

Bølger – fremtidens energikilde

af Povl-Otto Nissen

Rundt om i verden arbejdes der for nuværende på op mod hundrede projekter, og der opstår stadig nye idéer. Nogle af de udenlandske, der er længst fremme, er listet op på bølgekraftforeningens hjemmeside www.waveenergy.dk/index.php?page=22&sessionno=&lang=dk . Endnu flere på idéplanet vil kunne ses på adressen http://peswiki.com/energy/Directory:Ocean_Wave_Energy . Et af de udenlandske projekter, der er længst fremme er det britiske Pelamis, der er et slangelignende ponton-system. Systemet har været testet ved Portugals vestkyst, men er nu trukket hjem til yderligere optimering. I sin seneste version består maskinen af fem rørformede pontoner, der er koblete så de kan bevæge sig i to retninger. Energioptagelsen finder sted i hvert af leddene med to hydrauliske pumper, der leverer tryk til en hydraulikmotor, som igen trækker en generator. Se nærmere på www.pelamiswave.com .

Der arbejdes også med vippende hængslede pontoner i Danmark. Der findes to projekter, som begge har opnået offentlig støtte fra Energinet.dk, via støtteprogrammerne ForskEL og ForskVE. De grundlæggende forskelle på de to projekter er bl.a., at DEXAWAVE-maskinen har hydraulisk energiomsætning fra vippebevægelsen, mens Bølgevingen – også kaldet The Crestwing – arbejder med mekanisk energiomsætning til rotation af en generator ved hjælp af en tandstang. En væsentlig forskel er også, at bølgevingens pontonplader er forsynet med ”skørter”. Det får dem til at suge sig fast til vandoverfladen og følge med bølgerne. DEXAWAVES pontoner derimod har runde former og ligger på tværs af bølgens udbredelsesretning og er forbundet med stænger. I 2009 blev DEXAWAVE tildelt miljøministeriets Clean-Tech pris på Herning Messen. Maskinen har været testet i Limfjorden nord for Struer og en udlægning af næste testmodel i Nordsøen ud for Roshagemolen ved Hanstholm er under forberedelse. Se mere på www.dexawave.com .



Til venstre: DEXAWAVE-maskinen i Limfjorden.

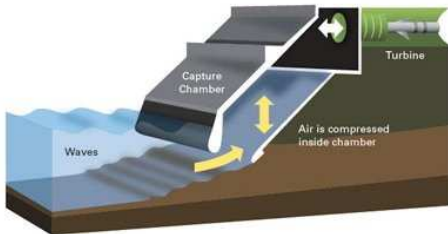
Til højre: En grafik af fremtidig udseende.

Mere om Bølgevingen, The Crestwing, kan ses på hjemmesiden www.waveenergyfyn.dk , hvor der er videoclips af testkørsler på Aalborg Universitet og i Storebælt.

Energi fra bølgeluftpumper

Allerede i 1999 blev den første maskine af OWC-typen, taget i kommerciel anvendelse på Azorerne og senere i 2001 et lignende på den skotske ø, Islay. OWC står for Oscillerende Water Column, hvor de

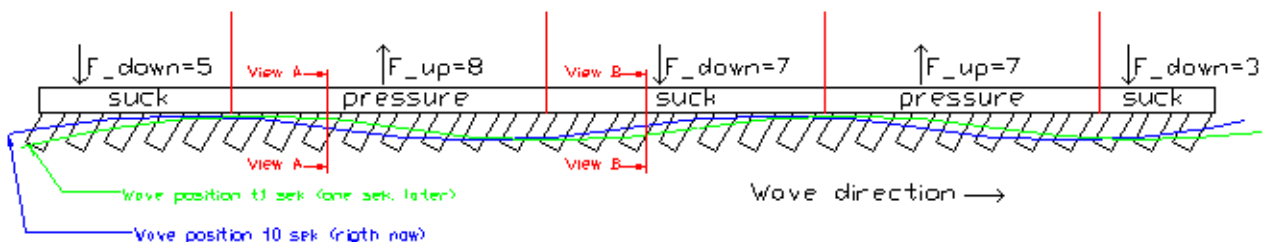
indkommende bølger skaber et skiftende lufttryk over vandet i et kammer, som er bygget ind i klippekysten. Turbinen i væggen er en såkaldt Wells turbine, der løber sammen vej lige meget om luftstrømme går ind eller ud. Anlægget på Islay, kaldet LIMPET, ejes i dag af det tyske firma Voith Siemens.



Til venstre: En grafik, der viser princippet.
Til højre: Bølgeluftpumpen Limpet på Islay.

Når dette projekt nævnes igen, er det fordi, der i Danmark er givet støtte til udviklingen af et bemærkelsesværdigt Multi-OWC-projekt, kaldet MAWEC. Det bygger på den samme idé, men blot med mange skrånstillede cylindriske kamre, hvori bølgen ændrer lufttrykket efterhånden, som den skrider frem langs anlægget. I de cylindriske kamrene er der ventiler, så henholdsvis undertryk og overtryk ensrettes til en samlet trykforskel over turbiner flere steder i anlægget. Som man ser, er anlægget flydende for anker.

$$F_{up} = F_{down}$$



Firmaet Leancon i Kolding har testet maskinen i Kolding Fjord i størrelse 1:40 og har fået Energistyrelsens tilladelse til at langtidsteste den næste prototype i størrelse 1:10 i Nissum Bredning fra oktober 2010. Den vil få 24 meter bølgefront og 16 meter lange arme, der ligger i en vinkel på 100 grader.



Denne testmaskine kommer til at veje 2,5 ton med 104 stk. 80 cm lange og 50 cm brede rør. Det er vigtigt, at armlængden rækker over flere bølgelængder, så anlægget må dimensioneres nøje efter det fremherskende bølgeklima, hvor det anbringes. En fuldskaletestmaskine i Nordsøen vil blive mødt af 240 meter bølgefront og have 8 turbiner fordelt ud over anlægget med en installeret effekt på 4,6 MW.

Billedet: MAWEC testmodellen i Kolding Fjord.

I løbet af dette år er Hanstholm Havn kommet stærkt på banen som det nye testcenter for bølgeenergi, kaldet DANWEC. I den forbindelse påtænker man at udvide havnen mod nord ud til Roshagemolen med en halvanden kilometer lang ydermole. Hele molen skal være et trapeagtigt indskylningsanlæg, hvor vandet fra de indkommende bølger opsamles på "hyldebassiner". Energien udtages ved at vandet ledes ned gennem nogle turbineskakter for hver 100 meter.



Anlægget kaldes SSG (Sea-wave Slot-cone Generator). Projektet er oprindeligt norsk og skulle have været bygget ved den norske kyst, men er blevet forsinket af miljømæssig modstand. Nu bliver det muligvis først lavet i Hanstholm i løbet af de næste 4-5 år, idet der er indgået aftale mellem parterne i marts 2010. Anlægget skulle kunne levere 10 MW.

Afslutningsvis skal vi lige se på **opgave 3**, som blev stillet i artikel 2 om "Måling af bølgeenergi", nemlig hvor meget energi, der var til rådighed ved Nymindegab hen over et døgn. På dronningens fødselsdag den 16. april 2010 viser tallene en middelbølgeeffekt på 10,3 kW/m, hvilket giver 248 kWh energi pr meter bølgefront til rådighed. Man må dog regne med omkring 10 % usikkerhed. Se de målte værdier på www.povlonis.dk/waves/Nymindegab16042010.pdf. Hvis vi tænker os en bølgemaskine som nævnt i opgave 2 med en 3 meter bred flyder, som absorberer 24 % af den til rådighed værende energi, fås 178 kWh absorberet. Med en hydraulisk virkningsgrad på 0,85 og generatorvirkningsgrad på 0,9 ville således omkring 136 kWh være kommet ud af maskinen som elektrisk energi. Det dækker cirka 10 parcelhuses daglige forbrug.

En allersidste opgave: På kystdirektoratets hjemmeside www.kyst.dk er der også et bølgemålepunkt for Hanstholm. I år er temaet for Dansk Naturvidenskabsfestival i uge 39 "Mennesker og maskiner". Lad os se hvor stor middelbølgeeffekten er i Hanstholm hen over de 5 arbejdsdage i uge 39, døgnene mandag d. 27/9 til fredag d. 1/10 inklusive. Det kunne måske være et klasseprojekt. Hvor tæt kan vi mon komme på de 10 MW, som er opgivet for de halvanden kilometer bølgeenergimole?

Jeg sponsorerer en lodtrækning om en kasse sodavand blandt besvarelserne.

I Kystdirektoratets tabeller er tallene opgivet på tekstform med punktummer. Enten må man indstille sit regneark til at kunne regne med dem, eller også må man ændre alle punktummer til kommaer.

God fornøjelse.