

Postupná modernizace čerpací stanice Stranná

Zkušenosti s provozem regulovaných pohonů vn od ABB

Ing. František Bernat, CSc., produktový manažer, ABB s. r. o.
Ing. Petr Vít, ředitel závodu Chomutov, Povodí Ohře, s. p.

Čerpací stanice Stranná na řece Ohři pod Nechranickou přehradou patří k významným vodním dílům Chomutovska a Mostecka, neboť napájí průmyslový vodovod Nechranice. Ten zajišťuje zásobování celé této oblasti průmyslovou vodou. Od své výstavby prošla čerpací stanice Stranná mnoha přestavbami a modernizací, přičemž k posledním úpravám došlo v roce 2008.

Čerpací stanice Stranná (dále jen jako ČSS) byla vybudována ve dvou etapách – 1. etapa byla dokončena v roce 1970 (ČSS I) a 2. etapa výstavby (ČSS II) skončila v roce 1983. Určitou dobu pracovaly obě části souběžně, v současnosti je ČSS I již zrušena. Od samého začátku byla ČSS určena jako součást zásobovacího systému, který zásobuje průmyslovým vodovodem oblast Podkrušnohoří užitkovou vodou. V poslední době je část kapacity vyčleněna na naplňování vznikajícího jezera Most, díky čemuž vznikne obří vodní plocha pro rekreační účely na místě bývalého povrchového dolu Ležáky.

Čerpání vody začíná u vybudovaného jezera délky 55 m pod Nechranickou přehradou, jenž vytváří potřebné vzdutí před vtoky do ČSS.

Do ČSS proudí voda dvěma kanály s tabulovými uzavěry o rozměrech 3 × 3 m a dále přes hrubá a jemná

česla, která jsou vybavena strojním čištěním.

Původně měla ČSS v době dokončení šest vertikálních čerpadel VD 600 z produkce Sigmuy Lutín. Dvě krajní čerpadla byla poháněna kroužkovými motory Siemens s regulací podsynchronní kaskádou v otáčkovém rozsahu 550 až 730 min⁻¹ ($Q = 550$ až 1 000 l·s⁻¹). To bylo na svou dobu poměrně moderní řešení. Tato čerpadla s jejich pohony jsou však od předposlední rekonstrukce v roce 2001 mimo provoz. Do této rekonstrukce byla zbývající čtyři čerpadla poháněna přímo spínanými 6kV motory Elin o výkonu 1 600 kW při 740 min⁻¹.

Dvě výtlačná potrubí DN 1 200 mm a délky 1,7 km vedou do kopce k přelivovým objektům. V ČSS jsou u zpětných klapek instalovány protirázové ochrany potrubí vybavené větrníky. Od přelivových objektů vede již gravitační vodovod o délce přibližně 20 km potrubím 2 × DN 1 200 do prostoru Mostecka, k nimž před třemi roky přibýly odbočky DN 800 pro napouštění jezera Most. Výškový rozdíl je zde 130 m vzhledem k přelivovým objektům.

Při první významné přestavbě v roce 2001, kterou zajišťovala

firma ABB, došlo k úpravám jak na hydraulické, tak zejména na elektrické části ČSS. V hydraulické části byl instalován nový čisticí stroj na jemných česlech, byla odstraněna dvě krajní regulovaná soustrojí a místo dvou ze čtyř zbývajících čerpadel byla instalována menší a účinnější čerpadla s $Q = 600$ l·s⁻¹ při 1 000 min⁻¹. Dále byla zcela přepracována komora uzavěrů. Rovněž řízení ČSS bylo zcela zmodernizováno instalací nového řídicího systému napojeného na velín vodního díla Nechranice. Tím byl umožněn provoz ČSS pouze s dozorem.

Z elektrického hlediska byla zásadní změnou regulace pohonů. Po rekonstrukci rozvodny 110/6 kV byly na síť 6 kV připojeny přes třívínové transformátory dva vysokonapěťové měniče frekvence ABB ACS 1 000 napěťového typu, a to tříúrovňové, každý o výkonu 1 500 kW.

Jejich nespornou výhodou jsou jednak nízké harmonické generované do sítě a téměř čistě sinusový průběh jak proudu, tak i napětí na svorkách motoru.

Motory zůstaly původní, což bylo výhodné i z mechanického hlediska. Rotory původních čerpadel byly totiž zavěšeny na horních nosných axiálních ložiskách těchto motorů.

Statorové vinutí motorů bylo přepojeno z hvězdy do trojúhelníku, aby se dosáhlo napětí 3,3 kV. Současně však bylo nutné zkontrolovat drážky rotoru s ohledem na zvýšené mechanické namáhání odstředivou silou, neboť zmíněná nová čerpadla menšího výkonu mají otáčky 1 000 min⁻¹. Naopak jsou motory odlehčeny z izolačního hlediska – jsou



Obr. 3. Pohled do strojovny, v pozadí rozvodna vn s měniči



Obr. 1. Historický snímek z výstavby z roku 1967



Obr. 2. Dva vedle sebe stojící vysokonapěťové měniče frekvence ACS 1000

napájeny sinusovým napětím 1,73krát menším, než je jejich jmenovité napětí. Navíc tento typ měniče frekvence nevytváří žádné souhlasné napětí (*Common Mode Voltage*).

Celá ČSS byla koncipována se stoprocentní redundancí. Čerpané množství vody však v minulosti klesalo. Proto při popisované rekonstrukci v roce 2001 byla zvolena liniová koncepce dvou měničů frekvence, přičemž každý napájel přes vn stykače buď velké, nebo malé čerpadlo. Při přepnutí si měniče frekvence změní i příslušnou sadu parametrů.

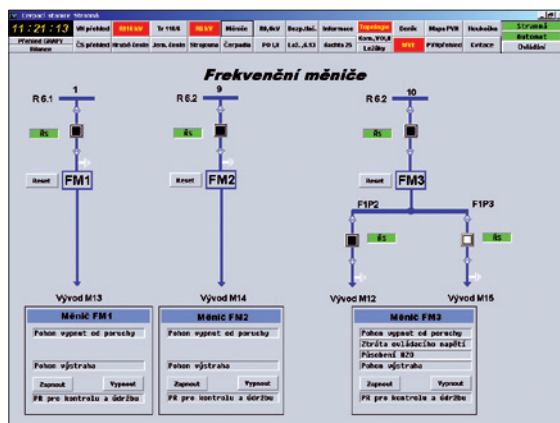
V každé ze dvou vodních cest jsou tak kladen mimořádné požadavky na spolehlivost měniče frekvence a jeho napájecího transformátoru. To se také během provozu v této koncepci plně prokázalo. Kromě plánovaných výměn ventilátorů došlo pouze k poruše jednoho prvku IGCT, který přestal spínat, a byla vyměněna karta regulující dobíjení zálohovacího akumulátoru.

Při provozu zařízení se ukázalo, že v letních měsících při abnormálním horku stoupá teplota v hale motorů a měničů na hodnoty přes 30 °C, a proto se vedení ČSS rozhodlo zásadně rekonstruovat ještě původní ventilační systém a instalovat chladicí ventilátory i na měničové transformátory. Ty však běží pouze při zvýšené teplotě okolí.

Již od přelomu 3. tisíciletí se intenzivně pracovalo na problému zajištění původní lomuvé jámy dolu Ležáky v Mostu, na jejímž okraji se nachází známý přesunutý gotický chrám z původního města Most. Po velmi důkladném zvážení různých možností bylo rozhodnuto o hydrické rekultivaci této jámy a vytvoření velkého rekreačního jezera. Při maximální hloubce kolem 70 m je k zatopení třeba téměř 70 mil. m³ vody. Nejprve se počítalo s využitím řeky Bíliny. Pro její velké znečištění a nedostatečnou kapacitu zdroje, však bylo rozhodnuto právě o využití Průmyslového vodovodu Nechrance. To znamenalo pro ČSS dodávat vodu z Ohře do tohoto umělého jezera po dobu přibližně tří roků. Termín dokon-



Obr. 4. Intenzifikace chlazení transformátorů při vyšších teplotách okolí



Obr. 5. Liniové schéma napájení pohonů podle současného stavu



Obr. 6. Postupné naplňování jezera Most



Obr. 7. Celkový pohled na jezero Most před zahájením napouštění

čení napuštění jezera je plánován na konec roku 2011.

Proto došlo v roce 2008 k instalaci dalšího měniče frekvence, který posílil manipulační variabilitu ČSS a optimalizoval účinnost při různých provozních stavech. Byl opět zvolen modernizovaný měnič typu ACS1000 o výkonu 900 kW.

Zároveň bylo změněno liniové schéma ČSS tak, že dvě velká čerpadla o $Q = 1\,100\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ byla spojena přímo kabelem s původními měniči frekvence 1 500 kW.

Nový měnič frekvence 900 kW byl připojen na původní vn stykače a může pohánět jedno nebo druhé malé čerpadlo o $Q = 600\text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$.

Rovněž tento třetí měnič frekvence se plně osvědčil svou spolehlivostí. Tato řada ji má danou již svou koncepcí minimálního množství výkonových součástek, robustností, nepoužíváním tavných pojistek a vestavěnými hardwarovými a softwarovými ochranami.

ČSS představuje pro několik strategických odběratelů nenahraditelný zdroj vody, a tak bylo v poslední době uskutečněno velmi zajímavé ověření možnosti nouzového napájení pohonu čerpadla z dieselařegátů. Protože dieselařegátor představuje síť o velmi omezeném zkratovém výkonu, vyskytuje se nebezpečí nestability procesu v důsledku nesladěných regulačních zásahů napájeného ařegátů na straně jedné a měniče frekvence na straně druhé. Mechanismus může probíhat tak, že při požadovaném zvýšení mechanického výkonu čerpadla může dojít ke zpoždění regulace paliva do motoru ařegátů. Na nedostatek výkonu reaguje měnič snížením otáček, avšak následně již dochází ke zvýšení dodávky paliva a k případnému přeregulování. Paralelně s tím dochází též k regulačním zásahům v buzení generátoru. Tím se může celá soustava dostat do narůstajících kmitů, které vedou až k výpadku soustrojí.

Proto byla zkouška pečlivě připravována. Byl vybrán dieselařegát renomované značky se jmenovitým výkonem 2 000 kW pro napájení soustrojí o výkonu 900 až 1 000 kW. Mírně byly upraveny rovněž regulační konstanty měniče. Dieselařegát o napětí 400 V byl připojen na přípojnice 6 kV přes opačně zapojený (zvyšovací) transformátor 2 000 kV·A.

Zkouška dopadla příznivě již při prvním pokusu. ČSS je tedy zabezpečena i proti neočekávanému výpadku sítě 110 kV, což se v minulosti za extrémně špatných povětrnostních podmínek již stalo (pád stožáru).

ČSS tak plní v současnosti dva úkoly – jednak dodává vodu pro průmyslové podniky Mostecká a Chomutovská a jednak zatápí jámu znečištěného jezera Most. Jezero je v době zveřejnění tohoto článku již více než z poloviny napuštěno.

Další informace lze získat na internetových adresách:

<http://www.abb.cz>
<http://www.poh.cz>