

Analiza wpływu koncentracji energii falowej na wzmocnienie falowania w kolumnie oscylacyjnej

Dawid Majewski

IBW PAN

28 września 2011

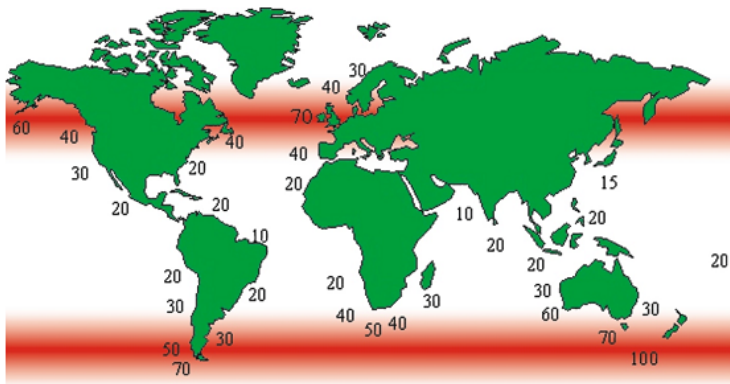
Źródła energii odnawialnych wg Światowej Rady Energetycznej (*XIV Kongres, Montreal 1989*):

- słońce
- wiatr
- spalanie biomasy
- wody śródlądowe
- energia geotermiczna
- fale, pływy i prądy morskie
- różnice w zasoleniu wody

Źródła energii odnawialnych wg Światowej Rady Energetycznej (XIV Kongres, Montreal 1989):

- słońce
- wiatr
- spalanie biomasy
- wody śródlądowe
- energia geotermiczna
- fale, pływy i prądy morskie
- różnice w zasoleniu wody

Wykorzystanie energii fal, pływów i prądów morskich i wytworzenie z nich energii elektrycznej, możliwe jest dzięki elektrowniom nazywanym **maremotorycznymi**



Rysunek: Średnia moc fali w kW na metr grzbietu. [Wave Energy Brochure]

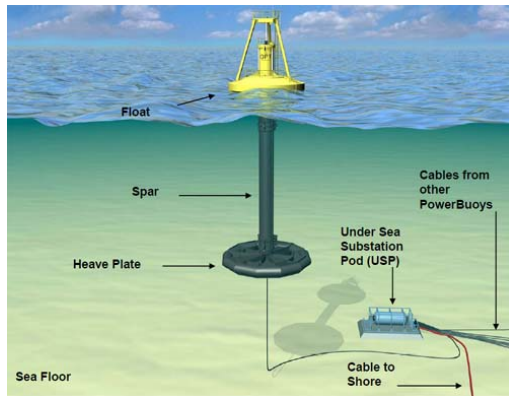


Rysunek: Średnia moc fali w kW na metr grzbietu. [Wave Energy Brochure]. Dane [Pontes, M.T., Athanassoulis, G.A., Barstow, S., Bertotti, L., 1998]

Metody wykorzystywania energii falowej

- point absorber

- małe wymiary poziome w stosunku do pionowych;
- energia jest pobierana podczas opadania i wznoszenia się boi i przekazywana do WEC (*Wave Energy Converter*);

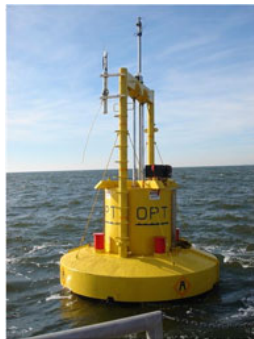
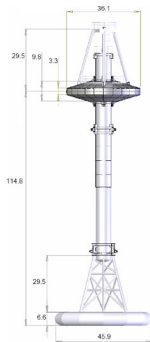


Rysunek: Absorber punktowy. [oceanenergy.wikidot.com].

Metody wykorzystywania energii falowej

- point absorber

- Moc 40 kW;
- Testy w 2005 r. na Hawajach;
- Planuje się stworzenie zespołu urządzeń u północnych wybrzeży Hiszpanii o łącznej mocy 1.25 MW;
- Elektromechaniczny lub hydrauliczny konwerter energii;

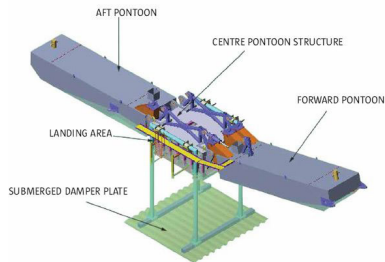
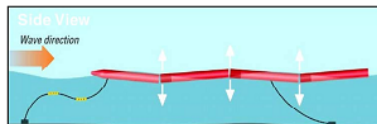


Rysunek: PowerBuoyTM firmy Ocean Power Technologies. Rozmiary w stopach.
[www.oceanpowertechologies.com].

Metody wykorzystywania energii falowej

- point absorbers
- attenuators

- Długie, pływające, segmentowe struktury;
- Ustawione równolegle do kierunku nabiegania fal;
- Pomiędzy segmentami znajdują się pompy hydrauliczne;
- Zmiany w wysokości fali powodują uginanie się segmentów i pracę pomp;



Rysunek: Attenuator. [www.aidea.org], [www.dpenergy.com].

Metody wykorzystywania energii falowej

- point absorbers
 - attenuators
- Moc 750 kW;
 - 180 m długości, 4 m średnicy;
 - Modułowa budowa;
 - Możliwość zmiany położenia modułów w płaszczyźnie poziomej;
 - Praca na głębokościach >50 m, zwykle 2-10 km od brzegu;

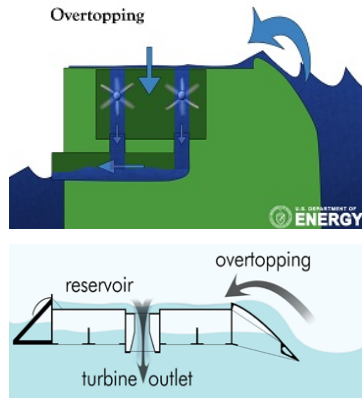


Rysunek: Pelamis urządzenie firmy Pelamis Wave Power. [www.pelamiswave.com].

Metody wykorzystywania energii falowej

- point absorbers
- attenuators
- **overtopping devices**

– Posiadają zbiorniki znajdujące się powyżej MSL;
– Zbiorniki napełniają się przez burty, dzięki falowaniu;
– Nadmiar wody w zbiornikach napędza turbiny;



Rysunek: Zasada działania urządzeń typu Overtopping. [www1.eere.energy.gov/windandhydro].

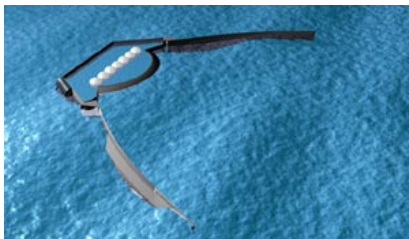
Metody wykorzystywania energii falowej

- point absorbers
- attenuators
- overtopping devices

- Moc 48 kW;
- Wymiary szer. x długość.
390 x 220 m;
- Zbiornik pomieści
14,000 m³ wody;
- Zmienia zanurzenie w
zależności od wysokości
fal;
- Plany umieszczenia
pierwszego
komercyjnego
urządzenia w Portugalii



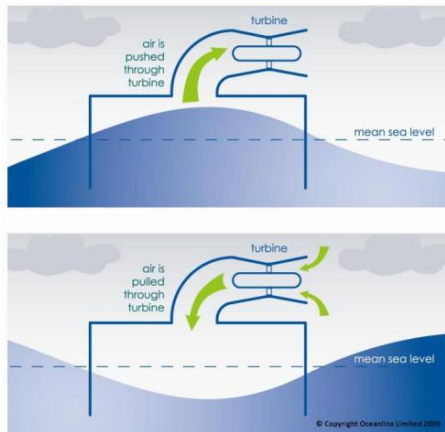
Rysunek: Urządzenie Wave Dragon firmy Wave DragonTM. [www.wavedragon.net].



Oscylacyjna kolumna wody

- point absorbers
- attenuators
- overtopping devices
- OWC

– Położone prostopadle do kierunku nabiegania fali;
– Przeważnie zlokalizowane blisko brzegu;
– Istnieją również wersje pływające do zastosowania daleko od brzegu;

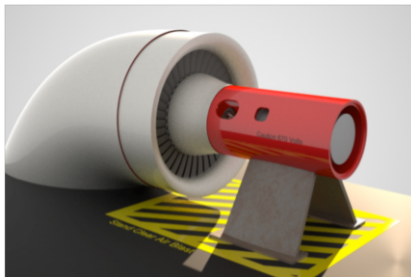


Rysunek: Działanie OWC (*Oscillating Water Column*). [www.oceanlinx.com].

Oscylacyjna kolumna wody

- Turbina

- turbina Wellsa;
- Zmienne ustawienie łopat;
- Połączona z generatorem;

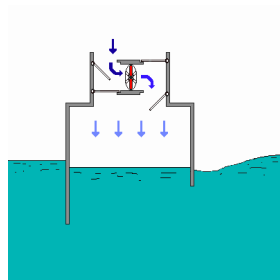
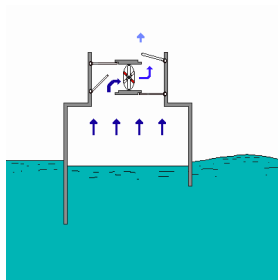


Rysunek: Turbina airWAVE firmy Oceanlinx. [www.oceanlinx.com].

Oscylacyjna kolumna wody

- Turbina

– turbina
pracuje w
jednym
kierunku;



Oscylacyjna kolumna wody

• European Pilot Plant

- Pico Island na Azorach;
- Koordynacja prac - Instituto Superior Tecnico, Portugalia;
- Pełnowymiarowe urządzenie testowe;
- W pełni zautomatyzowane;
- Pokrywa znaczną część zapotrzebowania wyspy na energię el;
- Moc 400 kW;



Rysunek: OWC na Azorach. [Falcao A.F. de O. (2000)].

Oscylacyjna kolumna wody

• Limpet

- Prototyp o mocy 75 kW w 1991 r. na wyspie Islay, Szkocja;
- Obecnie Limpet OWC generuje 500 kW;
- Projekt Queen's University of Belfast i Wavegen Ltd, UK;

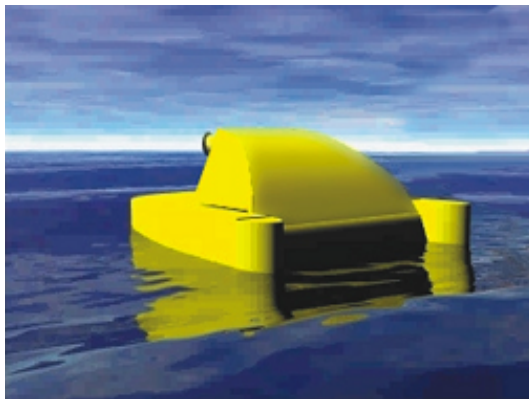


Rysunek: Prototyp Limpet w Szkocji.
[Whittaker T.J.T., Boake C.B. (2000)].

Oscylacyjna kolumna wody

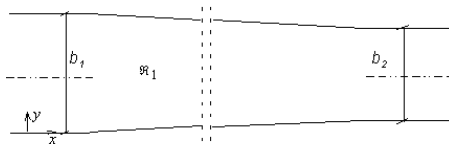
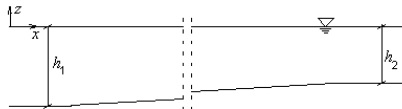
• OSPREY

- Projekt firmy Wavegen Ltd., UK;
- Zaprojektowany dla głębokości do 20 m;
- Pierwsza próba w 1996 w Szkocji nieudana;
- Planowana jest budowa zespołu urządzeń o łącznej mocy 2 MW;



Rysunek: Projekt urządzenia OSPREY. [Thorpe T. (1999)].

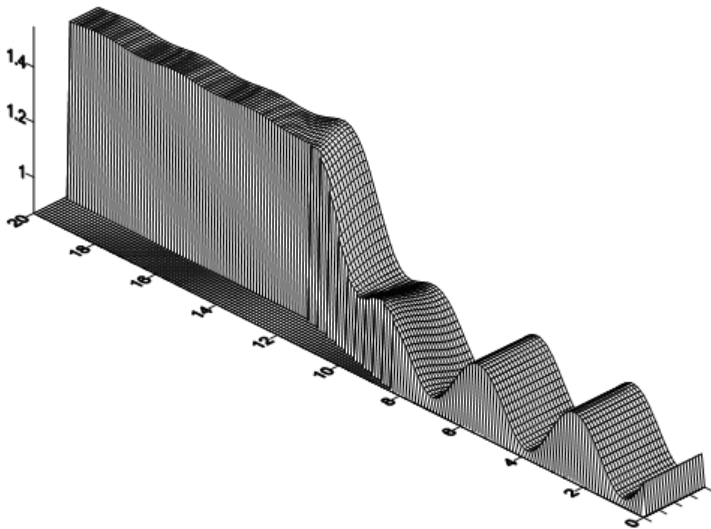
Model teoretyczny



c

$$k_1 h_1 = 1, h_2/h_1 = 0.5, b_1/h_1 = 4, b_2/h_1 = 2, c/h_1 = 4$$

Model teoretyczny



Eksperyment

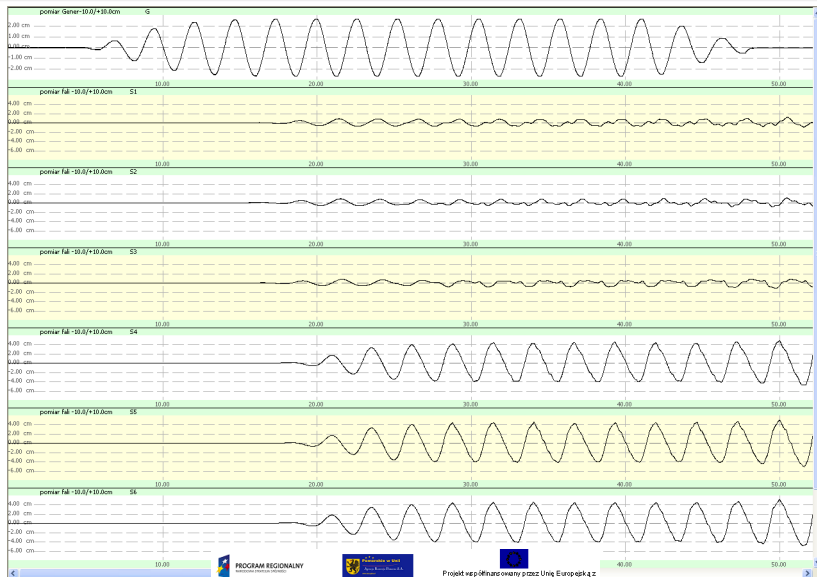
Cel:

- Weryfikacja modelu teoretycznego;
- Zbadanie wpływu zmiany geometrii kanału falowego na wzmocnienie falowania w kolumnie oscylacyjnej –koncentracja energii falowej;

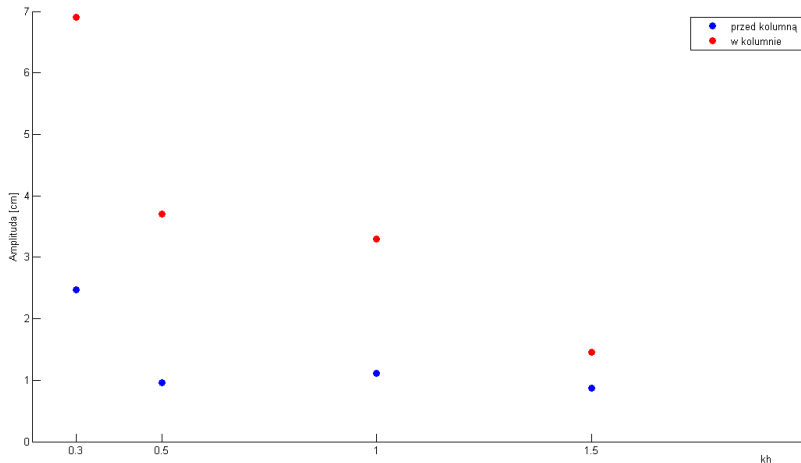
Charakterystyka eksperymentu:

- kolumna oscylacyjna o wymiarach 30x20 cm;
- Odległość kolumny od generatora - 23 m;
- Proces koncentracji energii, dzięki zmniejszeniu przekroju kanału;
- Fale z parametrami kh , kolejno 0.3, 0.5, 1, 1.5, 2;

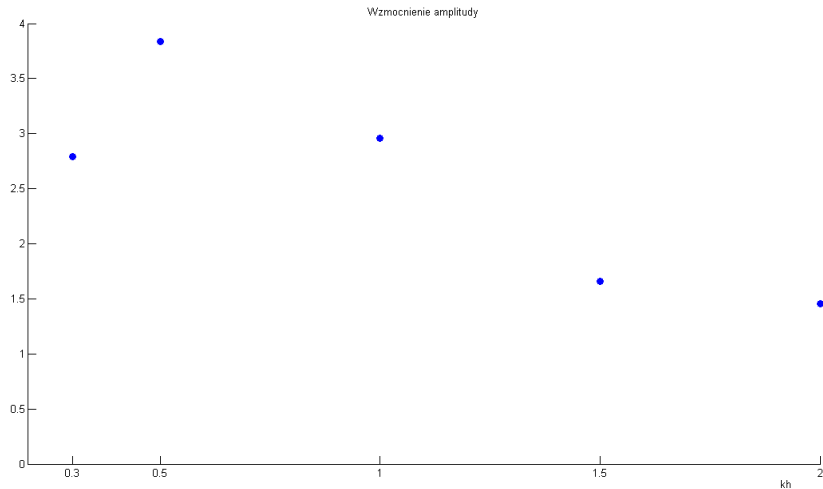
Eksperyment



Eksperyment



Eksperyment





WAVE ENERGY UTILIZATION IN EUROPE, European Thematic Network on Wave Energy;



Falcao A.F. de O. (2000). *The shoreline OWC wave power plant at the Azores*, 4th European Wave Energy Conference, Aalborg, Denmark;



Pontes, M.T. , Athanassoulis, G.A. , Barstow, S., Bertotti, L. , Cavaleri, L., Holmes, B. , Molisson, D. & Oliveira-Pires, H. (1998), *The European Wave Energy Resource*, 3rd European Wave Energy Conference, Patras, Greece



Heath T., Whittaker T.J.T., Boake C.B. (2000). *The design, construction and operation of the LIMPET wave energy converter (Islay Scotland)*. 4th European Wave Energy Conference, Aalborg, Denmark;



Thorpe T. (1999). *An Overview of Wave Energy Technologies: Status, Performance and Costs*. Wave power - Moving towards commercial viability, IMECHE Seminar , London, UK;



Technology White Paper on Wave Energy Potential on U.S. Outer Continental Shelf;



<http://www.aidea.org/AEA/PDF%20files/OceanRiverEnergy/6-22-2007EPRIprimer.pdf>;



<http://www.dpenergy.com/>;



<http://oceanenergy.wikidot.com/pointabsorbers>;



<http://www.oceanlinx.com>;



<http://www.oceanpowertechnologies.com>;



<http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/hydrokinetic/techTutorial.aspx>;



<http://www.pelamiswave.com>;



<http://www.wavedrag>