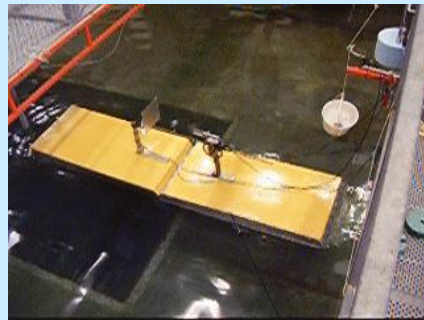


The Crestwing



Oplæg til foretræde for energipolitisk udvalg 8 okt.

Waveenergyfyn Kissendrupvej 15 5800 Nyborg

tlf. 65 36 17 65 mail: bloom@mail.tele.dk

waveenergyfyn.dk

Indhold

Oplæg til foretræde for energipolitisk udvalg 8 okt.	1
Kort om Waveenergyfyn	2
Kort om Waveenergyfyn's relationer til sektoren.....	3
Bølgevingen	4
Testforløb og resultat	4
Det særegne ved bølgevingen	4
Generelt	4
Effektivitet fra bølge til el net	5
Risikoen ved at blive et offentligt projekt.....	6
Udviklingsstrategi(er).....	7
Udnyttelse af dansk now how.....	8
Lindø som laboratorium.....	8
Test bench arrangement.....	8

Kort om Waveenergyfyn

Waveenergyfyn er en selv ejet virksomhed etableret af ingeniør Henning Pilgaard i marts 2008 med henblik på udvikling af bølgeenergianlægs konceptet "Bølgevingen"(The Crestwing).

Henning Pilgaard har de sidste 25 - 30 år arbejdet med udvikling af energiteknologi hovedsagelig udvikling af VE teknologier herunder:

- Kerteminde rapporten(græsrods energiplan)
- Båring Asperup projektet
- Ærø vindmøllepark (0,55 MW)
- Projekt vedvarende energi Bornholm (energiplan, biogasanlæg, halmfyr 1MW lokal prod.vindpark)
- Folkecentret f VE (decentral kraftvarme DK, cilobiogasanlæg, gårdbiogasanlæg)
- Waveenergyfyn (bølgeenergianlæg)

Kort om Waveenergyfyn's relationer til sektoren

Waveenergyfyn ønsker med foretræde for Energipolitisk Udvalg at give udvalget sin vinkel på forholdene indenfor sektoren samt overvejelser over nødvendige tiltag.

Der har været en stigende disharmoni mellem de øvrige aktive projekter og Waveenergyfyn. Disharmonien har været forstærket efter at forsøgene med bølgevingen på Aalborg Universitet, viste dobbelt effektivitet i forhold til, de i bestyrelsen repræsenterede koncepter.

Bølgekraftforeningens bestyrelse + webmaster består for 6/7 vedkommende af personer med tilknytning til Waveenergyfyns konkurrenter.

Waveenergyfyn har selv, indtil dato, været medlem af Bølgekraftforeningen hvor vi har argumenteret for fastholdelse af udvikling af effektive koncepter som målsætning for foreningen. En lang diskussion af virkningsgrad og effektivitet endte dog op med at foreningen definerede virkningsgrad og effektivitet som uden betydning hvilket Waveenergyfyn naturligvis ikke på nogen måde kan godkende.

Nedenstående er et citat fra virkningsgraddebatten af en af alle respekteret medlem af bølgekraft foreningen:

Citat

"Jamen Lars, det er jo ikke de fysiske lovmæssigheder, jeg har problemer med at regne på. Det er først, når vi kommer til pengene. Jeg har set et sted, at du har skrevet, at den eneste virkningsgrad, der betyder noget er kr/kWh.

Skulle vi ikke blive enig om at kalde den for DJØF-virkningsgraden, for den opererer jo kun på markedshavet. (:-) Her synes jeg bare, at den er endnu sværere at få styr på end de andre virkningsgrader.

DJØF-virkningsgradens værdi på markedshavet afhænger jo stærkt af prisen på andre kWh-produktionsmetoder samt politiske afgørelser om feed in tariffer og andre markedsvilkår.

Men man kommer da ikke uden om at skulle beregne og kontrolmåle hvor meget af bølgeeffekten til rådighed, der optages i maskinen og hvorm meget det bliver til i output energi, kWh, i løbet af et år, før man har grundlaget for at beregne kr/kWh ud." Citat slut

Vindkraft eventyret er det altafgørende salgsargument over for investorer og anvendes mere eller mindre ukritisk. Hvis den ineffektive vindmølle Vindrosen i sin tid havde kunnet opnå tilstrækkelig store investorer kunne den tre bladede opdriftsmølle vi kender i dag have været udkonkurreret i 1980'erne. Skulle Vindrosen bygges i MW størrelse ville det kræve et vingearial i skala med en fodboldbane!

Vi har den samme debat i dag indenfor bølgeenergien hvor en række simple skulpeanlæg søger at udkonkurrere opkommende hydrodynamisk designede koncepter.

Gennem årene er der testet mange Storm P projekter gennem et tæt samarbejde mellem Bølgekraftforeningen, AAU bølgetank og Energinet.dk. en positiv indsats som også Bølgevingen har nydt godt af.

Bølgevingen

Testforløb og resultat

Bølgevinge konceptet er testet i AAU's bølgetank i 2008 ud fra en bevilget tilskud på 273 000 kr. fra energinet.dk. Forløbet blev afrapporteret i sept. 2008 hvor der dokumenteredes en års **effektivitet på 31,5 %**

Ud fra forsøgene hen over sommeren 2008 vurderede Waveenergyfyn at der var potentiale for øgning af effektiviteten gennem bla. optimering af skala forholdet (forventning op mod 40 %). Energinet.dk bevilgede yderligere 199 000 kr. til en anden fase. Anden fase afrapporteredes i marts 2009 hvor der dokumenteredes en års **effektiviteter på op mod 50 %**.¹



Testforløbene blev udført af adjunkt Jens Peter Kofoed og Michael P. Antonishen AAU i samarbejde med Henning Pilgaard Waveenergyfyn. Waveenergyfyn fik løbende kopi af de registrerede data således at data forefindes både på AAU og hos Waveenergyfyn.

Der blev gennemført i alt 375 selvstændige test af bølgevingen

Det særegne ved bølgevingen

Generelt

I en fremadskridende bølge er den kinetiske energi (bevægelses energien) lig med den potentielle bestemt ved formlerne $E_{kin} = \frac{1}{16} \rho g H^2$ og $E_{pot} = \frac{1}{16} \rho g H^2$ hvor $E_{kin} = \frac{1}{8} \rho g H^2$ udgør den samlede energi.

¹ **AAU rapport 49 sider sept 2008** "080930, DCE TR 42 Crest Wing WEC, total, duplex print."
Waveenergyfyn rapport 35 sider sept 2008 "Bølgevingen afrapportering 29 sept. PSO 10112".

AAU rapport 34 sider april 2009 "090323, Crest Wing Wave Energy Device, 2nd phase, 1_0"

Waveenergyfyn rapport 36 sider febr.2009 "slutrapport projekt bølgevingen febr 2009".

Alle rapporter kan rekvireres hos Waveenergyfyn (bloom@mail.tele.dk) eller hos energinet.dk

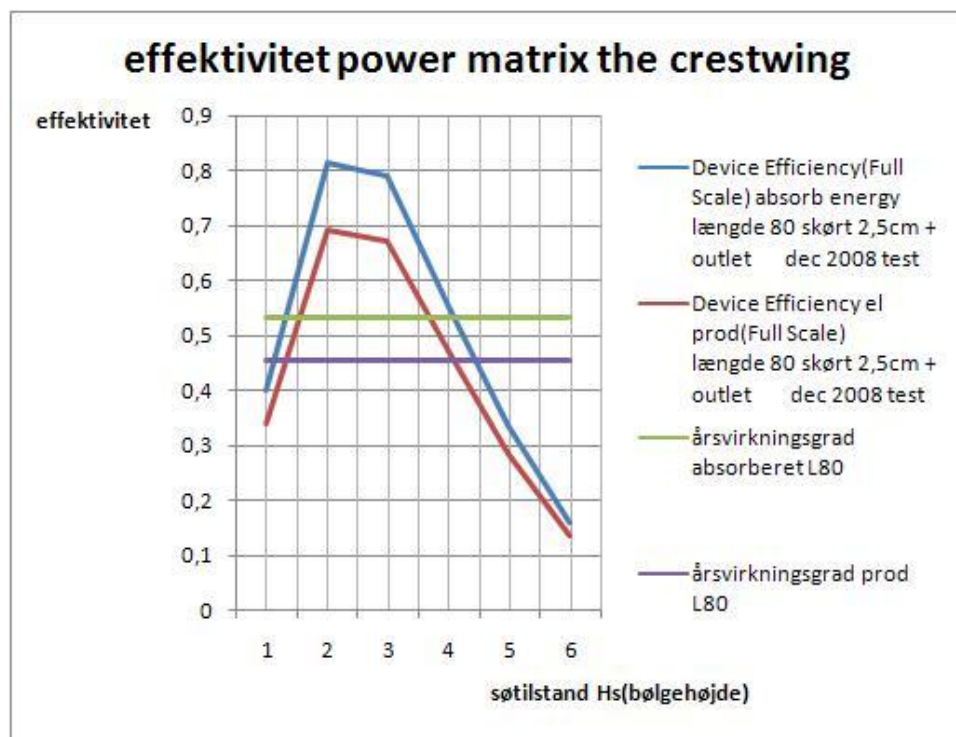
Halvdelen af energien er således potentiel energi og den anden halvdel er bevægelses energi.

Bølgevingen adskiller sig fra konkurrerende flyder koncepter ved ikke bare at udnytte bølgens potentielle energi men også dens bevægelses energi. Konceptets evne til at absorbere bevægelsesenergien blev bekræftet under testforløbet på AAU (Aalborg universitet).

Som det fremgår af effektivitets kurverne udnytter bølgevingen omkring 80 % af den samlede energi ved 2 m og 3 m bølgehøjde.

Anlæggets evne til at udnytte bølgeenergien er blevet eftervist gennem testforløbet i sommeren 2008 og efterfølgende bekræftet gennem test i dec. 2008 med en nyopsætning med nyudviklet model.

Selv om Waveenergyfyn havde forventet en høj effektivitet og udnyttelse af bevægelsesenergien var resultatet overraskende høj.



AAU tænkte traditionel kun i den potentielle energi herunder udnyttelse af anlæggets egenvægt hvilket medførte en omfattende undersøgelse af egenvægtens indflydelse. Resultatet af disse anstrengelser var en dokumentation af at anlæggets egenvægt ikke influerede på effektiviteten.

Waveenergyfyn viste, fra egne test i storebælt, at anlægget udnyttede vægt og bevægelses energien i den underliggende bølge. Under træktest i storebælt trak en model med en egenvægt på under 10 kg med en kraft på over 30 "kg". Projektet drejede sig om at finde den endelige form på konceptet samt at opnå officiel bekræftelse på konceptets ydeevne.

Effektivitet fra bølge til el net

Effektiviteten kan generelt opdeles i den hydrauliske effektivitet(absorberet energi fra bølgen) og iPower Take Off(PTO) effektiviteten(transformering af absorberet energi til elektricitet).

Flyder koncepter anvender traditionelt hydraulisk baserede PTO systemer med en typisk effektivitet omkring 65 % hvor f.eks. vindanlæg benytter mekaniske PTO systemer med en effektivitet omkring 90 %. Da PTO systemets effektivitet bestemmer hvor stor en del af den absorberede energi der nyttiggøres vil et PTO system for bølgeenergianlæg på niveau med vindanlæg i sig selv forøge energiproduktionen med en tredjedel.

Waveenergyfyn havde allerede forud for AAU testen i 2008 udviklet et mekanisk PTO koncept med en beregnet effektivitet som nærmer sig vindkraft systemers PTOér. Testforløbet gennemførtes ved hjælp af PTO dummy som var første trin i udviklingen af et PTO system med en virkningsgrad mellem 85 og 90 %.

Der har været en del kommunikation med energinet.dk omkring udvikling af dette system samt oplæg fra Waveenergyfyn til bygning af test bench til brug for alle koncepter for afprøvning af PTO systemer på land. Waveenergyfyn blev opfordret til at få konkurrerende projekter med i udvikling af et koncept men på trods af ihærdige forsøg var der ingen interesse fra de øvrige projekter.

Waveenergyfyn indsendte herefter en ansøgning til energinet.dk i september 2008 på en første udvikling af PTO systemet som senere kunne anvendes som test bench på AAU. Der blev søgt om et beløb på 200.000 kr. Det er ikke vort indtryk at denne ansøgning er blevet realitetsbehandlet der er således ikke givet nogen skriftlig afslag. I 2008 tildeltes Wavestar 2.692.000 kr. af restmidlerne fra 2008 programmet til analyse af deres PTO problematik.

	Energi i bølge	Absorberet energi anlæg	PTO virkningsgrad	Resulterende virkningsgrad	Sammenligning
	%	%	%	%	
Traditionel flyder med hydraulisk power take of	100	25	65	16,25	1
Traditionel flyder med power take of (niveau vindanlæg)	100	25	90	22,5	1,4
Bølgevingen med power take of (niveau vindanlæg)	100	50	90	40,5	2,5

Ovenstående skematiske opstilling viser betydningen af at der udvikles effektive PTO systemer en udvikling der kan gennemføres fuldt ud på land. Udvikling eller færdigudvikling af PTO systemer on shore kan, lidt provokerende, sammenlignes med at montere og udvikle hovedmaskineri på skibe efter søsætning.

Generelt har udviklingsarbejdet været præget af institutioner som har forstand på de hydrauliske forhold der er mellem bølge og anlæg. Det er vigtigt med tværfagligt samarbejde men lige så vigtig at holde sig grænserne for egen ekspertise for øje.

Risikoen ved at blive et offentligt projekt

Risikoen ved at blive et offentligt projekt er at projektet også bliver offentligt tilgængeligt for plagiat. Bølgevingens høje effektivitet kombineret med dens enkle konstruktion kan der, selv om der er ansøgt patent, ikke ses bort fra en potentiel risiko.

Energinet.dk har fortsat udtrykt vilje til at følge projektet op. Waveenergyfyn har netop pr. 18 sept. 2009 indsendt ansøgning om final test forud for fuldskala prototype(3/4 størrelse af fuldskala nordsøen).

Vi er naturligvis nervøse for at vores projekt kommer i klemme med udviklingen af Wavestar som rent fysisk og økonomisk er meget dominerende.

Hvis bølgevingen bliver tilgodeset vil førnævnte prototype allerede i vinteren 2010/2011 kunne udvikles og udlægges og, hvis den holder hvad den lover, producere el til en fjerdedel af de afregningspriser som Wavestar har fået garanteret. Der vil således opstå en situation hvor der er direkte mulighed for sammenligning af de to koncepter til søs.

I den i september indsendte ansøgning om midler til final test af bølgevingen har vi skrevet følgende om de største forhindringer for projektets gennemførelse:

Den største forhindring ses indenfor personlige relationer hvor nogle af de konkurrerende koncepter har udvidet kontakt til investorer og institutioner.

Allerede investerede midler og prestige giver en betydelig modstand mod nye effektive koncepters gennembrud.

Udviklingsstrategi(er)

Bølgeenergien markedsføres ofte ved sammenligning med vindmølle eventyret. De to dominerende vindmølle producenter Vestas og Simens er begge startet af virksomheder med en relevant produktion i forhold til udvikling af vindanlæg. Udviklingen indenfor bølgeenergien er en anden, ofte baseres og opstartes et projekt af iværksættere for hvem det er lykkedes at overbevise investorer.

Waveenergyfyn har i længere tid kritiseret de udviklingsstrategier der er sat i værk for værende alt for investerings tunge og risikable for både offentlige og private investorer. Udviklingsarbejdet sker i umodne dertil indrettede selskaber hvor der skal opbygges en virksomheds struktur, indhøstes erfaringer og opbygges hierarki. Ind imellem kan man få indtryk af at det er selskabet og antal ansatte der fokuseres på hvilket dog ikke bare er et dansk fænomen(Pelamis).

Blandt resultaterne kan ses tre strandinger alene i Danmark og årelang udviklingsarbejde på uvirksomme PTO systemer hvis problematik for andre har været synlig fra starten osv.

Ved afrapporteringen af bølgevingens testforløb formulerede Waveenergyfyn følgende rammer for en konsekvent udviklings strategi:

Uddrag af Waveenergyfyn's slutrapport

Sammenfattende er konklusionen positiv med et testresultat som viser at The Crestwing koncept er blandt de mest effektive flyder koncepter World Wide. The Crestwing konceptets status efter testforløbet: Konceptet har udviklet sig under testforløbet set i forhold til den oprindelige ansøgning til energinet.dk og erfaringerne med udnyttelse atmosfæretrykket er fortsat centralt i anlæggets funktion. The Crestwing konceptet er en enkelt konstruktion opbygget af to sammenhængslede flydere som nu er veldefineret mht. hoveddimensioner, energiproduktion og effektivitet.

Waveenergyfyn arbejder intens med næste skridt mod en fuldskala anlæg i Nordsøen og har, på basis af års erfaring med udviklingsarbejde blandt andet på værft niveau, overvejet de hidtidige udviklingsstrategier for udvikling af WEC ér.

- *Jeg finder at on-shore faciliteter og udviklings muligheder generelt stoppes for tidligt til fordel for udvikling on-sea medførende lange, risikable og investeringstunge forløb.*
- *Udviklingen af PTO systemer for flyder koncepter kan generelt gennemføres on-shore om ønsket i fuld skala med næsten vilkårligt valgt overbelastning.*
- *Ved udnyttelse af DHI's dybvandsbassin vil selve anlæggene kunne afprøves i, typisk, en skala 1 : 10, før en eventuel udlægning on sea, hvilket er tilstrækkeligt for en endelig afklaring af konceptets videre forløb. Med de tids parametre der er mellem en skala 1 : 1 og en skala 1 : 10 vil et års drift i de fire højeste søtilstand kunne gennemføres gennem få ugers test.*

Udnyttelse af dansk now how

Uden at ønske en kopi af Energistyrelsens Rådgivende Bølgekraftudvalg så er det påtrængende nødvendigt, hvis vi skal med på verdenskortet, med et nyt overordnet fritstående faglig fora. Det nuværende forsknings miljø varetages hovedsageligt af en enkel overbebyrdet adjunkt med speciale i forholdet mellem bølge og koncept. Udover at dette fagområde bør udvides på forsknings siden kan en kvalificeret udvikling ikke sikres uden inddragelse af kapaciteter på de øvrige områder herunder det el-tekniske og mekaniske.

Uden et bredt favnende forsker team risikerer de nuværende og kommende projekter velment pseudo-rådgivning.

Lindø som laboratorium

DHI's testfaciliteter er i underkanten for afprøvning af WECér i skala 1:10 Nordsø niveau. I Waveenergyfyns ansøgning sept. i år sigtes der derfor mod en mindre prototype ca. $\frac{3}{4}$ størrelse af en fuldskala Nordsøen.

Efter ti års arbejde på Lindø, herunder som afdelingsleder for udvikling udrustning, finder jeg det uhyre interessant at værftet er i overvejelse som lab. Der findes to mindre gamle dokke en stor nyere dok . Ved indretning af aktuatorer i et af dokkene vil der kunne etableres en åben bølgebassin med tilstrækkelig testmiljø for såvel WECér og vindanlæg men også for kommende klima afledte teknologier.

For optimering af WECér er det væsentligt at der opbygges professionelle test bench for PTO systemer samt at der er mulighed for gensidig test af PTO og absorber allerede under de indledende test. (forståelsen af dette har været ret begrænset i det nuværende udviklings miljø)

Nedenfor vises en skitse over et test bench arrangement som har været et led i Waveenergyfyns PTO oplæg til energinet dk

Test bench arrangement

Udviklingen af en prøvebænk for PTO systemer kræver at der kan måles og reguleres på både sekundærsiden og primærsiden som vist i eksemplet. I ovenstående koncept foretages der måling på tre niveauer påtrykt bølgeenergi , absorberet effekt anlæg samt produceret energi PTO. Test benchen vil kontinuerlig registrere den hydrauliske virkningsgrad samtidig med PTOéns virkningsgrad

