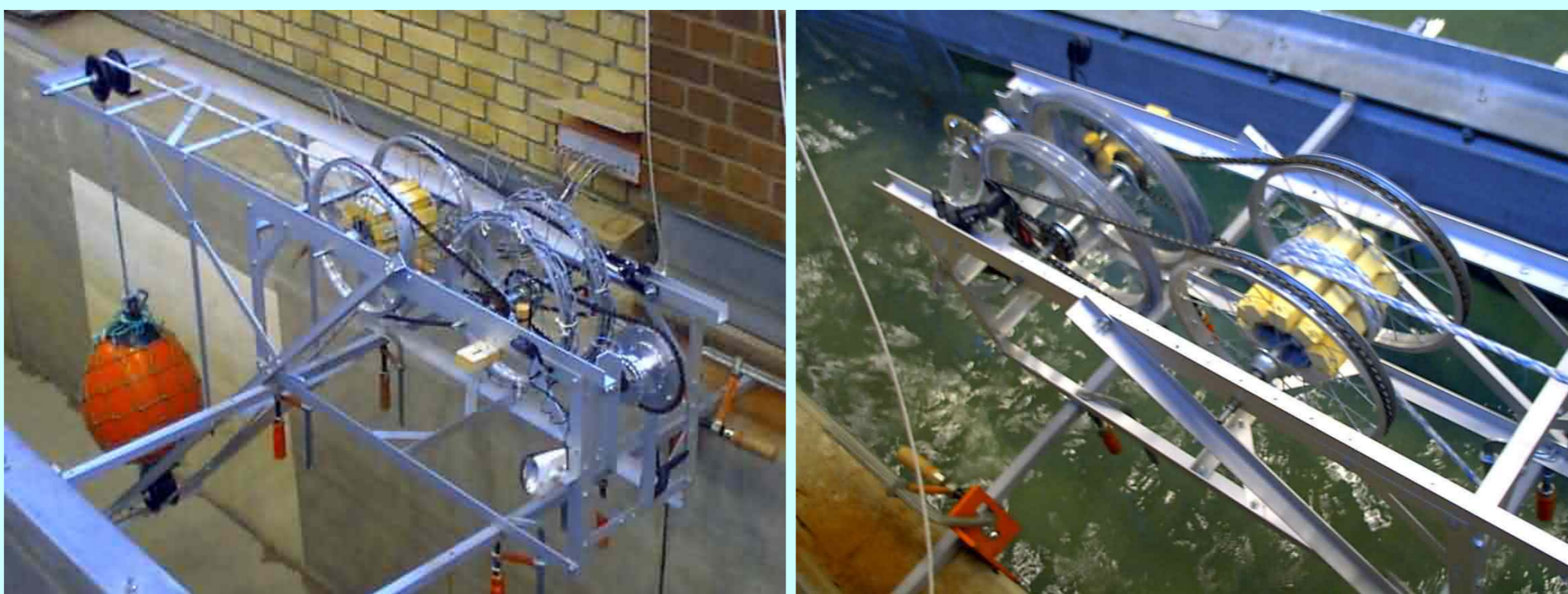


I juli og november 2003 blev WaveSpinner/BølgeRok testet i bølgerenden på Aalborg Universitet. Til venstre ses den før der kom vand i renden. Til højre kører den:



Bølgerendens hydrauliske bølge giver. Minimum trækvalseradius, $r = 3,5$ cm.



Trækvalsens radius kan i den foreliggende model omstilles fra minimum 3,5 cm til 8 cm. Dermed kan man ændre udvekslingsforholdet, men også maskinens følsomhed overfor bølgerne. Rokkehjulets kantradius på modellen er 15 cm. I fremtidig storskala kan udvekslingsforholdet øges væsentligt afhængigt af flyderens masse/rumfangsforhold og maskinfriktionen samt power take of fra generatoren.

Hydraulikken styres fra en computerskærm. Energien lagres i Svinghjulene.



På skærmen ses, at bølgerendens hydraulik her leverer 20 cm høje bølger med en periodetid på 2.24 sekunder. Svinghjulenes omdrejningstæller viser 465 omdrejninger pr. minut, hvilket svarer til en kanthastighed på 26 km/t. På kanten af hvert svinghjul ligger 900 gram inertialmasse, altså tilsammen 1.8 kg. Dette svarer til en energimængde på 47 Joule, der opsamles på ganske få bølgeslag af 20 centimeters højde af en flyder med en vandgangsdiameter på 36 cm og en masse på 2,75 kg.

Beregninger på basis af de givne målinger:

Den autoriserede formel til beregning af bølgeenergi fluxen i kilowatt pr meter bølgefront er

$$P_{inf} = 0,577 H_s^2 T_z \text{ [kW/m]}$$

Med de givne tal indsat fås

$$P_{inf} = 0,577 \cdot 0,2^2 \cdot 2,24 \text{ kW/m} = 0,05169 \text{ kW/m} = 52 \text{ W/m}$$

Da flyderbredden $B = 0,36$ m fås den påtrykte bølgeeffekt i dette tilfælde til

$$P_{inf} = 52 \text{ W/m} \cdot 0,36 \text{ m} = 18,6 \text{ W}$$

Maskinen er dobbeltvirkende, dvs at hhv bølgens opdriftsarbejde på det neddykkede rumfang og tyngdens arbejde på flyderens masse ensrettes. Med en flydermasse på 2,75 kg og forskydningen 0,20 m bliver den absorberede effekt :

$$P_{abs} = (2 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 2,75 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ N/kg}) / 2,24 \text{ sek} = 4,8 \text{ W.}$$

Dette giver en kalkuleret absorbervirkningsgrad på 26%.

Disse målinger er imidlertid baseret på regelmæssige kunstige bølger. Da en flyders slaghøjder i praksis bestemmes af uregelmæssige bølger, omregnes til middelbølgehøjden

$$H_m = H_s / 1,6 = 4,8 / 1,6 \Leftrightarrow P_{abs} = 3 \text{ W.}$$

Det giver en absorbervirkningsgrad i uregelmæssige bølger på 16 %, hvilket er rimeligt godt i betragtning af, at det teoretiske maksimum for en enkelt flyder er 50 %.

Opskalering fra model til fuldskala med Froudes modellov:

Froudes modellov¹⁾³⁾:

Parameter	Model	Full scale
Length	1	s
Area	1	s ²
Volume/Mass/Force	1	s ³
Time	1	SQR s
Speed (linear)	1	SQR s
Power	1	s ^{3.5}

Den aktuelle model:

	Scale 1:20	Full scale
Float displacement	0.20 m	4 m
Float volume	3.66 m ³	49 m ³
Float mass	2.75 kg	22 tonne
P _{abs}	3 W	107 kW
Mechanical Eff.	0.9	0.9
Generator Eff.	0.9	0.9

Da testmodellen er i skala 1:20, vil $P_{abs} = 3 \text{ W}$ med en opskalingsberegning til fuldskala ved hjælp af Froudes modellov¹ svare til $P_{abs} = 107 \text{ kW}$ i fuldskala ved 4 m høje bølger med en flyder på 49 m³ og masse 22 ton.

Da virkningsgraden af maskinens mekaniske transmissionssystem kan sættes til 0,9 og generatorens virkningsgrad til 0,9 fås en $P_{out} = 87 \text{ kW}$

Produktionen af elektrisk energi fra en WaveSpinner enhed

Bølger på omkring 4 meters højde forekommer gennemsnitligt 445 timer årligt på et udpeget standardmålepunkt¹ i Nordsøen 100 km vest for Blåvand. Den årlige energiproduktion alene på cirka 4 m høje bølger vil således blive **38,7 MWh/år** det pågældende sted. Dette gælder en enkelt fuldt fungerende WaveSpinner-enhed, som fleksibelt kan sammenbygges med flere enheder til et større anlæg.

En opgørelse over den samlede energiproduktion over hele bølgespektret vil afhænge af flyderstørrelse² og form i det fremherskende bølgeklime på den udvalgte position, hvor anlægget anbringes. Der arbejdes på at dække så stort et spektrum som muligt.

Referencer:

1. [Fakta om Bølgeenergi](#)
2. [Absorptionsbredde](#)
3. [IEA Ocean Energy Systems Annex II Report 2003](#)