

# Využití energie mořských vln pro výrobu elektřiny

Ing. Karel Kabeš

Protože trvalé změny klimatu se stávají stále větší hrozbou a naznačují i možnou energetickou krizi, mají vedoucí politici Evropské unie rostoucí zájem o to, aby se v evropském energetickém mixu výrazně zvýšil podíl čistých energií z obnovitelných zdrojů. V zemích s přístupem k moři se v poslední době stále více věnuje pozornost možnosti využití energie mořských vln.

Mořské vlny jsou obnovitelným a ekologicky čistým zdrojem energie. Při narážení na strmý břeh uvolňují výkon 15 až 30 kW na každý metr pobřeží a mezi zdroji obnovitelných energií mají jednu z největších hodnot hustoty energie. Podle některých odborníků by mohly přispět ke světové produkci energie objemem až 2 000 TW·h/rok.

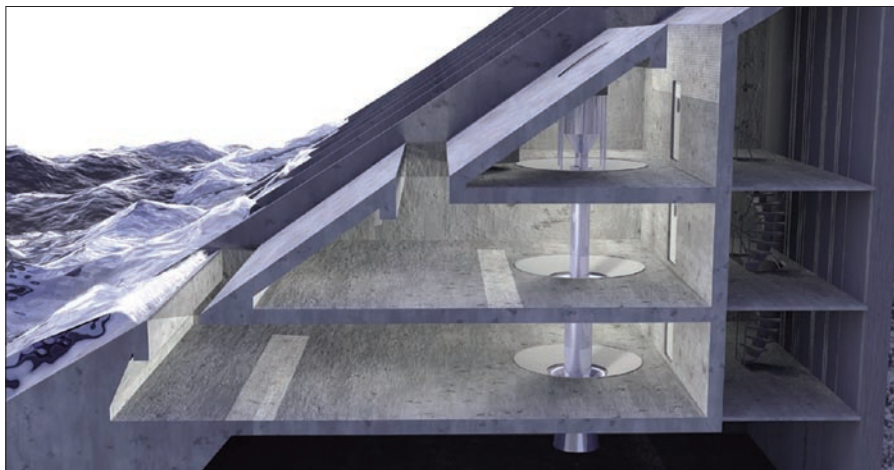


Obr. 2. Příprava modelu přílivové elektrárny

V Evropě jsou vhodnými místy pro využití energie mořských vln zejména břehy Velké Británie, Portugalska, Španělska, Norska a tisíců malých ostrovů ležících před pobřežím. Jedním z možných způsobů využívání energie moře je vlnová a přílivová elektrárna Limpet na pobřeží skotského ostrova Islay, popsána nedávno v časopise Elektro [1].

Zcela jiným způsobem řeší využití kinetické energie mořských vln projekt WaveSSG, finančně podporovaný Evropskou unií [2], jehož hlavním koordinátorem je norská firma Waveenergy AS, která byla k tomuto účelu založena v roce 2004. Cílem projektu je vyvinout a v praxi vyzkoušet konvertor pro využití energie mořských vln SSG (*Seawave Slot-cone Generator*) podle patentu norského inženýra E. Andersena. Členy mezinárodního projektového konsorcia jsou mj. zástupci TU München (Německo), Aalborguniverzity (Dánsko) a Technické univerzity v Oslo (Norsko).

Konvertor SSG je součástí komplexního systému pro využití energie mořských vln. Tento systém se skládá ze tří nádrží uspořá-



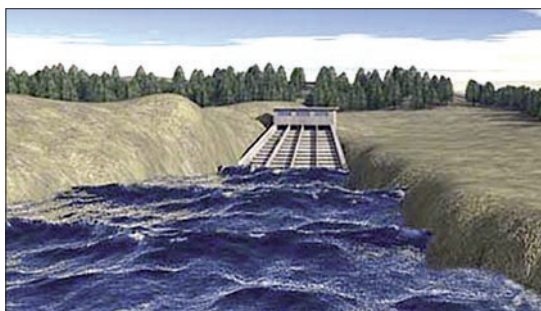
Obr. 1. Třístupňový konvertor SSG pro využití energie mořských vln



Obr. 3. Pilotní projekt konvertoru SSG na ostrově Kvitsøy



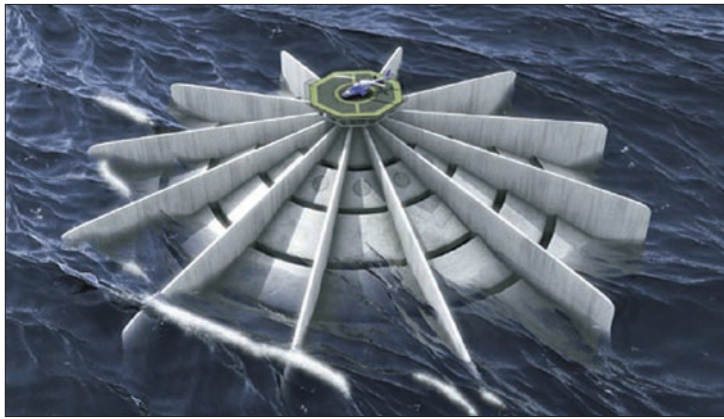
Obr. 4. Přístavní hráz s vestavěnými konvertory SSG



Obr. 5. Konvertory SSG instalované do pobřeží...

daných nad sebou tak, že je vlny při oplachování naplňují mořskou vodou, a ukládají v nich tak svou potenciální energii (obr. 1). Voda vytékající z nádrží potom pohání víceступňovou vodní turbínu o výkonu 200 kW, spojenou s elektrickým generátorem, který obvyklým způsobem vyrábí elektrický proud. Konvertor je postaven jako robustní betonová struktura, ve které jsou hřídel turbíny a šoupátka, ovládající vytékání vody z nádrží, jedinými pohyblivými mechanickými díly systému. Díky třístupňovému řešení se plně využívá velké množství různých vln různé výšky, což umožňuje téměř nepřetržitou výrobu elektrické energie s vysokou účinností. Přitom se pro všechny tři nádrže používá pouze jedna turbína se společným turbínovým kolem, což zaručuje vyšší stupeň využití generátoru a snazší připojení systému na rozvodnou síť. Další výhodou je velká spolehlivost systému, který využívá jen minimální počet pohyblivých dílů a je velmi odolný i proti nepříznivému působení bouří, větrů a slané mořské vody.

Po rozsáhlých laboratorních testech a měřeních na modelech (obr. 2) se projektanti začátkem roku 2006 rozhodli vestavět pro demonstrační účely jeden modul konvertoru SSG do pobřežního vlnolamu na ostrově Kvitsøy (obr. 3).

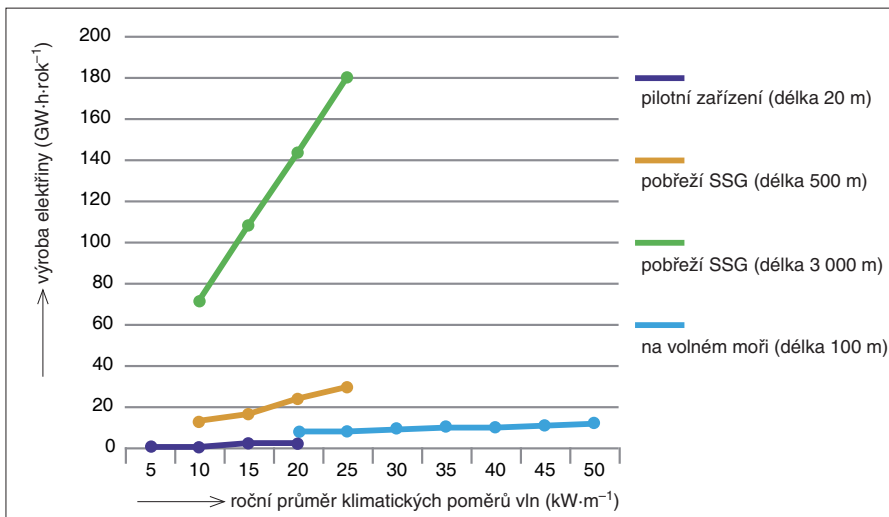


Obr. 6. Konvertory SSG instalované na volném moři

Tento malý ostrov s 520 obyvateli leží před pobřežím Norska nedaleko města Stavanger a na jeho západním pobřeží dosahují mořské vlny průměrného výkonu  $19 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$ . Po pečlivém studiu tamních vln navrhli projektanti prototyp konvertoru tak, aby jeho nádrže byly optimálně přizpůsobeny pro tři typy vln s výškou 1,5, 3 a 5 m. Podle jejich odhadů by mohl konvertor ve zkušebním provozu vyrobit za den elektrickou energii ve výši asi  $200 \text{ kW}\cdot\text{h}$ , což by stačilo k zásobování elektrickým proudem nejméně dvaceti domácností na ostrově. To sice není mnoho, ale je třeba vzít v úvahu, že jde pouze o malé pilotní zařízení vestavěné do hráze o délce 20 m. Výhledově se počítá s tím, že by konvertory mohly být vestavěny do hráze délky až 500 m. Za rok by tak

mohly vyrobit až  $20 \text{ GW}\cdot\text{h}$  elektrické energie, což by již pokrylo energetickou potřebu zhruba 4 000 domácností.

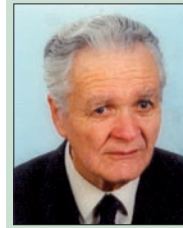
Navržený systém poskytuje nejenom cenově výhodnou elektrickou energii, ale je i velmi flexibilní. Především lze konvertory SSG účelně začlenit do dosavadní infrastruktury přístavních hrází a vlnolamů (obr. 4). Protože při instalaci demonstračního konvertoru připadlo téměř 95 % nákladů na betonářské práce spojené se stavbou hráze, je využití již existujících hrází ekonomicky výhodné a výrazně zvyšuje konkurenceschopnost systému. Konvertory je však možné vestavět také přímo do pobřeží (*onshore installation* – obr. 5) nebo umístit na speciální plovoucí plošinu zakotvenou na volném



Obr. 7. Křivky výkonu pro různé klimatické poměry vln

*This paper discusses wave loadings acting on the Wave Energy Converter (WEC) Sea-wave Slot-Cone Generator (SSG). The SSG is a new type of structure for wave energy conversion based on storing the incoming waves in several reservoirs placed one above the other. The wave forces on the main structure can be estimated using experiences from coastal protection structures, but the differences between the two types of structures are so large that more reliable knowledge on the wave forces is desired. Model tests were carried out to measure wave loads using realistic random 2D and 3D wave conditions. Pressure cells were placed in order to achieve information on impact and pulsating loadings. Data analysis identifies different structure response depending on wall geometry and location. Results discussed here derive from preliminary analysis conducted using only a part of the whole data set. The research is intended to be of direct use to engineers analyzing design and stability of the pilot plant under construction at Kvitsøy Island.*

**Ing. Karel Kabeš**, vystudoval FEL ČVUT Praha, obor slaboproudá elektrotechnika. Léta působil ve vedoucích funkcích v Tesle Strašnice, v Aritmě Praha a v ZPA Čakovice v oblasti vývoje speciální vojenské techniky, počítačů



a průmyslové automatizace. Je autorem několika desítek publikací i mnoha odborných článků v českých i zahraničních časopisech. V poslední době pravidelně publikuje v časopisech Elektro, Automa a Světlo a zaměřuje se zejména na popularizaci průmyslového využití obnovitelných zdrojů energie a moderních automatizačních prostředků.

moři (*offshore installation* – obr. 6). Podobně jako u jiných netradičních technologií na výrobu elektrické energie (jako např. u větru) se ochránci přírody obávají, jaké budou dopady provozu konvertoru pro využití energie mořských vln na životní prostředí. Pro rozptýlení těchto obav zajistilo konsorcium vypracování podrobného, nezávislého rozboru všech možných rizik pro životní prostředí. Z rozboru vyplynulo, že konvertor SSG má na životní prostředí zcela zanedbatelný vliv (asi takový jako jednoduchá přístavní hráz) a hluk turbíny nebude rozhodně rušit živočichy žijící v moři.

Společnost WAVEenergy předpokládá, že prototyp konvertoru SSG i elektrárna budou uvedeny do zkušebního provozu v létě 2008. Přestože zkušební provoz bude vyhodnocován dalších sedm let, očekává se, že již po prvním roce budou k dispozici konkrétní údaje o tom, kolik elektrické energie dokáže zařízení skutečně vyrobit. Celkové náklady na vývoj, stavbu, instalaci a zkoušení pilotního systému jsou odhadnuty zhruba na 3,5 milionu eur. Evropská unie projekt podpořila částkou 1 milion eur v rámci tematické sekce Udržitelný vývoj, globální změny a ekosystémy šestého rámcového programu pro výzkum a technologický rozvoj (RP6). Odborníci unie jsou přesvědčeni o tom, že koncepce konvertoru SSG může zajistit obnovitelné zdroje elektrické energie zejména pro malé obydlené ostrovy, které dosud používají nákladné generátory poháněné naftou či zemním plynem, a snížit tak celkové provozní náklady, včetně ekologické daně za vypouštění  $\text{CO}_2$ .

Podrobnější informace na webové adrese: [www.waveenergy.no](http://www.waveenergy.no)

#### Literatura:

- [1] KOŠTÁL, J.: *Elektřina z měsíce*. Elektro, 2007, č. 10, s. 15.
  - [2] Wellen zur Energieerzeugung. Cordis focus Newsletter, červenec 2007, No. 280, p. 16.
- Obrázky zdroj: <http://www.waveenergy.no>