

Využití mořské energie

Stále více se v dnešní době volá po využívání alternativních zdrojů pro výrobu elektrické energie (slunce, vítr, biomasa apod.), které by měly omezit výrobu tradičními způsoby, tj. v tepelných a jaderných elektrárnách. V posledních 2–3 letech zaznamenala velký rozvoj výroba elektřiny z fotovoltaických panelů. Rozvoj fotovoltaiky je převážně způsoben výrazným dotováním cen takto vyrobené zelené energie ve státech EU, což z tohoto ekologického zdroje udělalo i v Česku tzv. solární byznys. Podívejme se však na jiné způsoby výroby elektřiny, které my jako suchozemský stát nemáme možnost využívat. Je to energie moře a oceánu, kterou lze využít v blízkosti pobřeží. Nejznámějším způsobem využití energie moře jsou přílivové elektrárny, v poslední době navíc započaly i pokusy s využitím energie vln a oceánských proudů.

Historie využití mořské energie

První energetické využití moře se datuje již do doby románské, kdy lidé začali využívat energii slapových jevů. V té době byly postaveny první přílivové mlýny, jejichž princip fungování je shodný s dnešními přílivovými elektrárnami. Přílivové mlýny leží u mořského pobřeží většinou v místě ústí menšího vodního toku, jehož ústí je estuáριοvého typu. To je přehrazeno hrází, za kterou se v době přílivu akumuluje mořská voda. Místo je vždy vybráno tak, aby nebylo pod účinkem příboje, ale aby projevy slapových sil byly dostatečné. V době, kdy nastává odliv, je voda postupně vypouštěna přes mlýnské kolo.

První přílivové mlýny jsou popisovány z Londýna, pocházejí z období románského a nacházely se na řece Fleet. Nejstarší dochovaný přílivový mlýn Nedrum Monastery pochází z roku 787 a byl odkryt při vykopávkách na ostrově Strangford Lough v Severním Irsku. Další příklady nalezneme nejen po celém pobřeží Velké Británie, ale stavba přílivových mlýnů se rozšířila i do mnoha dalších míst s dostatečně vysokým rozdílem mezi přílivem a odlivem. Podle Minchintona (1979) pracovalo na pobřeží Atlantiku celkem 750 mlýnů, z toho asi 300 v Severní Americe, 200 ve Velké Británii a 100 ve Francii.

Přílivové elektrárny

Přílivové elektrárny jsou vybaveny buď horizontálními, nebo vertikálními turbínami. Horizontální turbíny, využívající pohyb vody přílivového proudu, se budují na místech, kde je na mořském pobřeží nějaké zúžení a voda zde nabírá vyšší rychlost. Turbíny jsou umístěny buď v tělese betonové hráze (např. elektrárna La Rance), nebo jsou připevněny na svislých stožárech. Průkopníky tohoto mnohem levnějšího způsobu výroby elektrické energie pomocí přílivových proudů jsou firmy SeaGen nebo skotská společnost Rotech. Výkon těchto turbín je ale mnohem nižší než u turbín v přehradních hrázích. V moři je umístěn stožár, na kterém je vrtulová turbína, podobná větrné elektrárně. Ta se otáčí podle rychlosti a směru proudění, které příliv a odliv vyvolávají. Kolem vrtule se montuje ochranný plášť a síto, aby nebyly ohroženy ryby. V roce 2003 byl v zátocě Lymouth (Devonské pobřeží) spuštěn prototyp jednosměrné vrtule, do kterého se investovalo 6 mil. eur. Díky jeho kladným výsledkům se bude na západním pobřeží Británie realizovat projekt, jehož elektrický výkon bude 8 MW.

Využívání vertikálních turbín je zatím v počátcích. Jedná se o poměrně složitá zařízení, umístěná ve válci, který je kolmo na dno. V něm jsou lopatky či oběžná kola, kte-

rá pohánějí generátor. První velkou elektrárnou mimo pobřeží (je umístěna 300 m od pobřeží) je Stranford Lough v Severním Irsku. Jsou zde instalovány dvě pomaloběžné turbíny o průměru 20 m. I při maximálním odlivu jsou 10 m pod hladinou moře, přičemž jsou schopné využít energii přílivu i odlivu. Výkon je 2 x 600 kW. Do budoucna se plánuje vytvoření farmy s deseti podobnými elektrárnami v řadě, přičemž celkový výkon je projektován na 10 MW a elektřina by měla pokrýt spotřebu deseti tisíc domácností.

V Evropě je vytipováno celkem 106 míst vhodných pro stavbu podobných turbín. V roce 2008 bylo v New Yorku spuštěno 6 turbín o průměru 5 m v mělké vodě, celkový výkon je 175 kW, přičemž v roce 2011 se plánuje zahájení výstavby „farmy“ přílivových turbín o výkonu 10 MW.

Nejznámějšími variantami přílivových elektráren jsou ale klasické betonové hráze, které většinou přehrazují estuáριοvá ústí řek. Voda, která při přílivu protéká přes turbíny v tělese hráze, se zadržuje za hrází ve velkém jezeru, při odlivu vytéká opět přes turbíny zpět do oceánu. Základním požadavkem pro tento typ elektráren je dostatečná výška dmутi mořské hladiny. Ve světě jsou postaveny tři elektrárny, které pracují na výše popsaném principu. Asi nejznámější je elektrárna La Rance, kde výška dmутi dosahuje průměrně šesti metrů. Hráz leží v místě ústí řeky La Rance (obr. 1) do oceánu poblíž města St. Malo a je v ní umístěno celkem 24 horizontálních obousměrných turbín. Přehradní zeď je dlouhá 750 m a 32 m vysoká, velikost přehradního jezera je 20 km². Do plného provozu byla elektrárna spuštěna v roce 1967. Ročně elektrárna vyrobí 450 mil. kWh elektrické energie. Investice do ní byla tak vysoká, že se vložené finanční prostředky vrátily až v nedávné době.

Koncem šedesátých let 20. stol. byla uvedena do provozu další elektrárna, která využívá energii dmутi – Kislaja guba v Barentsově moři poblíž Murmansku s turbínou o výkonu 400 kWh. Jednalo se v podstatě o testovací zařízení s plánovaným rozšířením této technologie na další vhodná místa na pobřeží tehdejšího SSSR. Třetí elektrárna je umístěna v ústí řeky Annapolis v zálivu Fundy v Kanadě (obr. 2) a byla uvedena do provozu v roce 1984. Záliv Fundy je nejznámější svou nejvyšší hodnotou skočného přílivu na světě (17 m).



Obr. 1: Hráz přílivové elektrárny La Rance, ve které se vyrobí elektřina pro cca 300 tis. obyvatel Francie.
Foto: P. Havlíková

V ZORNÉM POLI GEOGRAFŮ

Výkon elektrárny je 20 MW, ročně se v ní vyrobí kolem 30 GWh elektřiny, pokrývá spotřebu asi 4000 domácností. Příliv a odliv se na tomto místě střídá každých 12 h 25 minut, přičemž v tomto období vždy elektrárna přibližně 5 hodin vyrábí energii, asi 7 hodin je potom mimo provoz z důvodu nedostatku vody pro roztáčení turbín.

Na mnoha místech na světě existují projekty na stavbu dalších elektráren, jako příklad uveďme ústí řeky Severn ve Velké Británii (8,6 GWh), Kemberlend (1,15 GWh) a Kobekuid (4,03 GWh) v Kanadě, velké plány s využitím dmутí má Rusko – Merguňský záliv v Bílém moři (52 TWh), Penžinská zátoka (190 TWh) a Tugurský záliv (20 TWh) v Ochotském moři (Thurmanni, Trujillo 2005). Reálně lze v Rusku využít 20 % spotřeby elektřiny z dmутí. O využití energie dmутí uvažují i v Jižní Koreji, Austrálii, Indii či Argentíně. Od zahájení stavby další elektrárny odrazuje investory zřejmě vysoká pořizovací cena hráze i technologie obousměrných turbín, a tím i dlouhá návratnost vložených finančních prostředků. V porovnání s tepelnými či atomovými elektrárnami je však životnost zařízení přílivové elektrárny daleko vyšší, udává se sto let.

Nevýhody přílivových elektráren

Stavba hrází velkých přílivových elektráren (mimořádně značně finančně nákladná) je velkým zásahem do krajiny. Při stavbě přehradních hrází dochází k přerušování tahu ryb, v nádrži se hromadí odpad přinesený řekou do zálivu, mnoho ryb hyne v turbínách elektrárny. Narážíme i na problémy technologické, protože výrobní špička přílivových elektráren často nesouhlasí se špičkou spotřeby energie, nelze ji využívat např. jako špičkovou hydroelektrárnu, ale její běh je přímo závislý na průběhu přílivu a odlivu v daném dnu. Další problém ve využití energie dmутí spočívá v tom, že místa výroby se velmi často nacházejí poměrně daleko od místa následné spotřeby elektrické energie, takže je nutné počítat s vysokými ztrátami při dopravě energie (např. ruské projekty v Ochotském moři). Problémy jsou



Obr. 2: Elektrárna Annapolis při přílivu. Průměrný rozdíl přílivu a odlivu v ústí řeky Annapolis do zálivu Fundy v Kanadě je 7,5 m. Zdroj: Google Earth, foto JD fla.

i s horizontálními turbínami umístěnými na podvodních stožárech. Výrobci horizontálních turbín sice tvrdí, že počet otáček bude maximálně 20 za minutu, konce rotorů však mají vzhledem ke svému průměru při této periodě rychlost kolem 75 km/h, což představuje vážné nebezpečí pro velké ryby.

Využití síly vln

Celková energie vln ve všech oceánech činí nepředstavitelných 342 miliard MJ, přičemž její využití je možné pouze v blízkosti pobřeží. Bylo vypočteno, že každá vlna při pobřeží Velké Británie má nepřetržitě po celý rok na jeden metr délky výkon 50–80 kWh. První pokusy o využití síly vlnění oceánu měly podobu betonových nádrží, s nasávacím hrdlem pod hladinou moře. Soustavou ventilů v nich stlačuje vlnobití vzduch, který vlivem vytvořeného přetlaku pohání Wellesovu vzduchovou turbínu. Většinou se ale využívají plovoucí pontony, energie z nich se kýváním převádí na generátory. Dobrým příkladem je japonská elektrárna Kalimai. Jedná se o cisternovou

lod' se systémem komor, kde vlnami stlačený vzduch opět roztáčí vzduchové turbíny. Celé zařízení je ukotveno nedaleko pobřeží a jeho výkon je 200 kW.

Využití oceánských proudů

O využití síly oceánských proudů se zatím spíše pouze uvažuje. Byla vypracována studie o využití síly Golfského proudu mezi Floridou a mysem Heterras (šířka proudu v těchto místech je cca 100 km), kde rychlost proudění v hloubce činí 3,2 km/h, při povrchu 8,8 km/h a průtok vody je přibližně stanoven na 70 mil. m³/s. Bylo vypočteno, že by bylo možné získat z 1 m³ vody 0,8 kW elektrické energie, přičemž celkový výkon Golfského proudu v těchto místech se odhaduje na 25 tis. MW. Je zde však riziko, že nadměrné využívání energie proudu by mohlo způsobit změnu jeho rychlosti či množství transportované vody. Je nasnadě, že to by mělo dalekosáhlé důsledky pro klima nejen Evropy.

Miroslav Šobr, PrF UK v Praze
sobr@natur.cuni.cz

Utilization of Sea and Ocean Energy. This article presents a short introduction to the topic of utilizing sea and ocean energy to produce electric power. The best known methods for utilizing sea energy are tidal power plants. However, during recent years the first experiments concerning utilization of the energy of waves and ocean currents have begun to appear.

LITERATURA:

- JÚZLOVÁ, J. a kol. (2007): Oceán. Poslední divočina světa. Přeloženo z anglického originálu Ocean vydaného nakladatelstvem Dorling v roce 2006. Euromedia Group, k. s., Praha, 512 s.
KUKAL, Z. a kol. (1990): Základy oceánografie. Academia, Praha, 590 s.
MCERLEAN, T., CROTHERS, N. (2007): "Harnessing the Tides: The Early Medieval Tide Mills at Nendrum Monastery, Strangford Lough", The Stationery Office, UK.
MINCHINTON, W. E. (1979): „Early Tide Mills: Some Problems“, Technology and Culture, Vol. 20, No. 4, s. 777–786
THURMAN, H., V., TRUJILLO (2005): Oceánografie. Computer Press, Praha, 479 s.

APLIKACE DO VÝUKY:

1. Vysvětlíte, co je příliv a odliv včetně příčin vzniku.
2. Povězte, co je to půldenní, denní, hluché a skočné dmутí.
3. Vyhledejte, které státy mají nejvyšší podíl vyrobené elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Které obnovitelné zdroje se nejvíce využívají a kde? Zkuste zjistit, kolik energie se musí vynaložit pro výrobu zařízení umožňujících výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů a jaká je návratnost takové investice.
4. Vyhledejte, kolik elektrické energie vyrobí za rok např. vodní elektrárna Orlík (popř. všechny vodní elektrárny v Česku), a zkuste její množství porovnat s výrobou v elektrárně La Rance ve Francii.