

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Energiewinning op zee

Green energy out of the blue?

ir. Pieter Mathys
Prof. Dr. ir. J. De Rouck
(Pieter.Mathys@UGent.be / Julien.DeRouck@UGent.be)

2

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Inhoud

- Voorstelling AWW-Ugent
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- Golven en stromingen ??
- Energie convertoren
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- Milieu-effecten en Kosten?
- Besluiten

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3

Inhoud

- **Voorstelling AWW-Ugent**
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- Golven en stromingen ??
- Energie convertoren
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- Milieu-effecten en Kosten?
- Besluiten

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4

1) AWW - UGent

- Afdeling Weg- en Waterbouwkunde
 - **Kustwaterbouwkunde**
 - Wegen
 - Bruggen
 - Onderdeel van vakgroep Civiele Techniek
- <http://awww.ugent.be/>
- Technologiepark 904, 9052 Zwijnaarde.

5

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

1) AWW - UGent

- Ontwerp, constructie en monitoring van kust(verdedigings)structuren:
 - Golfbrekers (stortsteen of deklaagelementen)
 - Dijken (ondoorlaatbaar)
- Onderzoek op de structurele interacties:
 - Hydraulische stabiliteit van HARO ©
 - Drukopbouw en verloop in poreuze stortsteen golfbreker
 - Golf oploop op golfbrekers en dijken
 - Golf overtopping
- **Integraal onderzoek (de 'Drievuldigheid')**
 - Metingen op prototype
 - Fysieke modellering (labo: golfgoten)
 - Numerieke modellering (PC)
- **Golfenergie en (getijdenenergie)**

6

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

1) AWW – Ugent: prototype meting



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

7

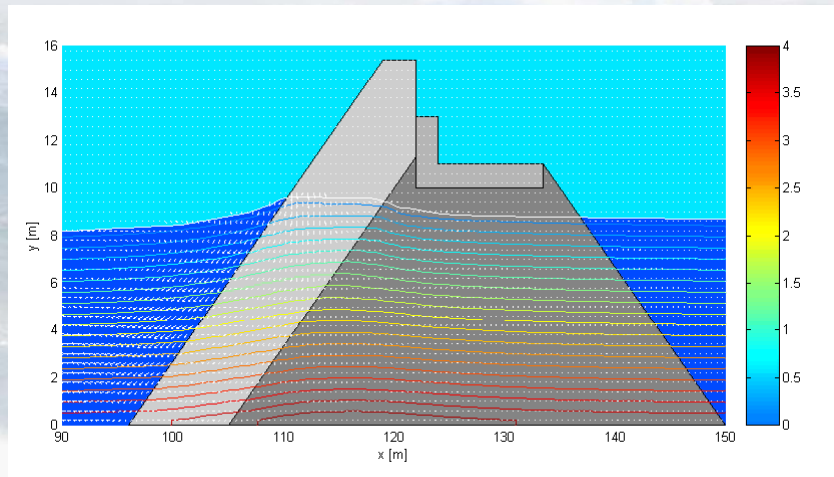
1) AWW – Ugent: fysische modellering



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

8

1) AWW – Ugent: numerieke modellering



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

9

Inhoud

- Voorstelling AWW-Ugent
- **Mariene energie: introductie**
 - **Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)**
- Golven en stromingen ??
- Energie convertoren
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- Milieu-effecten en Kosten?
- Besluiten

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

10

2) Mariene Energie

- Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
 1. Getijdenenergie: barrage (Potentiële Energie)
 - 2. Getijdenenergie: stromingen (Kinetische Energie)**
 - 3. Golfenergie**
 4. Osmotische energie: verschillen zoet/zout
 5. Thermische energie: verschillen warm/koud

11

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

2) Mariene Energie

- Film: Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
 - International Energy Agency – Implementing Agreement on Ocean Energy Systems
 - <http://www.iea-oceans.org/>
 - 16 min, Engels gesproken
 - Volledige film downloadbaar op <http://www.iea-oceans.org/videoregistration.asp> (registratie noodzakelijk)

12

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Inhoud

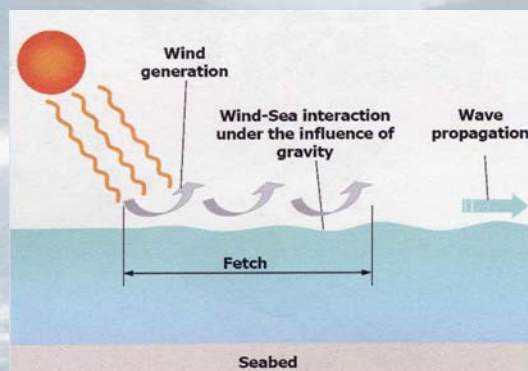
- Voorstelling AWW-Ugent
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- **Golven en stromingen ??**
- Energie convertoren
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- Milieu-effecten en Kosten?
- Besluiten

13

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3a) Golven: ontstaan?

- Zon → temperatuur- en drukverschillen → wind → Golven
- Golven verplaatsen zich over lange afstanden zonder noemenswaardig energieverlies (diep water)

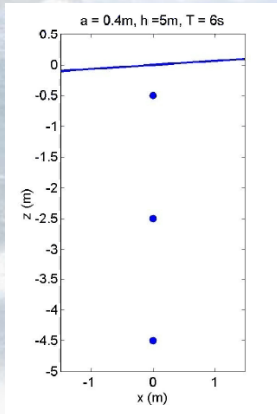


14

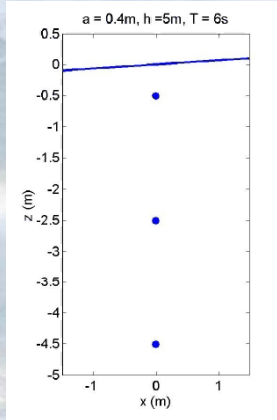
World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3a) Golven: fysisch gedrag

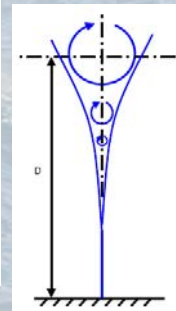
Diep water (lin.)



Ondiep water (nt. Lin)



-Te onthouden:
- in diep water geeft een waterdeeltje energie door, zonder zelf te verplaatsen (over de tijd uitgemiddeld)

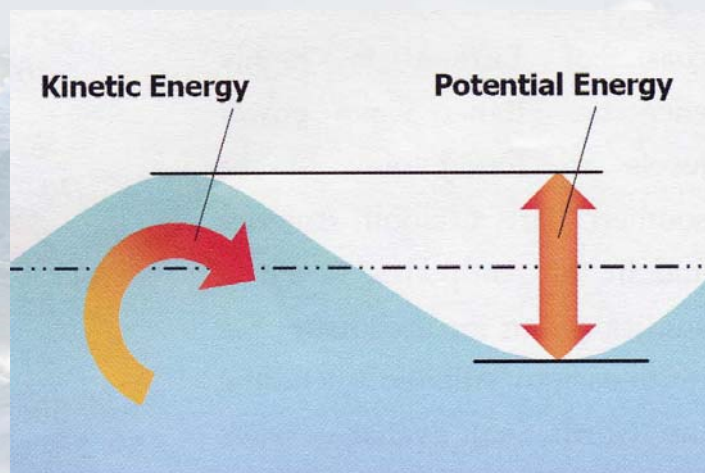


Bron: NCK
summerschool 2007

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

15

3a) Golven: waar zit de energie?



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

16

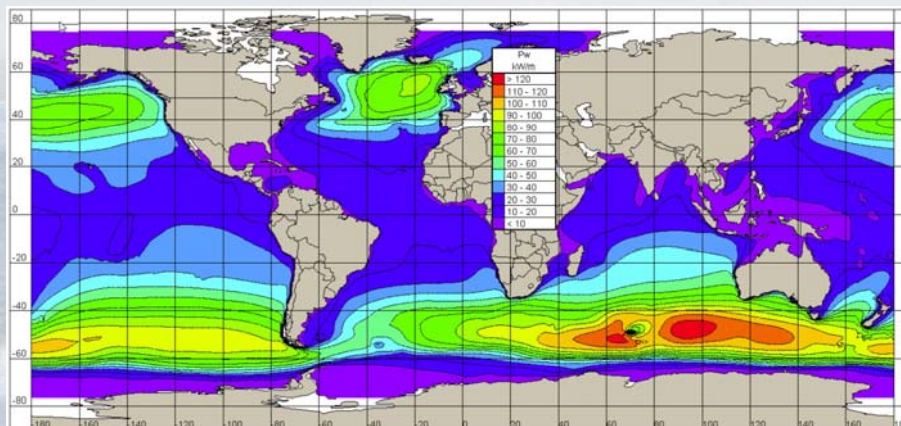
3a) Golven: waar zit de energie?

- Golfvermogen wordt uitgedrukt in kW/m kruinlengte van de golf
- Theorie:
 - (Analyse van het spectrum + probabiliateit)
 - Vermogen \sim golfhoogte²

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

17

3a) Golven: waar zit de energie?

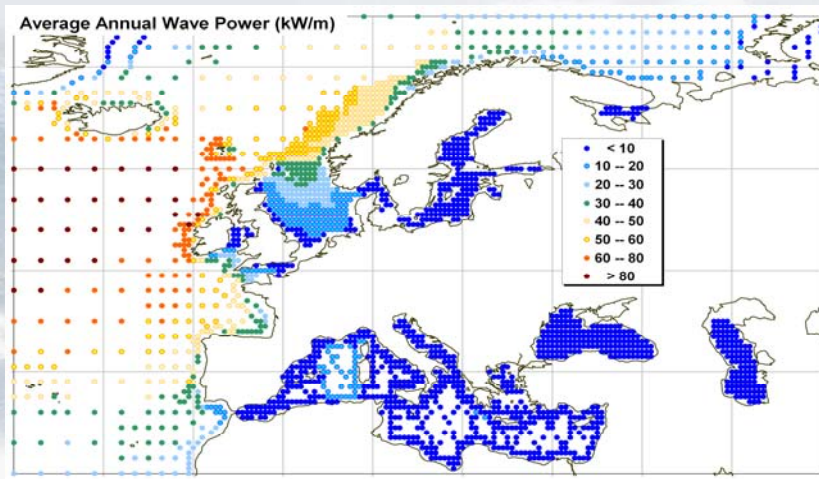


Cornett 2008

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

18

3a) Golven: waar zit de energie?

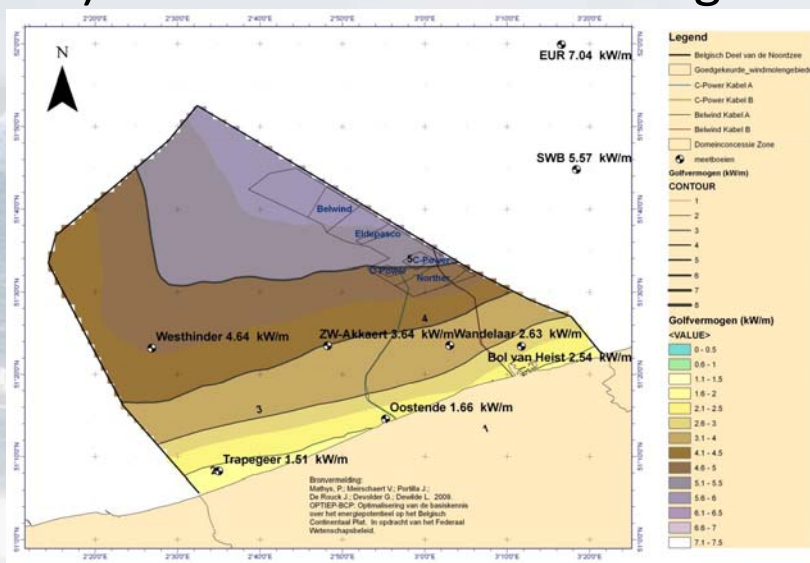


Available wave power, expressed in kW/m wavecrest. Source: WorldWaves data/OCEANOR/ECMWF.

19

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3a) Golven: waar zit de energie?



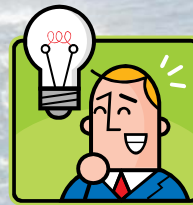
Mathys P., et al., 2009, OPTIEP, in opdracht van BELSPO

20

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3a) Golven: waar zit de energie?

- Vraag om even over na te denken:
- Waar is de ideale plaats om Golf Energie Convertoren te plaatsen?



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

21

3b) Getijdenenergie?

- Elektriciteit opgewekt uit **getijdenstroming**
 - Op basis van potentiële energie
 - Klassieke hydro: stuwmeren, dammen, bv. La Rance
 - Op basis van kinetische energie:
 - De stroming zelf!
- Afhankelijk van getijdenstroming
- Afhankelijk van **Tidal Energy Converter (TEC)**

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

22

3b) Getijdenenergie?

- Ontstaan getijden:
 - Gravitaire krachten maan/zon/aarde
 - Watermassa in oceanen reageert op gewijzigde krachten (door rotatie van hemelementen)
 - Stromingen en waterstandsverschillen.

23

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3b) Getijdenenergie ?

- Energie-inhoud:
 - Zelfde formule als windenergie!
 - Rho: densiteit
 - A: 'swept' area
 - V: velocity
 - Verschillen:
 - Rho: zeewater 800 * groter dan lucht: dus energie-inhoud is 800 * geconcentreerder voor zelfde stroomsnelheid
 - V: stroomsnelheden zijn wel lager dan in lucht, in UK ca. 3-4 m/s bij Piekstroming, België naar schatting ca. 1,6 -2 m/s.

$$P = \frac{1}{2} \rho * A * v^3$$

24

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3b) Getijdenenergie ?

- Getijdenergie vs wind: grootte

$$P = \frac{1}{2} \rho * A * v^3$$

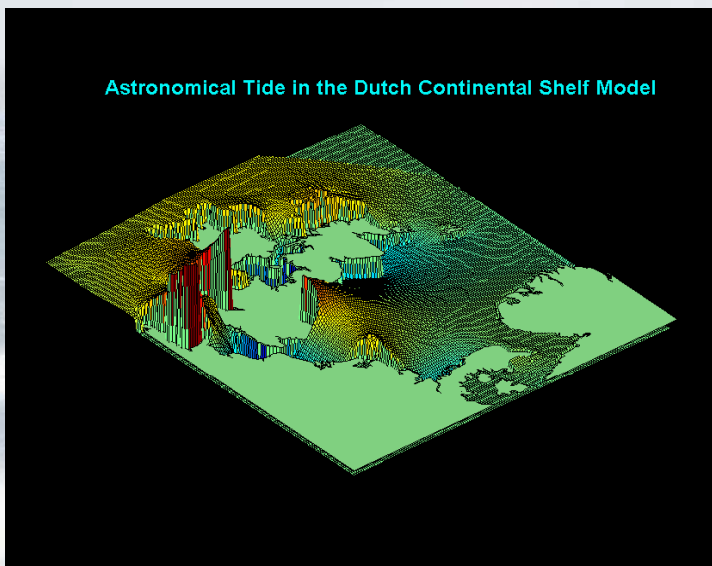


25

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3b) Getijdenenergie

Astronomical Tide in the Dutch Continental Shelf Model



Bron: Ecofys, Peter Scheijgrond

26

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

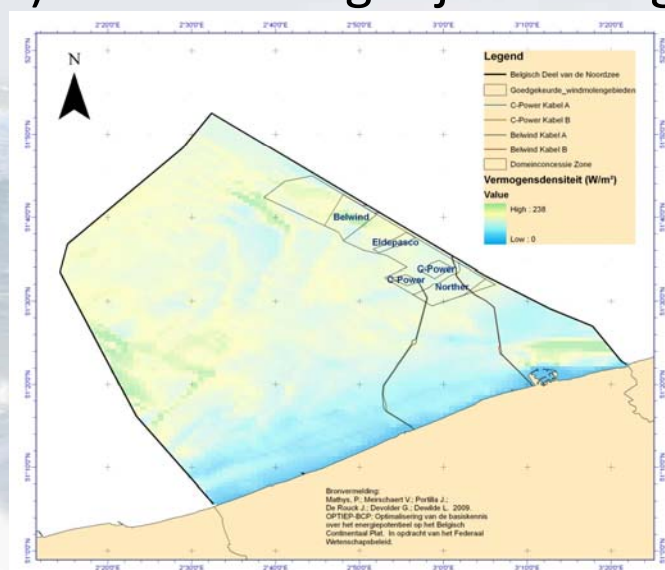
3) Getijdenenergie

- Computermodellen rekenen stromingen uit:
 - Voordelen: goedkoop, hoge resolutie in de tijd en ruimte
 - Nadelen: Geeft louter overzicht (tenzij zeer 'fijn' computermodel), rekentijd, fouten en/of onzekerheden

27

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3b) Waar zit de getijdenenergie?



Mathys P., et al., 2009, OPTIEP, in opdracht van BELSPO

28

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

3b) Getijden – Golf – wind energie

	Golf	Getijden	Wind
Meteo	Afhankelijk (tijdsverschuiving tov wind/ Sea vs Swell)	Quasi onafhankelijk, maar wel cyclisch (eb-vloed/dood-springtij)	Afhankelijk van lokale wind
Energie-inhoud	Hoog, minder variabel op korte termijn	Hoog	matig
Visuele hinder?	Beperkt	Geen tot zeer beperkt	Ja
Uitdagingen	'Survivability', efficiëntie	Betrouwbaarheid in mariene milieu, efficiëntie	Efficiëntie, offshore grid versterkingen
	Maar complementair en de mogelijkheden tot synergieën moeten onderzocht worden!		

29

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Inhoud

- Voorstelling AWW-Ugent
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- Golven en stromingen ??
- **Energie convertoren**
 - **Golf Energie Convertoren ('WEC')**
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- Milieu-effecten en Kosten?
- Besluiten

30

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

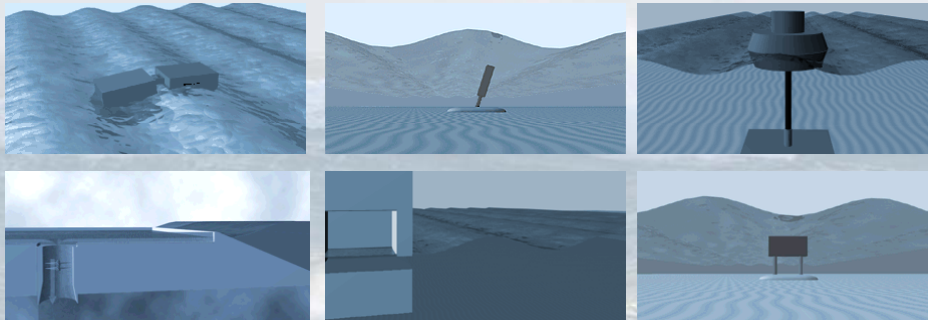
4a) Golfenergieconvertoren

- WEC: Wave Energy Converter
- Indeling volgens:
 - Type: concept waarop het gebaseerd is
 - Verankering (drijvend / zeebed / vaste structuur)

31

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a) Golfenergieconvertoren

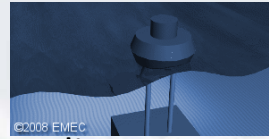


- 6 hoofdtypes, allen onder volle ontwikkeling
- Geen duidelijke winnaar (afhankelijk van golfklimaat) <> windenergie: 3 bladige horizontale as

32

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a1) GEC: Point Absorber

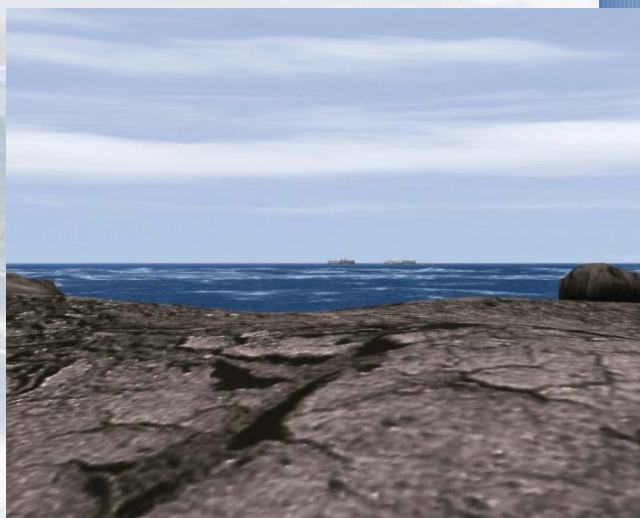
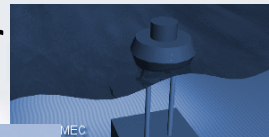


- *Point Absorber*: drijvende structuur die op en neer beweegt in het verticale vlak, en energie kan absorberen uit alle richtingen. De omzetting naar energie kan dan op verschillende manier gebeuren.

33

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a1) GEC: Point Absorber



- FO3 Concept

34

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

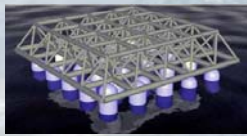
4a1) GEC: Point Absorber



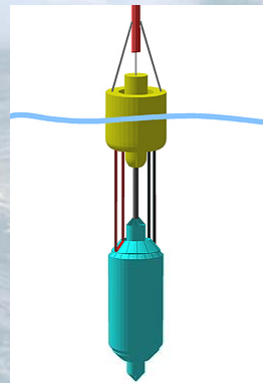
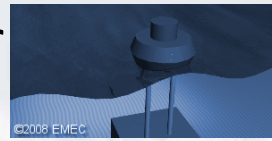
Wave Star



FO³



Manchester bobber

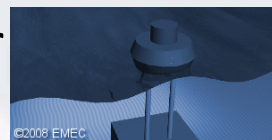
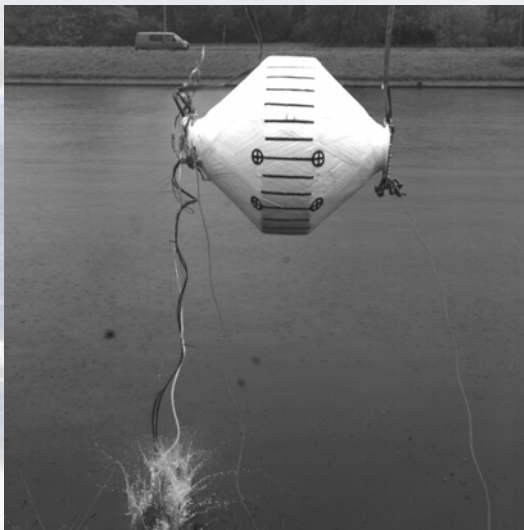


Osprey

35

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a1) GEC: Point Absorber



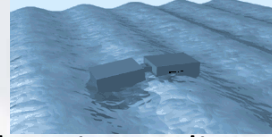
Onderzoek aan Ugent:
doctoraatsthesisen
van Griet De Backer
en Chris Blommaert

Osprey

36

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a2) GEC: Attenuator

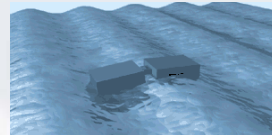


- Een drijvende constructie met scharnieren die loodrecht op de golven gepositioneerd is, en zo op de golven op en neer gaat. De scharnieren bevatten een hydraulisch systeem dat elektrische energie genereert.

37

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a2) GEC: Attenuator

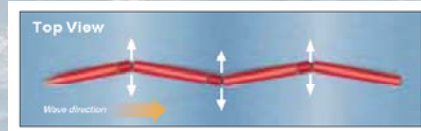
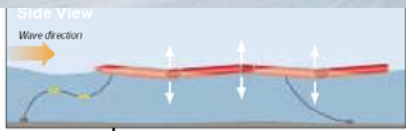
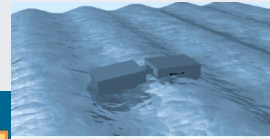
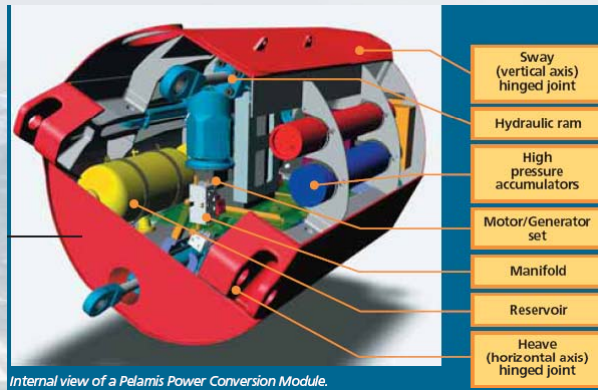


[..\animaties\GEC TEC\Pelamis at Aguçadoura \[www.keepvid.com\].flv](#)

38

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a2) GEC: Attenuator



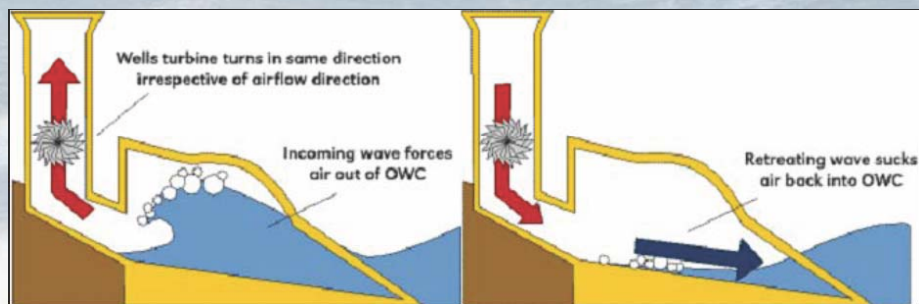
39

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a3) GEC: OWC



- *Oscillating Water Column (OWC)*: drijvende gesloten structuur met onderaan een opening waardoor de lucht boven de waterkolom samengedrukt wordt. De samengedrukte lucht drijft dan een turbine aan.



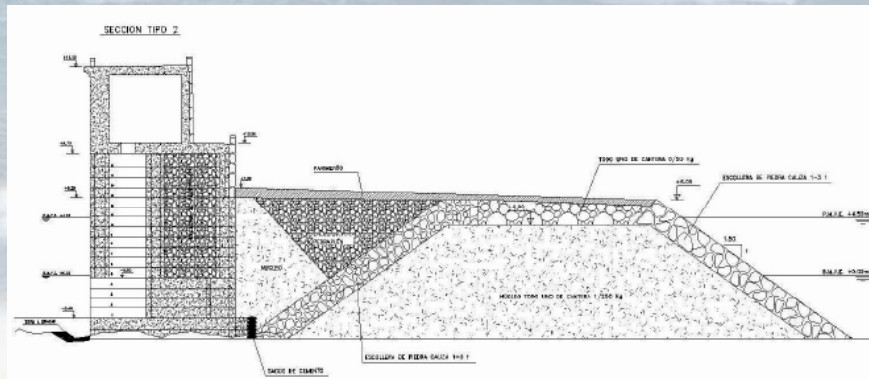
40

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a3) GEC: OWC



- Mutriku (Golf van Biskaje)
- OWC ingewerkt in golfbreker



41

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a3) GEC: OWC



Storm tijdens constructie van Mutriku OWC golfbreker: een walvis-spuitsgat. Het water wordt door de openingen geperst waar in latere fase de OWC's gemonteerd worden (normaal wordt hier enkel lucht door geperst).
Foto: José Villate

42

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a3) GEC: OWC



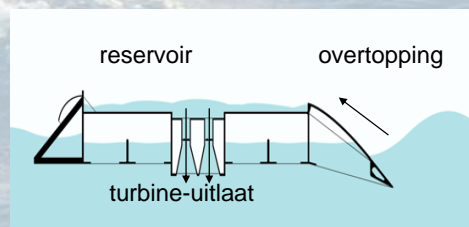
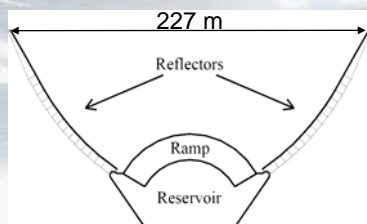
- Oceanlinx prototype, Port Kembla, Australië, gedurende enkele jaren succesvolle testing

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

43

4a4) GEC: Overtopping

- *Overtoppingsdevice*: een drijvende of ingebouwde structuur die de overtoppende golf opvangt in een hoger gelegen reservoir, en waarna het water via turbines terugstroomt naar zee.



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

44

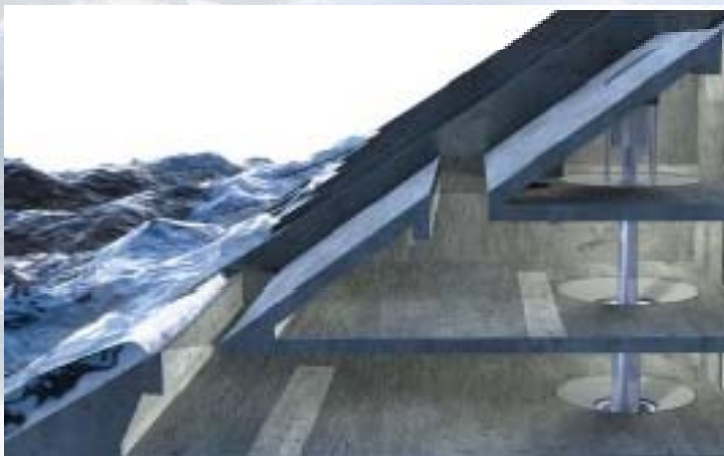
4a4) GEC: Overtopping



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

45

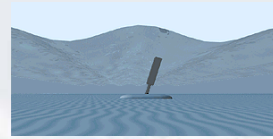
4a4) GEC: Overtopping



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

46

4a5) GEC: OWSC

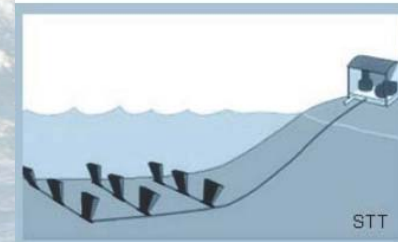
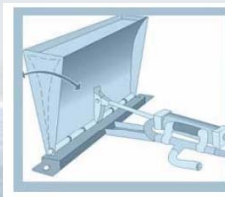
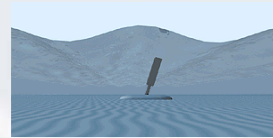


- *Oscillating Wave Surge Convertor (OWSC)*: constructie die net zoals de waterdeeltjes in het horizontale vlak heen en weer beweegt. Daardoor pendelt de arm heen en weer, en kan deze beweging omgezet worden in hydraulische energie.

47

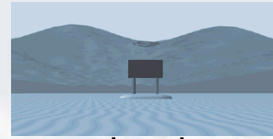
World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a5) GEC: OWSC

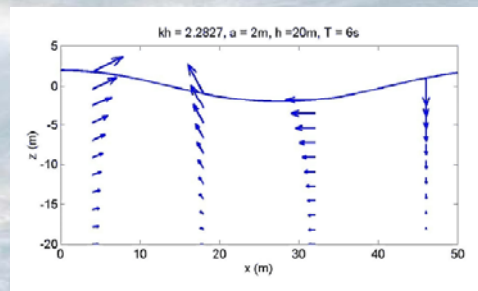


World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a6) GEC: SPD



- *Submerged Pressure Differential*: verankerde structuur, meestal nabij de kust, die tevens op een neer beweegt in het verticale vlak door het drukverschil veroorzaakt door een passerende golf.

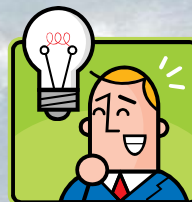


49

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a7) GEC: waar zit de energie?

- Vraag om **(nog eens)** even over na te denken:
- Waar is de ideale plaats om Golf Energie Convertoren te plaatsen?



50

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a7) Beste plaats golfenergie?

- Nodige voorwaarde: hoog rendement energieconversie, dus hoge energie-inhoud
- Maar 'survivability' extreem belangrijk
 - weerstaan aan stormcondities:
 - algemene stabiliteit
 - structurele sterkte v.d. onderdelen v.d. WEC
 - Vb: Oceanlinx, mei 2010
- Andere criteria:
 - Andere gebruiksfuncties, afstand tot gridconnectie en havens,....



51

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a7) Beste plaats golfenergie?



- Oceanlinx Mark 3: derde prototype, precommercieel
 - 170 ton
 - 2,5 MW
 - Constructie alleen. AUD 5 mio
 - Geïnstalleerd: maart 2010, grid geconnecteerd, leverde elektriciteit in Australië

52

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a7) Beste plaats golfenergie?

- 14 mei 2010: zware storm, 16 mei gezonken..



Illawary Mercury, 15
mei 2010, Nicole
Hasham

53

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Things (can) go wrong



54

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4a7) Beste plaats golfenergie?

- België:
 - Gematigd golfklimaat (ca. 5 kW/m), ideaal om te testen en te leren.
 - Voorheen: iedereen wou testen in hoge energie zones (maar nu volgt iedereen 'stap voor stap' methode);
 - Toekomst voor Belgische industrie: hoge toegevoegde waarde!
 - Multi-criteria analyse, indien mogelijk gecombineerd met **ruimtelijke planning!**

55

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Inhoud

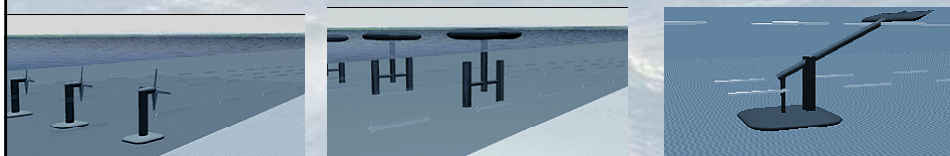
- Voorstelling AWW-Ugent
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- Golven en stromingen ??
- **Energie convertoren**
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - **Getijden Energie Convertoren ('TEC')**
- Milieu-effecten en Kosten?
- Besluiten

56

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4b) Tidal Energy Converters: TEC

- Eveneens verschillende types, maar niet zo divers als bij WEC



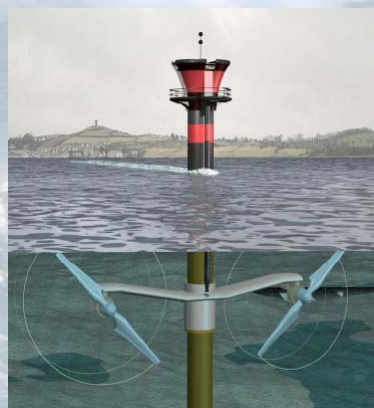
EMEC 2008

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

57

4b1) TEC: HATT

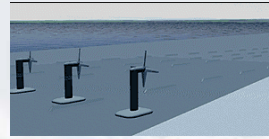
- HATT: horizontale as turbine: Horizontale As Turbine: het equivalent van een windmolen, maar dan onder water.



World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

58

4b1) TEC: HATT



59

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4b1) TEC: HATT



Seagen, MCT



Clean Current Tidal Turbine



Open Hydro @ EMEC test site



Sabella

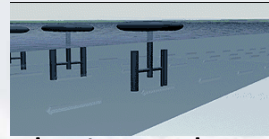


Hammerfest Turbine

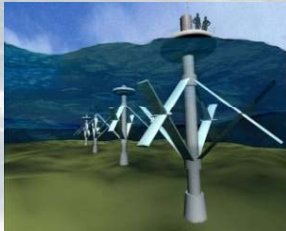
60

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4b2) TEC: VATT:



- **Verticale As Turbine.** Deze technologie werkt analoog als de Horizontale as, met dat verschil dat de as verticaal gemonteerd is. Varianten hierop zijn bv. Savonius of Darrieus type.



Waverotor, Ecofys (Borssele, Schelde, Zeeland!)

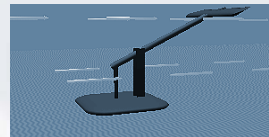


Gorlov

61

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4b3) Hydrofoil

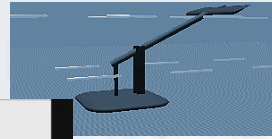


- **Oscillating Hydrofoil:** Een grote vin die gemonteerd is aan een op en neer bewegende arm (door het verkregen lift effect), lijkt op de voortbeweging van een walvisstaart, maar vermoed wordt dat deze technologie niet economisch haalbaar zal zijn.

62

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4b3) Hydrofoil



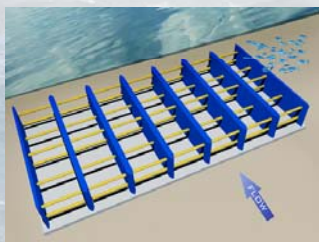
TidalPulse



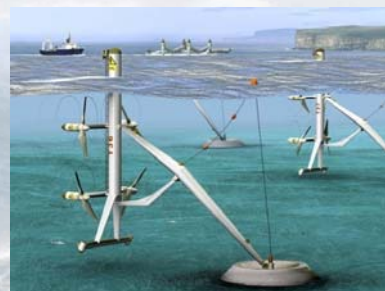
63

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

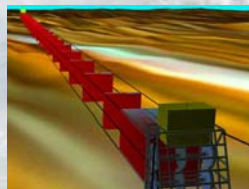
4b4) TEC others



VIVACE



Tidal Stream



Tidal Sails

64

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

4b4) TEC others

- [Animated movie of Deep Green ebase Se.mov](#)

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

65

Inhoud

- Voorstelling AWW-Ugent
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- Golven en stromingen ??
- Energie convertoren
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- **Milieu-effecten** en Kosten?
- Besluiten

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

66

5a) Milieu-effecten?

- Zeer moeilijk in te schatten...
- Want niemand heeft het eigenlijk getest
- Windenergie
 - Lokale verstoring (visuele hinder, vogel)
 - Globaal voordeel :CO₂
 - Hoe te verzoenen?

67

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

5a) Milieu-effecten? - wind



Table 8
Lifecycle estimates for electricity generators*

Technology	Capacity/configuration/fuel	Estimate (gCO ₂ e/kWh)
Wind	2.5 MW, offshore	9
Hydroelectric	3.1 MW, reservoir	10
Wind	1.5 MW, onshore	10
Biogas	Anaerobic digestion	11
Hydroelectric	300 kW, run-of-river	13
Solar thermal	80 MW, parabolic trough	13
Biomass	Forest wood Co-combustion with hard coal	14
Biomass	Forest wood steam turbine	22
Biomass	Short rotation forestry Co-combustion with hard coal	23
Biomass	FOREST WOOD reciprocating engine	27
Biomass	Waste wood steam turbine	31
Solar PV	Polycrystalline silicone	32
Biomass	Short rotation forestry steam turbine	35
Geothermal	80 MW, hot dry rock	38
Biomass	Short rotation forestry reciprocating engine	41
Nuclear	Various reactor types	66
Natural gas	Various combined cycle turbines	443
Fuel cell	Hydrogen from gas reforming	664
Diesel	Various generator and turbine types	778
Heavy oil	Various generator and turbine types	778
Coal	Various generator types with scrubbing	960
Coal	Various generator types without scrubbing	1050

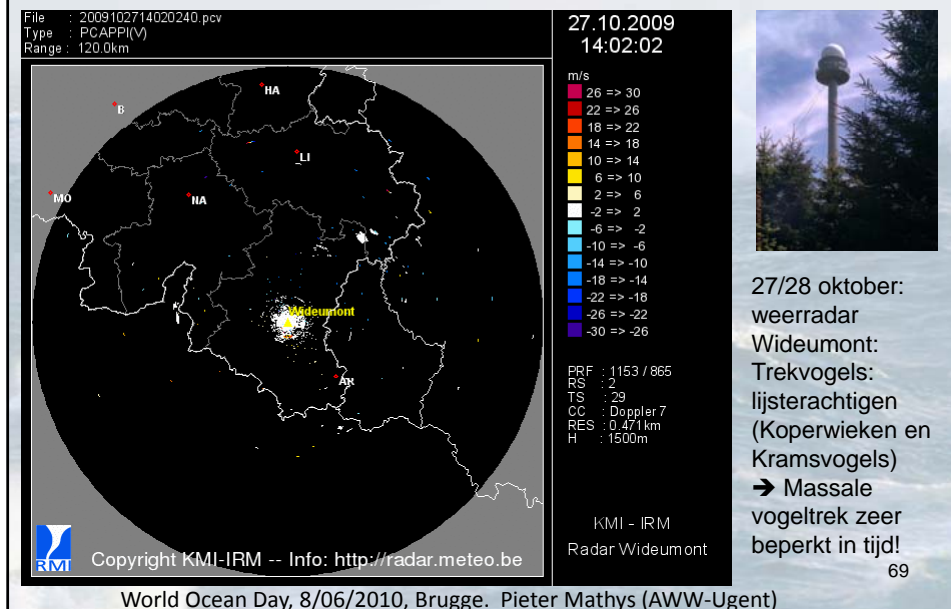
* Wind, hydroelectric, biogas, solar thermal, biomass, and geothermal, estimates taken from Pehnt (2006). Diesel, heavy oil, coal with scrubbing, coal without scrubbing, natural gas, and fuel cell estimates taken and Gagnon et al. (2002). Solar PV estimates taken from Rthenakis et al. (2008). Nuclear is taken from this study. Estimates have been rounded to the nearest whole number.

Sovacool, 2008

68

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

5a) Milieu-effecten? Wind



5a) Milieu-effecten? onderwater

- Wijziging fysische habitat
- Introductie van harde substraten (Beton, staal)
 - Kolonisatie van deze harde substraten gaat zeer snel!
 - monitoringsstudie fundering C-Power
 - http://www.mumm.ac.be/Assets/Misc/News/monitoring_windmills_2009_fin_al.pdf
 - Olivia Langhammer (Zweden): fundering van golfenergieconvertoren: openingen → schuilplaatsen Krabachtigen
 - Eric Stienen: vogels gebruiken windmolens soms als rustplaatsen, uitbreiding foerageergebied
- Combinaties aquacultuur: Paaiplaats // Hangcultuur mosselen

70

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Inhoud

- Voorstelling AWW-Ugent
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- Golven en stromingen ??
- Energie convertoren
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- Milieu-effecten en **Kosten?**
- Besluiten

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

71

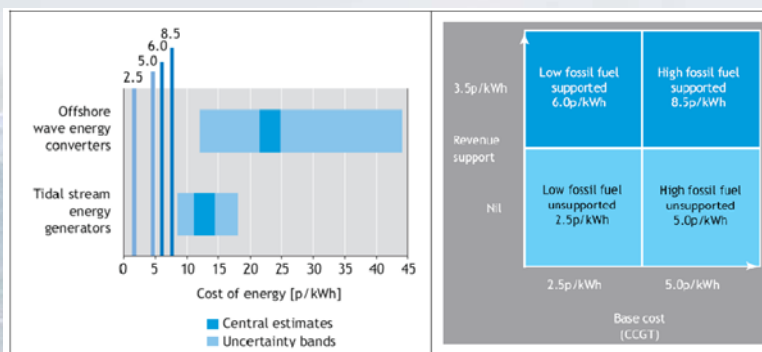
5b) Kosten?

- Zeer moeilijk in te schatten...
- Ontwikkelaars zijn zeer terughoudend om financiële data te geven (commercieel zeer gevoelige informatie)
- Enkel generieke studies, die openingsprijzen en/of verwachte prijsevoluties geven

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

72

5) Kosten? (CarbonTrust 2006)

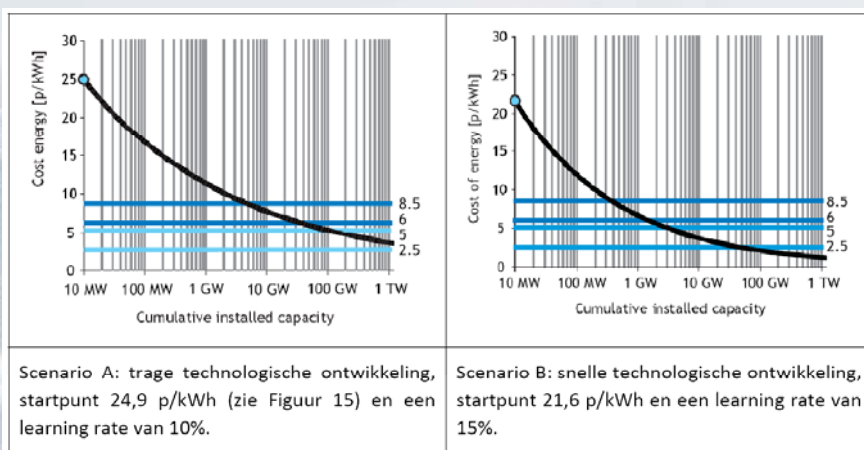


Figuur 15: Kostprijs van golf en getijdenergie in het VK, volgens de huidige technologie. Hierbij werden de meest efficiënte technologieën onderzocht, geproduceerd in kleine aantallen en in een beperkt park (<10 MW), met de aanname van een *learning rate*²⁰, van initieel 15%²¹ (op de lange termijn zakt deze naar 8%). De drempel 2,5 pence vertegenwoordigt de voorbije energieprijzen van een Combined Cycle Gas Turbine (GCCT), 5 pence vertegenwoordigt de kostprijs van GCCT met een verhoogde. Indien het effect van de subsidies in het kader van de Renewables Obligation (RO) en Climate Change Levy Exemption Certificate (LEC) ingebracht wordt, verhogen beide voorgaande waarden met 3,5 pence. Op deze manier kan men de prijzen van de nieuwe technologieën vergelijken met actuele prijzen van bestaande technologieën (CarbonTrust 2006b).

73

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

5b) Kosten? (CarbonTrust 2006)



Scenario A: trage technologische ontwikkeling, startpunt 24,9 p/kWh (zie Figuur 15) en een learning rate van 10%.

Scenario B: snelle technologische ontwikkeling, startpunt 21,6 p/kWh en een learning rate van 15%.

Figuur 16 Verwachte prijzevolutie van WEC in functie van het cumulatieve geïnstalleerd vermogen (zwarte lijn). Het effect van de learning rate is groot. In scenario A wordt golfenergie competitief met fossiele energie (8,5 p drempel) bij een geïnstalleerd vermogen van 40GW, terwijl dit in scenario B al vanaf 250 MW bedraagt (CarbonTrust 2006b).

74

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Inhoud

- Voorstelling AWW-Ugent
- Mariene energie: introductie
 - Energy from the Ocean (IEA-OES, 2009)
- Golven en stromingen ??
- Energie convertoren
 - Golf Energie Convertoren ('WEC')
 - Getijden Energie Convertoren ('TEC')
- Kosten?
- **Besluiten**

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

75

Zaken waarover ik niet gesproken heb

- Gedetailleerde kostprijzen / milieu-effecten.
- Osmotische, thermische en biomassa (algen!) energie.
- Interactie of synergie tussen de verschillende systemen.
- Breder kader: plaats van mariene en hernieuwbare energie in energiemix
- Ruimtelijke planning op Zee, interacties met stakeholders, internationale context
- Hernieuwbare energie in brede context, energie efficiëntie

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

76

Meer informatie?

- OPTIEP rapport in opdracht van het Federaal wetenschapsbeleid:
 - Optimalisatie van de basiskennis van energiewinning op het BCP (192 pgs, NL).
 - Vrij te downloaden op:
 - <http://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=en&COD=AP/42>
 - Of google 'OPTIEP', klik door naar 'eindrapport' en scroll door naar AP/42 om het volledige rapport te downloaden.
- BOREAS: midden 2011, ook via BELSPO

77

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Besluiten (1)

- Golf- en getijdenergie: technologie en markt in volle ontwikkeling (15-20 jaar achterstand op windenergie);
 - Enorme uitdagingen: structureel, efficiëntie
- België: zeer geschikt als testsite: opportuniteit voor Belgische industrie
- Best things come out of the sea!

78

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Best things come out of the sea!



79

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)

Ruimtelijke planning



- Maes 2005 (Gaufre) project

80

World Ocean Day, 8/06/2010, Brugge. Pieter Mathys (AWW-Ugent)