



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNA DLOUHÉ STRÁNĚ

Michal Toman

Vyšší odborná škola stavební a
Střední průmyslová škola stavební, Praha 1, Dušní 17

Zhruba před měsícem jsem se díval na televizi. Jak jsem tak přepínal programy, tak jsem narazil na jeden zajímavý pořad o vodních elektrárnách v České republice. Toto téma mě tak zaujalo, že jsem si hned půjčil nějaké knihy o malých vodních elektrárnách na území ČR. Zvláště mě pak zaujaly přečerpávací vodní elektrárny. Dozvěděl jsem se, že je v ČR mnoho elektráren tohoto typu, z nichž nejznámější je přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně.

Co se týká využití vody v ohledu energetiky, dle mého názoru je to velmi silný pojem. Lidstvo si ještě nezvyklo využívat obnovitelné zdroje, které jsou mnohem ohleduplnější k životnímu prostředí. Všechny zajímá jen finanční stránka, ale to, že tepelné elektrárny, které sice vyrobí více elektrické energie, vypouští spaliny, které zamořují ovzduší, které my nakonec dýcháme?! Tak to už nikoho moc nezajímá. Podle mne se lidé tváří, že znečištění ovzduší je problém nás všech, ale ve skutečnosti je to zhruba 80% jedno: „Ať se snaží ti druzí, když se nebudu snažit já, tak co na tom?!“ A co jiné typy elektráren? Například jaderné elektrárny. U těchto velice sporných projektů si každý musí vybrat: buď budeme mít dostatek elektrické energie a budeme se bát, že nám někde klidně kilometry daleko bouchne jaderný reaktor, nebo přejdeme na obnovitelné zdroje. Energie sice nebude zprvu takové množství, na jaké jsme byli zvyklí, ale zato se nebudeme muset bát o své bezpečí.

Nemluvě o tom, kam s vyhořelým jaderným palivem.



Jaderná elektrárna Dukovany



VE Dalešice

Na vodních elektrárnách, zejména na přečerpávací vodní elektrárně Dlouhé Stráně, mě zaujalo jak technické řešení projektu, tak i účinnost vodního díla. Vodní elektrárna poskytuje vysoké poměrně vysoké množství elektrické energie a neprodukuje žádné oxidy dusíky, síry, CO₂ ani jiné plynné či pevné odpady. U vodních elektráren jsou sice vysoké pořizovací náklady, ale hotové a kvalitně postavené elektrárny tohoto typu mají velmi dlouhou životnost.

ÚVODEM

Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně (PVE), která spadá pod společnost ČEZ, se nachází na severu Moravy, v okrese Šumperk a je umístěná v Chráněné krajinné oblasti Hrubý Jeseník a je to největší elektrárna tohoto typu u nás. Jedná se o přečerpávání s umělou akumulací. To znamená, že horní nádrž je uměle vytvořená, a že neleží na žádném toku. Vodní ztráty vzniklé například evaporací nebo vsakování nahrazuje voda, která přiteče do dolní nádrže. Dolní nádrž leží na toku řeky Desná.



Pracuje na principu přečerpávání (tzn. přepouští naakumulovanou vodu a roztáčí turbínu). Stavba započala roku 1978 a do provozu byla uvedena roku 1996. Za svůj provoz prošla řadou rekonstrukcí, z nichž největší proběhla roku 2007, kdy bylo nutné vyměnit asfaltové těsnění. Elektrárny tohoto typu nejsou u nás v České republice tak rozšířené jako například malé vodní elektrárny. Podobná zařízení bychom našli například v Dalešicích, Štěchovicích nebo na Šumavě. Hlavním kladem PVE je to, že je zde největší možnost uchovat přebytečné množství energie pro chvíle, kdy energie bude nedostatek. Například u tepelných a jaderných elektráren je množství produkované energie během dne měnitelné jen velmi omezeně.



Přečerpávací vodní elektrárna má několik částí. Dvě hlavní části tvoří nádrže, kde je shromažďována voda, která roztáčí turbíny. Dále jsou to turbíny a tlakové převaděče.

Elektrárny tohoto typu pracují na přečerpávacím principu. Znamená to, že se naakumulovaná voda přepouští z jedné nádrže umístěné výše (tj. horní nádrž) do nižší nádrže (tj. spodní nádrž). Voda, která se přečerpává, se vede tlakovými převaděči a roztáčí turbínu, která vyrábí elektrický proud.

Každá elektrárna tohoto typu má také několik režimů, z nichž nejdůležitější jsou dva. Čerpadlový a turbínový (dále lidový a kompenzační).

V turbínovém režimu voda samospádem protéká tlakovými převaděči z horní nádrže do spodní a cestou roztáčí turbínu (zejména Francoisovu turbínu) umístěnou většinou pod povrchem. Turbína vyrábí elektrickou energii, která je vedena do sítě nebo je uschována pro noční čerpadlový režim. Turbínový režim probíhá v energetické špičce, tedy přes den, kdy je energie potřeba nejvíce. Čerpadlový režim je v provozu přes noc. V tento čas se voda vytahuje ze spodní nádrže do horní tlakovými převaděči. Čerpadla, která vodu vytahují do horní nádrže, pohání elektrická energie, která byla vyrobena přes den. Tento režim si též můžeme představit jako obrovský elektronický spotřebič.

KONSTRUKCE

Horní nádrž

Horní nádrž je uměle vytvořená vodní nádrž. Leží ve výšce 1 350 m. n. m. a je zde shromažďována voda, která roztáčí turbínu. Tato nádrž má celkový objem 2,730 m³, provozní objem činí 2,580 m³ (čísla jsou uvedena v milionech). Zatopená plocha nádrže je 15,4 hektarů. Celý obvod nádrže je pokryt kameninovým podkladem, na který je kladen vodohospodářský asfaltový beton mezerovitý v celkové tloušťce 10 cm. Na této vrstvě je položen vodohospodářský asfaltový beton hutný v tloušťce 8 cm. Tato vrstva má největší těsnicí účinek. Poslední, zhruba 2 centimetrovou vrstvu, tvoří hydrofobní nátěr.



↓
Horní nádrž

Dolní nádrž

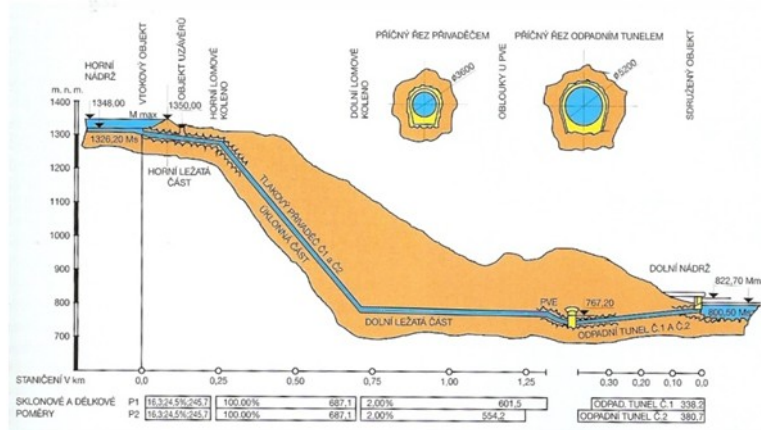


↓
Dolní nádrž

Dolní nádrž typu údolní nádrž leží na toku řeky Desná. Do této nádrže přitéká voda, která je vedena podzemním potrubím přes turbínu z horní nádrže. Roční průměrný průtok touto nádrží je 0,46 m³/s. Hráz nádrže je sypaná kamenná. Nejspodnější a hlavní zádržnou vrstvu tvoří kamenivo frakce 40 a následně šterkodrt'. Stěny nádrže pokrývá vodohospodářský beton asfaltový mezerovitý, vodohospodářský beton hutný a povrch je natřen opět vodě odolávajícím nátěrem. Na vzdušné straně hráze je stejně jako u horní nádrže vysazena vegetace. Dolní nádrž má následující parametry: celkový objem činí 3,405 mil. m³, provozní objem činí 2,580 mil. m³ a zatopená plocha je 16,13 hektarů.

Tlakové převaděče

PVE Dlouhé Stráně obsahuje dva tyto převaděče. Tyto, především ocelové trouby s velkými průměry, mají za úkol převádět vodu z jedné nádrže do druhé a naopak. Pro tyto části elektrárny byly vyraženy tři speciální štoly (třetí sloučí pro komunikační



↓
Řez skalní masivem

účely). Tlakové přivaděče se dále skládají z jednotlivých částí. Jsou to horní a dolní ležaté části, horní a dolní lomová kolena, úklonné části, oblouky před kavernou a přímá část před kavernou (toto jsou párové části). Jedinou nepárovou převodovou částí je odpadní tunel, kterým voda odtéká z kaverny do dolní nádrže. Tlakové převaděče mají stejný světlý profil, ale odlišnou délku. Průměr profilu je 3,6 metrů a délky jsou 1547 a 1499 metrů. Odpadní tunel má Světlý profil 5,2 metrů.

Vodní elektrárna

Soustrojí vodní elektrárny, takzvaná kaverna, se nachází pod zemským povrchem. Důvodem pro podzemní výstavbu byly hlavně ekologické nároky na co nejmenší zásah do krajního rázu okolí PVE. Elektrárna obsahuje dvě Francisovy turbíny FR100. Tato přečerpávací vodní elektrárna má největší instalovaný výkon na území České republiky, výkon činí až 650 MW.

V případě turbínového režimu vodní energii na elektrickou energii převádí dva instalované generátory, umístěny též v podzemní části PVE.

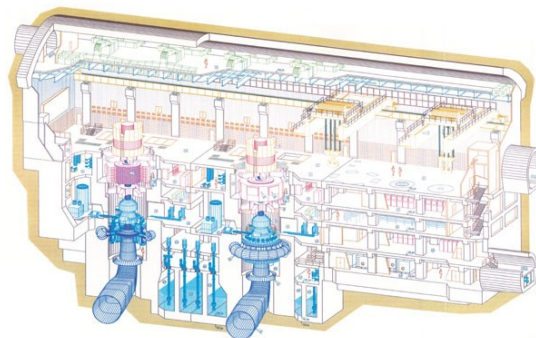
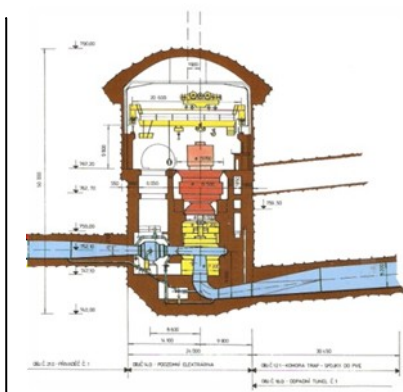
V případě nočního provozu, tedy čerpadlového,

se generátor bez problémů změní na obří motor, který pohání čerpadlo. To pak vyhání vodu zpět do horní nádrže. Tyto dva režimy se přepínají pomocí jednoho velmi silného asynchronního motoru.

Pro případ nouze zde byly vybudovány dvě rezervní jednotky. V případě, že by se něco porouchalo, jsou tyto dvě záložní turbíny schopny se do svého maximálního výkonu dostat za 3,5 minuty. Obě tyto rezervní jednotky mají sice poloviční výkon běžných turbín, tedy 325MW, ale jsou schopny pokrýt jak spotřebu uživatelů v síti, tak i elektrické požadavky na bezpečný chod elektrárny.



Interiér kaverny



Turbíny

	Generátorický chod	Čerpadlový chod
Činný výkon [kW]	320 000	353 000
Jmenovité napětí [V]	22 000 ± 5%	22 000 ± 5%
Kmitočet [Hz]	50	-
Jmenovitý proud [A]	9329	9264

Stručná historie

Při výstavbě bylo nutné vyřešit mnoho stavebních a technických problémů. Například najít vhodné místo pro stavbu tak velkého vodního díla. Jako vhodní kandidáti se ukázala asi 4 místa, z nichž nejvhodnější byl právě skalní masiv Hrubého Jeseníku. Hornina prokazovala výborné vlastnosti pro stavbu vodního díla takového rozsahu. Stavba nejmladší přečerpávací vodní elektrárny započala roku 1978 a do prvního napouštění horní nádrže uplynulo 15 let. Při

stavbě se musely vyrazit tři mohutné tunely pro tlakové převaděče

a mnoho dalších menších tunelů a štol. Musely se postavit dvě obrovské nádrže pro zadržení velké masy vody, postavit podzemní elektrárny, aj.



Stavba Horní nádrže



Stavba Horní nádrže

V roce 1993 se započalo se samotným napouštěním horní nádrže. Po nějakém čase se muselo s napouštěním přestat, těsnění netěsnilo podle předpokladů a voda někde prosakovala. Závada byla odstraněna a s napouštěním se mohlo pokračovat. Elektrárna byla do provozu uvedena 20. června 1996 a náklady na její výstavbu byly spočítány zhruba na 6,5 miliardy korun.

ELEKTRÁNA A JEJÍ OKOLÍ

Dopad na živ. prostředí

Výstavbu PVE doprovázely velké počty demonstrací a protestů. Nejvíce kritizované bylo místo výstavby. Lidé nechtěli, aby se elektrárna postavila na území Chráněné krajinné oblasti. Proto byl tento projekt již od začátku velmi ostře sledován jak odborníky, tak i samotnou veřejností a médií. Velmi silná byla spolupráce mezi Státní ochranou životního prostředí a projektanty. Obyvatelstvo bydlící v těsné blízkosti PVE zastupovala komise z obce Loučná nad Desnou, která byla zvolena lidmi a na plánování a výstavbu měla také velký vliv.

Dopad na životní prostředí také snižuje fakt, že hráze jsou sypané- to umožňuje osazení vegetací. Dále pak řešení architektonických staveb v horském stylu, elektrárna a převaděče jsou umístěny pod povrchem (to zároveň minimalizuje hluk vzniklým provozem elektrárny) a mnoho dalších opatření.

V dnešní době je kritika utlumená. V roce 2005 zvítězila v anketě iDNES "Div Česka" a s počtem kolem 13 000 z celkových 31 000 zvítězila například nad Ještědským televizním vysílačem.

Pozitivní dopad na životní prostředí ČR

Kromě toho, že Česká republika zvýšila výrobu elektrické energie obnovitelným zdrojem, vodou, má Přecherčpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně ještě mnoho dalších výhod.

Spolu s výstavbou PVE byla v okolí obce Loučná nad Desnou zlepšena silniční komunikace a byly vybudovány dvě čistírny odpadních vod. S příchodem dvou čistíren se zlepšila i infrastruktura v dané obci.

S uvedením do provozu byla snížena poptávka po odběru hnědého uhlí. Odběr se snížil až o 613 tisíc tun hnědého uhlí a do vzduchu se vypustilo o 15 tisíc méně kyslíčnicku siřičitého. Lidé také snížili produkci popela od 155 tisíc tun.

Obě vodní nádrže též razantně ovlivňují průběh každoročních povodní a zastupují úbytek vláhy v důsledku odlesnění části určené pro výstavbu.

Dle mého názoru toto vodní dílo razantně zasáhlo do pohledu Čechů na výrobu elektrického proudu ekologickou vodní cestou. Myslím si, že moc lidí neuvažuje: „Odkud je asi tak moje elektrika,“ jako je tomu například u potravin. Lidé se nezajímají o to, jak bylo jejich světlo "vyrobeno". Hlavně, že to svítí. Když už se o takovou problematiku někdo zajímá, mnoho lidí se přiklání spíše ke standardním výrobám pomocí jaderných elektráren nebo elektráren tepelných, ale jsou zde bojovníci za lepší ekologičtější přístup k energetice.



→ Informační centrum

ZDROJE INFORMACÍ

Internetové zdroje:

- Wikipedia.org
(http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%AD_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna_Dlouh%C3%A9_str%C3%A1n%C4%9B)
- Dlouhe-strane.cz
(<http://www.dlouhe-strane.cz/>)
- Cez.cz
(<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/voda/dlouhe-strane.html>)

Knižní zdroje:

- Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně v Jeseníkách
(vydáno skupinou ČEZ)

ZDROJE OBRÁZKŮ

Internetové zdroje:

- Wikipedia.org
(http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%AD_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna_Dlouh%C3%A9_str%C3%A1n%C4%9B)
- Dlouhe-strane.cz
(<http://www.dlouhe-strane.cz/>)
- Cez.cz
(<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/voda/dlouhe-strane.html>)

Knižní zdroje:

- Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně v Jeseníkách
(vydáno skupinou ČEZ)