projednána. Doklad o projednání předloží investor.

Nové turbíny Pelton budou mít každá max. průtok $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$, tzn. že max. průtok všech turbín (stávající a nové) bude $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Celkový průtok všech turbín při novém vyšším spádu bude shodný s povoleným průtokem vodoprávním povolením.

Nové turbíny Pelton budou umístěny do stávajícího prostoru strojovny turbín Francis.

Projekt řeší rekonstrukci části strojovny, kde budou instalovány nové turbíny Pelton HYDROHROM, výtok od těchto turbín a propojení potrubí v přerušovací nádrži. Instalace nových turbín a propojení potrubí bude provedena s minimálním zásahem do stávající stavby VE. Nové turbíny jsou napojeny na stávající přívod vody pro turbíny Francis. Výtok z turbín Pelton je veden novým výtokem krátké délky (cca 2,6 m) do toku L. Nisy.

MVE bude i s novými turbínami využívat (nebude překračovat) hydroenergetický potenciál povolených průtoků $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ stávajícího vodoprávního povolení stávajících turbín Francis.

Rekonstrukce MVE Brandl II je pokračováním původního energetického využití vodního díla s rekonstruovaným přivaděčem a novým technologickým zařízením soustrojí. Ve strojovně MVE budou stávající turbíny doplněny novými turbínami typu Pelton - HYDROHROM, moderní koncepce s úplnou automatikou pro bezobslužný provoz .

4. Technické řešení

Propojením tlakového přivaděče , dříve Brandl I a Brandl II, je dosaženo zvýšení spádu na $H = 52 \text{ m}$ ($36 + 16 \text{ m}$).

Zvýšením čistého spádu a použitím moderních turbín HHP s vyšší účinností bude dosaženo zvýšení výkonu a výroby o cca 40 %.

Malá vodní elektrárna s novými turbínami Pelton HHP je s bezobslužným provozem, s plně automatickým provozem paralelně se sítí, v součinnosti s hladinovou regulací a zabezpečovací automatikou.

Automatická regulace turbín bude řízena komplexně programovatelným řídicím systémem PCL , dostatečně kapacitním pro zajištění všech funkcí optimalizující provoz z hlediska výroby energie a zabezpečující provoz MVE, vč. přenosů informací.

Spolupráce soustrojí je řízena nadřazeným řídicím systémem.

V MVE Brandl II je dále instalována dvě soustrojí s vertikálními turbínami Pelton Hydrohrom stejné velikosti, o maximálním výkonu $P_g = 2 \times 160 \text{ kW}$, nové elektrorozvaděče ovládání.

PARAMETRY TURBÍN PELTON HHP - každé

$Q_{\max} = 0,45 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\min} = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$
 $H_u = 49,3 \text{ m}$
 $P_{\max} = 160 \text{ kW}$
 $n = 610 \text{ ot / min}$

Soustrojí obsahuje kompletní turbínu, ovládání turbíny závažovou automatikou, generátor 160 kW a elektrorozvaděč ovládání a jištění.

Vtok tlakového přivaděče je chráněn jemnými česlemi, které budou výhledově doplněny automatickým čistícím strojem česlí.

Na stavebních objektech z hlediska stavebního řízení, tj. vrchní stavba strojovny a vyvedení výkonu, nebudou prováděny žádné změny, všechny úpravy jsou prováděny v hydraulickém obvodu.

Rekonstruovaná MVE neovlivní stávající průtokové poměry toku - ve smyslu současného vodoprávního povolení, žádné nové objekty související s vodohospodářskou částí stavby na přívodu vody nebudou při rekonstrukci MVE zřizovány, hydraulický obvod přívodu vody a výtoku bude zachován stávající, výtok z nových turbín zkrátí ovlivněný úsek toku o cca 50 m.

Stávající přivaděč (potrubí DN 1000) je provozován ve shodném tlakovém režimu jako se stávajícími turbínami Francis. Ocelové potrubí $\varnothing 1020 \times 12 \text{ mm}$ vyhoví tlakově až pro PN 16, zde bude provozováno při PN 6.

Při odlehčení soustrojí z důvodu výpadku vnější sítě se rázové podmínky v potrubí turbínami Pelton zlepší. Turbíny budou uzavírány pomalu závažovou automatikou.

Po obnově napětí v síti se soustrojí automaticky, řízeno programem automatu, uvede do energetického provozu, při respektování všech provozních poměrů .

Při mimořádném dlouhodobém odstavení turbíny z provozu (revize technologie) se hydraulický obvod turbíny uzavře na přívodu šoupátkem DN 400.

Vyvedení výkonu bude do stávající rozvodny .

5. Realizace , poznatky z výstavby

Celá stavební část byla provedena svépomocí - vlastní malou stavební firmou s minimální reží. Realizační dokumentace byla upravována vzhledem k zjišťovaným skutečnostem při bourání původních betonových konstrukcí.

6. Provoz , poznatky z provozu

Soustrojí jsou vybavena úplnou automatikou provozu, spolupracují s přesnou hladinovou regulací, využívají max. možný rozsah průtoků.

Přesná hladinová regulace soustrojí dodržuje zadanou horní hladinu s nejmenšími ztrátami vody.

7. Demonstrační projekt

Demonstrace projektu je v kompletnosti řešení výstavby MVE se zvýšením spádu o 100%, plně automatický provoz soustrojí s přesnou hladinovou regulací, skupinovým regulátorem všech soustrojí a automatickým čištěním česlí.

F. MVE NA VODOVODNÍM PŘIVADĚČI

- MVE ÚPRAVNA VODY HRADIŠTĚ,

zdroj vody : přivaděč surové vody z nádrže Přísečnice
spád $H = 220$ m, průtok $Q_{mve} = 500$ l/s, výkon $P_i = 800$ kW

Místo : k.ú. Hradiště , obec Klášterec nad Ohří
Tok : odběr z nádrže Přísečnice
Okres : Chomutov

Datum projektu: 3.1997

1. Parametry MVE - soustrojí Pelton :

Spád (při úrovni hladiny v nádrži k. 718 m.n.m) a souběhu s turbínou Francis	$H_u = 193$ m
Max. průtok turbíny Pelton	500 l/s
Dosažitelný výkon:	791 kW
Instalovaný výkon:	800 kW
Výroba elektrické energie s \varnothing průtokem 300l/s :	3 924 720 kWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	345 dní

Vyvedení výkonu bude do stávající rozvodny úpravny vody.

2. Původní stav

V elektrárně ÚV Hradiště je instalována turbína Francis s max. průtokem 1200 l/s tj. s průtokem odpovídajícím potřebám vody pro úpravu . Energetické využití vyšších průtoků, možné podle vodoprávního rozhodnutí , nebylo využito především z důvodů energetické situace v době výstavby.

Při výstavbě úpravny vody Hradiště byla na přívodu vody z nádrže Přísečnice realizována vodní elektrárna (objekt 10 - 01), která využívá hydroenergetického potenciálu surové vody na vstupu do úpravny - vysokého tlaku vody při požadovaném množství vody. Technické řešení VE s turbínou Francis vyžadovalo instalaci synchronního obtoku na převádění vody při nutnosti uzavření průtoku turbínou Francis. Pro toto převádění vody bez energetického využití je použit tlumič energie, který sestává z regulačního uzávěru (peltonovy - jehlové dýzy) a tlumící komory s rozražečem. Jeden ničič je synchronně funkčně spojen s regulátorem turbíny Francis a reaguje na změny průtoku turbíny Francis. Druhý ničič je jako záložní.

Řízení průtoku turbíny Francis tj. množství vody pro úpravnu je prováděno dispečersky z dozorny úpravny .

Parametry přívodu vody z nádrže Přísečnice :

Nádrž Přísečnice

- Zásobní užitkový prostor - rozmezí hladin 705,0 až 732,0 m.n.m
Ochranný ovladatelný objem - rozmezí hladin 732,8 až 733,07 m.n.m
- štola o \varnothing 2,0 m délky 6 327 m, tlakové potrubí DN 800 délky 2 754 m,
na začátku potrubí DN 800 je komora uzávěrů se šoupátkem a klapkou
- doba prázdnění a plnění potrubí DN 800 je celkem 4 hod.

- čistý spád -průměrný (suma Q 1500 l/s, Ø úroveň hladiny v přehradě) - Hu = 185 m
- výjimečný (suma Q 500 l/s, max. úroveň hladiny v přehradě) - Hu = 220 m

Kabelová přípojka 22kV a transformační stanice stávající VE vyhovuje výkonem pro soustrojí s turbínou Francis.

3. Koncepce projektu nové MVE

- rekonstrukce MVE ÚV Hradiště je pokračováním původního energetického využití vodního díla.

V nové MVE bude soustrojí s vertikální turbínou Pelton typu HHP, max. - stálý průtok turbíny HHP bude Q = 500 l/s. Turbína je schopna regulovat do Q_{min} cca 30 l/s, požadováno je dokumentovat výkony pro oblast průtoků 500 až 300 l/s. Z hlediska účinnosti generátoru a vztahů ke kompenzaci účinníku je uvažovaný provoz v oblasti 500 - 300 l/s optimální.

Soustrojí MVE s asynchronním generátorem 6kV bude pracovat v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Vertikální Peltonova turbína bude pěti dýzová, dýzy budou ovládány elektroserpopohony Zepadyn. Způsob a vzájemné vztahy otvírání - zavírání všech dýz turbíny bude řešen ve "vnitřní" automaticce soustrojí programově, soustrojí bude mít vstup pro jednoduchý vnější (z dispečinku) impuls pro turbínu ... zavírá - otvírá.

Průtok turbínou bude řízen místně z rozvaděče DT a dálkově z velínu ÚV.

Nyní provozovatel ÚV předkládá projekt rekonstrukce MVE - doplnění další turbíny, pro využití povoleného odběru vody z nádrže v Přísečnici. Nová turbína bude mít max. průtok 500 l/s, tzn. že max. průtok obou turbín (stávající a nové) bude 1 700 l/s.

Do stávajícího prostoru úpravny vody a hydraulického obvodu přívodu vody - strojovny turbíny Francis bude namontována turbína Pelton - HYDROHROM v dispozici podle tohoto projektu.

Projekt řeší rekonstrukci strojovny, kde bude instalována nová turbína Pelton HYDROHROM. Instalace nové turbíny bude provedena s minimálním zásahem do stávající stavby VE. Nová turbína je napojena na stávající přívod vody. Výtok z turbíny Pelton je do stávající komory výtoků turbíny Francis a tlumičů.

MVE bude nyní využívat hydroenergetický potenciál povolených průtoků původního vodoprávního povolení ve vyšší míře než stávající turbína Francis.

Dále projekt řeší nutné SO související s instalací nové turbíny - novou kabelovou přípojku vyvedení výkonu a sdělovacích kabelů a rozšíření stávající trafostanice o novou trafostanici výkonu 1000 kVA. Nová TS bude umístěna vedle stávajících transformátorů.

4. Technické řešení

Na stavebních objektech z hlediska stavebního řízení, tj. vrchní stavba strojovny a vyvedení výkonu, budou prováděny změny charakteru rekonstrukce - rozšíření kapacit.

Nová MVE neovlivní stávající průtokové poměry ÚV, žádné nové objekty související s vodohospodářskou částí stavby ÚV nebudou při rekonstrukci MVE zřizovány, hydraulický obvod přívodu vody a výtoku do úpravny nebo do přelivu bude zachován stávající.

Velikost generátoru, je navržena podle výkonu ze stálého průtoku - stálého provozu, při vyjímecném stavu spádu bude výkon soustrojí přizpůsoben max. výkonu generátoru a jištění (cca 840 kW). Výtok vody z MVE Pelton bude do volné hladiny výtokových komor turbíny Francis.

Soustrojí bude pracovat v automatickém provozu paralelně se sítí, všechna vyrobená energie bude dodávána do distribuční sítě přes stávající trafostanici ÚV. Při realizaci budou splněny podmínky Rozvodných závodů pro spolupráci MVE s distribuční sítí.

Stávající přivaděč (štola, potrubí DN 800) bude provozován ve shodném tlakovém režimu jako se stávající turbínou Francis. Z hlediska rázu nebude nový režim s turbínou Hydrohrom pro potrubí žádný problém. Provozní zavírání turbíny bude " velmi velmi pomalé", rychlost zavírání bude cca 20 mm/min zdvihu jedné dýzy , celková doba zavření - otevření turbíny bude volitelná tak, aby zvýšení tlaku dosáhlo min. přípustné hodnoty. Zavírání lze jakkoliv řídit programově.

Přesné stanovení provozních podmínek pro turbínu bude stanoveno v návrhu Provozního řádu. Program ovládacích rychlostí - zavírání, otvírání, lze upřesnit - nastavit při komplexních zkouškách MVE.

Při odlehčení soustrojí z důvodu výpadku vnější sítě se průtok turbínou Pelton nezmění, turbína se nezavírá. Průtok turbínou během výpadku napětí sítě zůstane na stejné hodnotě jako před výpadkem sítě , tím nedojde k žádným tlakovým změnám v potrubí - k žádným rázovým jevům.

Průběžné otáčky soustrojí HHP neškodí - i dlouhodobý stav v průběžných otáčkách, tyto otáčky jsou u turbíny Pelton nízké a turbína a generátor jsou pro tento stav dimenzovány.

Po obnově napětí v síti se soustrojí automaticky, řízeno programem automatu, uvede do energetického provozu, při respektování všech provozních - tlakových poměrů .

Při mimořádném dlouhodobém odstavení turbíny z provozu (revize technologie) se hydraulický obvod turbíny uzavře na přívodu šoupátkem DN 400.

5. Realizace , poznatky z výstavby

Celá stavební část byla provedena malou stavební firmou s minimální reží. Realizační dokumentace byla upravována vzhledem k zjišťovaným skutečnostem při zemních pracích v okolí stávajících podzemních objektů. Odbočka z tlakového potrubí přivaděče byla provedena v době do 24 hodin. Ostatní stavební práce probíhaly za úplného provozu úpravny.

6. Provoz , poznatky z provozu

Soustrojí je vybaveno úplnou automatikou provozu, ovládání soustrojí je dispečersky z velínu úpravny. Výhodnější pro obdobné výkony generátorů je vodní chlazení, zatím je zajištění vodního chlazení pro střední výkony technologický problém.

7. Demonstrační projekt

Demonstrace projektu je ve využití vyjímecných parametrů hydraulického obvodu tlakového přivaděče. Provoz soustrojí je plně automatický s použitím nejvyššího stupně automatizace.

- MVE VODOJEM JIZERSKÝ

zdroj vody : přivaděč pitné vody vodovodu Liberec
spád $H = 92$ m , průtok $Q_{mve} = 220$ l/s, výkon $P_i = 160$ kW

Místo : k.ú. Liberec
Tok : odběr z VDJ Orion - vodovod z nádrže Josefův Důl - II.stavba
Okres : Liberec

Datum projektu : 3.1998

1. Parametry MVE :

Spád \emptyset	$H_u = 92$ m
Max. průtok turbíny Pelton	220 l/s při $H_u 89$ m
Dosažitelný výkon:	159 kW
Instalovaný výkon:	160 kW
Výroba elektrické energie s \emptyset průtokem 150l/s :	948 060 kWh
Předpokládaná doba provozu v prům. vodném roce:	350 dní

2. Původní stav

Ve VDJ je na přívodním potrubí osazen jako regulační armatura kuželový uzávěr s jednoduchou tlumicí komorou pro regulaci přítoku vody v množství cca 70 až 230 l/s. V regulačním uzávěru je mařena energie průtoku z VDJ Orion při spádu cca 98 m.

Pro regulaci průtoku vody do VDJ bez energetického využití je použit kuželový uzávěr s jednoduchým potrubním tlumičem energie systému voda proti vodě.

Řízení průtoku vody kuželovým uzávěrem do VDJ je prováděno dálkově dispečersky z dispečinku SČVK přes telemetrický systém LAVO. Hladina ve VDJ Jizerský je udržována dlouhodobě v úrovni cca 466,50 m n.m.

Parametry přívodu vody :

VDJ Orion	max. provozní hladina	569,00 m n.m.
	min . provozní hladina	564,00

VDJ Jizerský	max. provozní hladina	467,00 m n.m.
	min . provozní hladina	462,00

přivaděč DN 600	délky	2 200 m
-----------------	-------	---------

Změřené manometrické tlaky ve VDJ Jizerský při průtoku :	97 m -	150 l/s
	95 m -	200 l/s
	93 m -	250 l/s

V blízkosti VDJ je vedeno kabelové vedení 10kV , které bude využito pro vyvedení výkonu z MVE po výstavbě transformovny. Nová transformovna v areálu VDJ je projektována pro potřeby MVE .

3. Koncepce projektu nové MVE

Projekt řeší úpravu armaturní komory VDJ, kde bude instalována nová turbína Pelton HYDROHROM. Instalace soustrojí s turbínou a elektročásti ovládání bude provedena s minimálním zásahem do stávající stavby VDJ. Nová turbína je napojena na stávající přívod vody. Výtok z turbíny Pelton je do stávajícího potrubního systému. Původní přívod s regulačním kuželovým uzávěrem je zachován jako obtok pro případ odstavení soustrojí z provozu.

V MVE bude soustrojí s vertikální turbínou Pelton typu HHP, max. - stálý průtok turbíny HHP bude $Q = 220$ l/s. Turbína je schopna regulovat do Q_{min} cca 70 l/s, požadováno je dokumentovat výkony pro oblast průtoků od 100 l/s.

Soustrojí MVE s asynchronním generátorem 400V bude pracovat v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Vertikální Peltonova turbína bude pěti dýzová, dýzy budou ovládány elektroservopohony Zepadyn. Způsob a vzájemné vztahy otvírání - zavírání všech dýz turbíny bude řešen ve vnitřní automatice soustrojí programově, soustrojí bude mít vstup pro jednoduchý vnější (z dispečinku) impuls pro turbínu ... zavírá - otvírá.

Průtok turbínou bude řízen dálkově z dispečinku a místně z rozvaděče DT1.

Soustrojí bude pracovat v automatickém provozu paralelně se sítí, všechna vyrobená energie bude dodávána do distribuční sítě přes novou trafostanici 0,4/10 kV. Při realizaci MVE budou splněny podmínky Rozvodných závodů pro spolupráci MVE s distribuční sítí.

Stávající přivaděč (potrubí DN 600) bude provozován ve shodném tlakovém režimu jako se stávajícím regulačním uzávěrem. Z hlediska rázu nebude nový režim s turbínou Hydrohrom pro potrubí žádný problém. Provozní zavírání turbíny bude "velmi velmi pomalé", rychlost zavírání bude cca 20 mm/min zdvihu jedné dýzy, celková doba zavření - otevření turbíny bude volitelná tak, aby zvýšení tlaku dosáhlo min. přípustné hodnoty. Zavírání lze jakkoliv řídit programově.

Při odlehčení soustrojí z důvodu výpadku vnější sítě se průtok turbínou Pelton nezmění, turbína se nezavírá. Průtok turbínou během výpadku napětí sítě zůstane na stejné hodnotě jako před výpadkem sítě, tím nedojde k žádným tlakovým změnám v potrubí - k žádným rázovým jevům.

Průběžné otáčky soustrojí HHP neškodí - i dlouhodobý stav v průběžných otáčkách, turbína a generátor jsou pro tento stav dimenzovány.

4. Technické řešení

Na stavebních objektech armaturní komory VDJ, nebudou prováděny žádné změny.

V MVE je instalováno soustrojí s turbínou HYDROHROM Pelton - HHP, s jmenovitým výkonem generátoru 160 kW.

Soustrojí MVE s asynchronním generátorem 400V pracuje v automatickém bezobslužném provozu paralelně se sítí. Vertikální Peltonova turbína je pěti dýzová, dýzy jsou ovládány elektroservopohony Zepadyn.

Průtok turbínou je řízen dálkově z dispečinku a místně z rozvaděče DT1.

Přívod vody na turbínu - potrubí DN 350 je napojeno odbočkou na stávající potrubí DN 500 přívodu v místě za vstupem do arm. komory.

Na odbočce k turbíně je uzávěr ruční klapka DN 350 pro možnost uzavření hydraulického obvodu potrubí a turbíny. Ruční uzávěr je z důvodů min. četnosti zavírání. Na výtokovém potrubí DN 600 bude ruční klapka DN 600.

V případě odstavení MVE z provozu je přívod vody do VDJ zabezpečován stejným způsobem jako doposud. Kuželový regulační uzávěr bude řízen systémem LAVO na požadovaný průtok. Volbu způsobu přívodu vody (zda přes MVE nebo přes kuželový uzávěr) lze volit dálkově z dispečinku .

Ztrátové teplo z generátoru MVE (až cca 7 kW při max. výkonu) bude temperovat prostor armaturní komory.

Veškeré stavební a montážní práce byly prováděny za provozu VDJ. Pouze napojení odboček bude provedeno za krátké odstávky VDJ, odstávka bude dohodnuta s dispečinkem SČVK .

Turbína HYDROHROM typu Pelton je vertikální v monobloku s generátorem. Oběžné kolo turbíny je nasazeno přímo na hřídeli generátoru. Vysoká životnost a odolnost turbíny je dosažena použitím vysoce kvalitních nerez ocelí na lopatky oběžného kola, ústí trysek a regulační jehly.

Kompletní soustrojí sestává z částí:

- turbína

oběžné kolo - materiál nerez ocel jakosti 17 346,

turbínová skříň vel. \varnothing 1250 mm, výšky 500 mm,

z konstrukční oceli jakosti 11 423, 11 373

dýzy s regulačními mechanismy elektromotorickými

trysky, jehly a ovládací táhla, z nerez oceli 17 346

servopohony ZEPADYN typ. č. 524 60 02 10, 220 V, s odporovým vysílačem polohy,

přestavná rychlost 20 mm/ min, s topným odporem, krytí IP 54

- kotevní rám pro turbínu , dimenzovaný pro přenos sil působících na turbínu do nosné podpěry

- třífázový asynchronní generátor vertikální s kotvou nakrátko

160 kW, 1010 ot/min, jmenovité napětí 400 V

typ G 355-06, krytí IP 44, $\eta_g = 93 \%$,

Součástí turbíny jsou elektromechanické servopohony Zepadyn od výrobce ZPA Nová Paka pro polohování regulačních jehel trysek. Každá tryska má vlastní servo a tím je zajištěn velmi pomalý náběh soustrojí do provozu (bude se najíždět pouze jednou tryskou a postupně se budou otevírat další trysky). Servopohony jsou standardně osazeny polohovými a momentovými spínači včetně odporového vysílače polohy. Soustrojí je možno provozovat v libovolné kombinaci otevření trysek.

Soustrojí pracuje v automatickém provozu paralelně se sítí s regulací výkonu - průtokem, podle povelů obsluhy ÚV .

Soustrojí je konstruováno pro možnost dlouhodobého převádění průtokem (časově bez omezení) přes odlehčenou turbínu při výpadku napětí v síti.

Konstrukce turbíny splňuje požadavky na bezpečný provoz z hlediska použití na systémech rozvodů pitné vody , obdobná turbína je provozována na vodárenském řadu Popradského vodovodu, jiná malá turbína na úpravně vody Herlíkovice .

Státní zdravotní ústav (vydal odborné posouzení dne 2.9.1997) schválil z hlediska zdravotní nezávadnosti použití turbíny Pelton - Hydrohrom v trubních systémech distribuce pro pitnou vodu .

Nová MVE neovlivní stávající průtokové poměry přivaděče, hydraulický obvod přívodu vody a výtoku do zásobních komor VDJ bude zachován stávající.

Po obnově napětí v síti se soustrojí automaticky, řízeno programem automatu, uvede do energetického provozu, při respektování všech provozních - tlakových poměrů .

5. Realizace , poznatky z výstavby

V realizaci MVE bylo minimum stavebních prací, pouze základové bloky. Odbočka z tlakového potrubí přivaděče byla provedena v době do 24 hodin. Ostatní práce probíhaly za úplného provozu VDJ.

6. Provoz , poznatky z provozu

Soustrojí je vybaveno úplnou automatikou provozu, ovládání soustrojí je dispečersky z velínu vodáren.

7. Demonstrační projekt

Demonstrace projektu je ve využití parametrů hydraulického obvodu tlakového přivaděče, návratnost MVE je relativně krátkodobá. Provoz soustrojí je plně automatický s použitím nejvyššího stupně automatizace.

G. ÚPRAVA STARÉHO SOUSTROJÍ NA PLNĚ AUTOMATICKÝ BEZOBSLUŽNÝ PROVOZ

- MVE BENEŠOV U SEMIL,

dvě turbíny Kaplan vertikální, synchronní generátory

řeka Jizera, spád $H = 5,26 \text{ m}$, průtok $Q_{mve} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$, výkon $P_i = 446 \text{ kW}$

1. Cílem rekonstrukce soustrojí MVE je bezobslužný automatický provoz soustrojí paralelně se sítí, s řízením průtoku - výkonu, turbín přesnou hladinovou regulací podle okamžitého průtoku řeky u jezu, v součinnosti se zabezpečovací automatikou.

Soustrojí bude rekonstruováno, vybaveno novými komponenty a zařízením tak, aby splňovalo podmínky výše uvedeného provozu, s garancí dlouholetého provozu bez nutnosti oprav a úprav a s garancí ekologické nezávadnosti. Ekologická nezávadnost je stanovena jako nulový únik mazacích a ovládacích kapalin (olejů) na povrchy zařízení a do vodního prostředí. Případné chladicí okruhy budou s nepřímým okruhem chlazení.

Zadání je podáno formou specifikace rozsahu a zásad rekonstrukce s upřesněním specifikace u zařízení a dílů, které jsou zásadní pro úroveň nebo spolehlivost technického řešení. Pokud nabízející ze své praxe doporučuje jiné řešení technické, nebo zná příznivější cenovou úroveň zařízení technicky ekvivalentního, navrhne své řešení jako alternativní.

Soustrojí budou pracovat s max. energetickým využitím daných spádů a průtoků tzn.
- s přesnou hladinovou regulací, která bude zaručovat co nej přesnější dodržení zadané úrovně hladiny přelivu Q_{SAN} přes jez, s programovatelným systémem optimalizace řízení provozu
- s minimální poruchovostí a nárokem na odstávky z titulu provozních zásahů údržby
- s minimální energetickou ztrátou od vlastní spotřeby

2. Stávající stav zařízení soustrojí

Strojnětechnologická část,

Ve strojovně jsou instalovány od roku 1947 dvě soustrojí s vertikálními turbínami Kaplan výrobce ČKD Praga - Praha Vysočany. Koncepce turbín je (výrobní dokumentace) z roku 1943.

Vertikální Kaplanova turbína je přímo spojena se synchronním generátorem, je ovládána regulátorem otáček .

Každé soustrojí sestává z částí :

- vertikální Kaplanova turbína s uzavíratelným rozváděcím kolem ovládaným horním regulačním kruhem v kašně, táhly a regulačním hřídelem umístěným ve spirální kašně. Hřídel RK je natáčen servomotorem umístěným v regulátoru RO III, hydromotor má zadní pístnici s pohybovým šroubem pro ruční manipulace.
- oběžné kolo s komorou OK, kužel savky je již proveden betonový. Servomotor OK je ve spojce hřídelů, v náboji OK je pohybový pákový mechanismus lopatek OK. Regulace OK je přes rozdělovací hlavu, princip dvojího tlaku na píst servomotoru.
- hřídel turbíny a generátoru s ložisky. Spodní vodící ložisko turbíny je kompozitové kluzné mazané plastickým mazivem. Vodící ložisko generátoru je kluzné mazané olejem vlastním oběhem z rotující nádoby. Závěsné ložisko je s kuželovým valivým ložiskem, ložisko je ponořeno v olejové lázni.

- synchronní generátor pracuje s napětím 550 V. Stator generátoru tvoří zároveň podpěrnou konstrukcí pro závěs soustrojí, rotor generátoru je nasazen na tělese náboje setrvačnicku. Věvec setrvačnicku, na šikmých ramenech od náboje, je pod generátorem. Na obvod věnce působí brzda. Brzda je ruční, tlakové medium je vazelína.
- budič generátoru je nasazený nad závěsné ložisko soustrojí
- zabezpečovací zařízení - „odstředivý vypínač“
- rozdělovací hlava servomotoru OK

Parametry turbíny :

Turbína, podle výkresu výrobce

spád	H	=	5,26 m
průtok	Q	=	5,0 m ³ /s
otáčky	n	=	300 ot/min
výkon	P _T	=	302 ks (222 kW)
Ø OK 1175 mm, turbína je levotočivá			

Dosahované výkony podle sdělení obsluhy :

Jedna turbína v provozu	Pg max cca	225 kW
Obě turbíny v souběhu	Pg max cca	385 kW

Tzn. že max. hltnost turbíny je cca $225 / 171 \times 4,7 = 6,1 \text{ m}^3/\text{s}$

- turbína je ovládána hydraulickým regulátorem otáček typu RO III - Praga, s mechanickým roztěžníkem, pro regulaci rozváděcího kola a pomocným agregátem regulace oběžného kola. Regulátor RO III a pomocný agregát OK mají samostatné náhony svých ČA, dále má RO III samostatný náhon roztěžníku. Vazba mezi RO III a pomocným agregátem OK je hřídelem s vačkou. Regulátory pracují se stálým dočerpáváním tlaku ovládacího oleje.

Zdroj regulační práce je ve stálém náhonu čerpadla tlakového oleje převody od hřídele turbíny a v malé akumulaci regulační práce ve větrníku stojanu regulátoru RO III. Nutná regulační práce pro úplné zavření RK je cca 350 - 450 kgm, kapacita regulátoru je (podle výkresu) cca 500 - 700 kgm (pro perfektní stav regulátoru). Možné najetí turbíny do provozu po odstavení, a po chvíli klidu, není regulátor schopen ve stávajícím provedení zajistit.

Náhony regulátoru (RO III a agregát OK) představují stálou vlastní spotřebu o výkonu cca 1 kW.

Vtok betonových spirál turbín je hrazen smykovými stavidly s horním prahem, s elektromotorickým ovládáním. Stavidlové desky jsou dřevěné, velikost hrazeného profilu je v. 2,1 x š. 4,08 m. Stavidlové desky jsou nyní nové. Spirála má v nejnižší části vypouštění do savky. Ovládání vypouštěcího ventilu je z prostoru podlahy u generátoru.

Ve strojovně je ruční jeřáb nosnosti 10 t, rok výroby jeřábu 1871.

Pevný jez s korunou délky 39 m má na pravé straně u vtoku náhonu šterkovou propust hrazenou dřevěným stavidlem š. 3,5 m, výšky 2,7 m. Stavidlový mechanismus je ruční.

Zhodnocení stavu a parametrů turbín (stav 10. 1996)

Soustrojí jsou ve stavu odpovídající jejich stáří (1947 - 1997) 50 ti let v provozu, bez zásadních úprav a oprav. Technická úroveň řízení provozu zůstala v původní koncepci řízení provozu stálou obsluhou. V roce 1967 byla projektována úprava soustrojí - doplnění poruchovou automatikou, nebyla však provedena.

Soustrojí neumí při výpadku napětí- zátěže, se samo úplně zavřít. Přivře a udrží se na volnoběžných otáčkách. MVE není vybavena hladinovou regulací, zabezpečovací a provozní automatikou podle současných požadavků, je proto nutná stálá přítomnost obsluhy.

Turbína dosahuje svého skutečného max. výkonu ($P_g = 225 \text{ kW}$) vyšší hltností (cca $Q_T = 6,1 \text{ m}^3/\text{s}$) při nižším skutečném spádu a s účinností již mimo optimum (η_{aT} cca 0,82). Toto je možné změřit jedině přesným měřením specializovanou firmou v úrovni „garanční“ měření turbín. Není to nutné, parametry turbín jsou v úrovni „dobré“.

Bude úkolem dodavatele rekonstrukce turbíny, aby dodržel zadané parametry (současné) při stanoveném rozdílu hladin (spádu), který bude před rekonstrukcí přesně znivelován a ocejchován, také vzhledem ke koruně jezu (provoz s hladinovou regulací bude vztažen k hladině mající základní úroveň na úrovni koruny jezu).

Nyní stanovený sanační průtok přes jez $Q = 1,90 \text{ m}^3/\text{s}$ odpovídá Q_{355} . Tento Q_{SAN} je v souladu s platnými zásadami pro stanovování zbytkových průtoků v toku na derivacích a nebude jeho hodnota zvyšována. Průtoku $Q = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ odpovídá přeliv přes jez (šířka 40 m) výšky 8,5 cm.

Elektrotechnologická část

V elektrárně jsou instalovány dva stroje s nízkonapěťovými vertikálními synchronními generátory, se samostatným pomocným stejnosměrným budičem na jedné ose soustrojí.

Štítkové údaje generátoru a pomocného budiče:

Generátor: Výrobce	Českomoravské strojírny a.s. Praha
Typ	Synchronní generátor
Typové označení	AS10+ 67ABO 121 417
Výkon činný	224kW
Výkon zdánlivý	320kVA
Jmenovitý proud statoru	337
Jmenovité napětí statoru	550V
Kmitočet	50Hz
Účinit	0.7
Otáčky	300 1/min
Spojení	YY
Jmenovité napětí rotoru	60V
Jmenovitý proud rotoru	125A

Pomocný budič:

Výrobce	Českomoravské Kolben Daněk n.p. Praha
Typ	Stejnoseměrný derivační
Typové označení	SB4+ 6DA6
Výkon	10 kW
Jmenovitý proud kotvy	154 A
Jmenovité napětí kotvy	65 V

Otáčky	300 1/min
Buzení	7A

Soustrojí jsou provozována v ručním provozu, kdy je stroj ručně spouštěn, ručně připínán k síti, ručně zatěžován podle nabídky vody a ručně odstavován. V elektrické části je stroj vybaven základními ochranami (např. nadproudovou ochranou), které vypínají vývodový vypínač generátoru. Provoz soustrojí vyžaduje trvalou přítomnost obsluhy, která musí korigovat zatížení stroje a případně i upravit velikost budícího proudu, tak aby udržovala požadovaný účinník 0,95. V případě odpojení elektrárny od sítě povětšinou působí přepětová ochrana, která stroj odpojí od sítě.

Výkon generátorů je vyveden do hlavního nn rozvaděče závodu, kde je elektrická energie spotřebována, v případě nízké spotřeby v rozvodu závodu je energie transformována do sítě VČE přes závodovou transformační stanici.

Vlastní spotřeba elektrárny je napájena z vývodů generátorů, včetně společné vlastní spotřeby elektrárny.

3. Návrh modernizace, návrhy úprav MVE

Strojovna - strojní část

Modernizace MVE podle koncepce jak je uvedeno v kap. 1. *Záměr* nebude vyžadovat rozsáhlé stavební úpravy z důvodu výměny části technologického zařízení. Po demontážích (některých částí) stávajících regulátorů budou upraveny povrchy podlah. Nové čerpací agregáty - ochranné vany ČA, lze montovat systémem na vrtané kotvy do podlahy. Nové připevňovací ocelové konstrukce čidel a snímačů budou připevněny buď na stávající ocelové konstrukce nebo systémem vrtaných kotev.

Úpravy promaštěných povrchů betonů - zdí budou provedeny firmou (subdodávka), která bude garantovat úpravu. V nabídce bude uveden způsob úpravy , subdodavatel a jeho reference z obdobné činnosti.

Automatická regulace soustrojí a MVE bude řízena programovatelným řídicím systémem s dostatečně kapacitním procesorem pro zajištění všech funkcí optimalizující provoz MVE a zabezpečující provoz MVE, včetně čistících strojů česlí.

Řídicí systém bude dodán včetně aplikací umožňující přenosy informací v rozsahu podle dále uvedených požadavků zákazníka.

Ovládání turbíny - regulace, bude rekonstruováno na systém závažové automatiky. V závaží, které bude působit přes páky na rozváděcí kolo turbíny, bude akumulovaná práce nutná pro nouzové uzavření turbíny - RK při všech provozních stavech, a k dobrzdění turbíny. Mechanická vazba mezi RK a OK bude zrušena, vazba bude definována v procesoru řídicího systému.

Regulační systém každé turbíny bude vybaven novým ČA pro ovládání RK a OK. Pomocný regulační agregát OK bude demontován , regulátor RO III regulace RK může být ponechán při využití (přetěsněného) servomotoru RK a uložení reg. hřídele nebo může být nahrazen novým systémem ovládání RK.

ČA systému závažové automatiky může být vybaven malým větrníkem - dusíkovým akumulátorem tlaku na ČA, který bude sloužit jako filtr tlakových špiček při akci čerpadla ČA a jako pomocný iniciátor pohybu závaží na páce při nouzovém uzavření turbíny.

Rozvody tlakového oleje budou přizpůsobeny tlaku podle technického řešení servomotoru RK a OK dodavatele. Je možné nahradit servomotor OK ve spojce hřídele novým servomotorem na konci hřídele (nad budičem), pracujícím s vyšším tlakem nového ČA.

Zabezpečení soustrojí pro nouzové zavření turbíny bude provedeno dvěma zabezpečovacími šoupátky. Jedno bude ovládáno elektricky, impulsem k vedení oleje na zavírací stranu servomotoru RK bude ztráta napětí u ovládacího magnetu, druhé bude jako havarijní od mechanického impulsu zvýšených otáček soustrojí. Přestavení do polohy vedení oleje na zavírací stranu RK může být provedeno přímo mechanicky od odstředivé síly pendlu nebo přes rozvadeč tlakového oleje, který bude ovládán odstředivou silou pendlu.

Snímání otáček soustrojí bude zajištěno dvojím způsobem - vyhodnocováním otáček z rezonance statoru a indukčním snímačem umístěným na hřídeli turbíny. Snímače poloh (táhel, pák) ovládacích RK a OK budou indukční.

Strojovna - elektročást

Základní myšlenka rekonstrukce je, že se nejedná o menší, či větší akci udržbových oprav za provozu, ale že se jedná o zásadní rekonstrukci elektrozařízení elektrárny. Tato rekonstrukce musí přinést vyšší spolehlivost zařízení, uvedení elektrozařízení na úroveň současných provozních a zabezpečovacích požadavků a musí zajistit optimální provozní režim elektrárny.

Vyšší spolehlivost zařízení bude zajištěna použitím nových přístrojů. Při využití stávajících přístrojů budou využity jen ty, které jsou v dobrém technickém stavu a je u nich předpoklad další dlouhodobé dobré funkce, možnosti servisu a jednoduché výměny v případě poruchy. U hlavních technologických zařízení jako je generátor a pod. budou provedeny potřebné práce pro zajištění dalšího provozu. Nové zařízení musí umožňovat i diagnostické funkce pro možnost plánování případných oprav a vyhodnocení vzniku možných závad před vznikem této závady, případně zjištění závady v počátku jejího vzniku.

Pro vyšší zabezpečení provozu odpovídajícího současným požadavkům bude na stroji doplněna řada čidel. V elektročásti budou doplněny elektrické ochrany, které jsou požadovány dle ČSN, rozvodnými závody, tak i potřebami samotného soustrojí. Soustrojí bude vybaveno automatikou umožňující bezobslužný provoz, pouze s pochůzkovou službou.

Provoz soustrojí v elektrárně bude řízen hladinovou regulací zahrnující i skupinové řízení strojů. Znamená to, že stroje budou spouštěny a regulovány hladinovou regulací podle nabídky vody v řece zcela automaticky nezávisle na obsluze. Skupinový regulátor bude zajišťovat zachování sanačního průtoku řekou s maximální přesností a bude rozdělovat zatížení mezi oba stroje tak, aby vždy stroje byly provozovány s největší účinností MVE při daném průtoku vody.

Technologicky je elektrárna rozdělena na dvě soustrojí. Každé soustrojí bude zcela nezávislé. Každé soustrojí bude mít vlastní ovládací a řídicí obvody a silové vyvedení výkonu. Společné části jsou tvořeny pouze skupinovým řízením a společným zařízením strojovny. Při nefunkčnosti většiny společných zařízení, skupinového řízení a pod. a poruše na jednom soustrojí, bude vždy možnost provozovat druhý stroj, který je v pořádku. Toto blokové uspořádání bude použito při celém návrhu elektrotechnologické části.

Elektrárna bude provozována zásadně v paralelním provozu se sítí. Pro paralelní provoz musí být řešena jak strojní, tak elektro část, jak v automatice a řízení, tak i v zabezpečovacích obvodech.

Při rekonstrukci budou demontovány stávající rozvaděče, související kabelové spojení a většina snímačů sloužících pro stávající ovládací část. Demontované rozvaděče budou nahrazeny novými včetně souvisejícího kabelového spojení tak, aby vyhovovaly novým požadavkům provozu a nové koncepci řízení VE. Při rekonstrukci bude provedena i řada drobných dispozičních úprav. Nové snímače budou pokrývat stávající rozsah snímačů s tím, že budou doplněny snímače řady veličin a stavů tak, aby se zvýšilo zabezpečení stroje a informovanost obsluhy o stavu soustrojí. Při návrhu nového řídicího systému a výměně snímačů bude kladen důraz na vysokou spolehlivost a reference na mnohonásobné použití v obdobném provozu.

5. Realizace , poznatky z výstavby

Práce technologických dodavatelů byly provedeny v požadovaných termínech, s tím že jedno soustrojí bylo v provozu max. možnou dobu před jeho rozebráním.

6. Provoz , poznatky z provozu

Automatické oplachy lopatek OK zaručují stálost velikosti výkonu za všech stavů nečistot v řece. Přesná hladinová regulace soustrojí dodržuje zadanou horní hladinu s nejmenšími ztrátami vody.

Nárůst výroby energie proti stavu bez úplné automatizace je cca 15 % .

7. Demonstrační projekt

Demonstrace projektu je v kompletnosti řešení rekonstrukce , s plně automatickým provozem soustrojí s přesnou hladinovou regulací, skupinovým regulátorem obou soustrojí a automatických čističích strojů česlí.