

HYDROENERGETYKA



EW ZŁOTNIKI

Ryszard Myhan
WYKŁAD 1

HYDROENERGETYKA - BIBLIOGRAFIA



Dąbkowski L., Skibiński J., Żbikowski A.: Hydrauliczne podstawy projektów wodno melioracyjnych. Państwowe Wydawnictwa Rolnicze i Leśne. Warszawa. 1982.



Depczyński W., Fanti K., Fiedler K., Kowalewski., Zbiór przykładów z projektowania budowli piętrzących i elektrowni wodnych. Wyd. Pol. Warszawskiej. Warszawa 1973.



Gałka E.: Turbiny Banki – Michella, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990.



Gołębiowski S., Krzemień Z.: Przewodnik inwestora małej elektrowni wodnej, Narodowa Poszanowania Energii, Warszawa, 1998.



Hoffmann M.: Małe elektrownie wodne – poradnik, Wydanie II, Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych, Gdańsk 1992.










Krzyżanowski W. (i inni): Turbiny rurowe o uproszczonej konstrukcji, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990.



Łaski A., Elektrownie wodne. Rozwiązania i dobór parametrów. Wyd. N-T. Warszawa 1971.

HYDROENERGETYKA - BIBLOGRAFIA

-  Łojek A., Okonek A.: Turbiny śmigłowe lewarowe poziome, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990.
-  Łojek A., Okonek A.: Turbiny śmigłowe zunifikowane, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990.
-  Michałowski S., Plutecki J.: Energetyka wodna, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1975.
-  Tymiński J.: Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2030 roku – Aspekt energetyczny i ekologiczny, Wydawnictwo IBMER Warszawa, 1997.
-  Stanowisko negocjacyjne Polski z UE w obszarze „Energia”:
www.kie.gov.pl ; www.polskiejutro.com
-  Strony internetowe z zakresu małej energetyki wodnej:
www.trmew.pl ; www.mew.pl ; www.otkz.pol.pl/elektr_w/mapa.htm.
-  Akty prawne

HYDROENERGETYKA

Hydroenergetyka – energetyka wodna

zajmuje się pozyskiwaniem energii wód i jej przetwarzaniem na energię mechaniczną i elektryczną przy użyciu silników wodnych (turbin wodnych) i hydrogeneratorów w siłowniach wodnych (np. w młynach) oraz elektrowniach wodnych, a także innych urządzeń.

Energetyka wodna

opiera się przede wszystkim na wykorzystaniu energii wód śródlądowych (rzadziej mórz w elektrowniach pływowych) o dużym natężeniu przepływu i dużym spadzie mierzonym różnicą poziomów wody górnej i dolnej z uwzględnieniem strat przepływu.

POTENCJAŁ HYDROENERGETYCZNY

↪ Zasoby energii wodnej na świecie 40700 TWh/a
zasoby możliwe do eksploatacji 14400 TWh/a

↪ Największe zasoby energii wodnej występują w:
Chinach, Rosji, Brazylii, Kanadzie, Kongo, Indiach,
USA oraz Indonezji.

↪ Pierwsza piątka w produkcji energii z wody:

Brazylia	304 TWh/a
Kanada	303 TWh/a
Chiny	283 TWh/a
USA	269 TWh/a
Rosja	157 TWh/a

POTENCJAŁ HYDROENERGETYCZNY

↪ Unia Europejska:

Francja	65,2 TWh/a
Szwecja	53,5 TWh/a
Włochy	44,2 TWh/a
Hiszpania	43,8 TWh/a
Niemcy	25,0 TWh/a

↪ Produkcja energii elektrycznej w EW w Polsce
(w zależności od opadów): 2,1 – 2,5 TWh/a

↪ Polskie elektrownie wodne wykorzystują 16%
technicznego i około 23% ekonomicznego
potencjału hydroenergetycznego kraju

POTENCJAŁ HYDROENERGETYCZNY - ŚWIAT

	Potencjał hydrotechniczny (TWh/rok)	Wykorzystanie %
Afryka	1 150	3
Południowa Azja i Bliski Wschód	2 280	8
Chiny	1 920	6
Kraje byłego Związku Radzieckiego	3 830	6
Ameryka Północna	970	55
Ameryka Południowa	3 190	11
Ameryka Centralna	350	9
Europa	1 070	45
Australia i Oceania oraz część Azji	200	19

POTENCJAŁ HYDROENERGETYCZNY - POLSKA

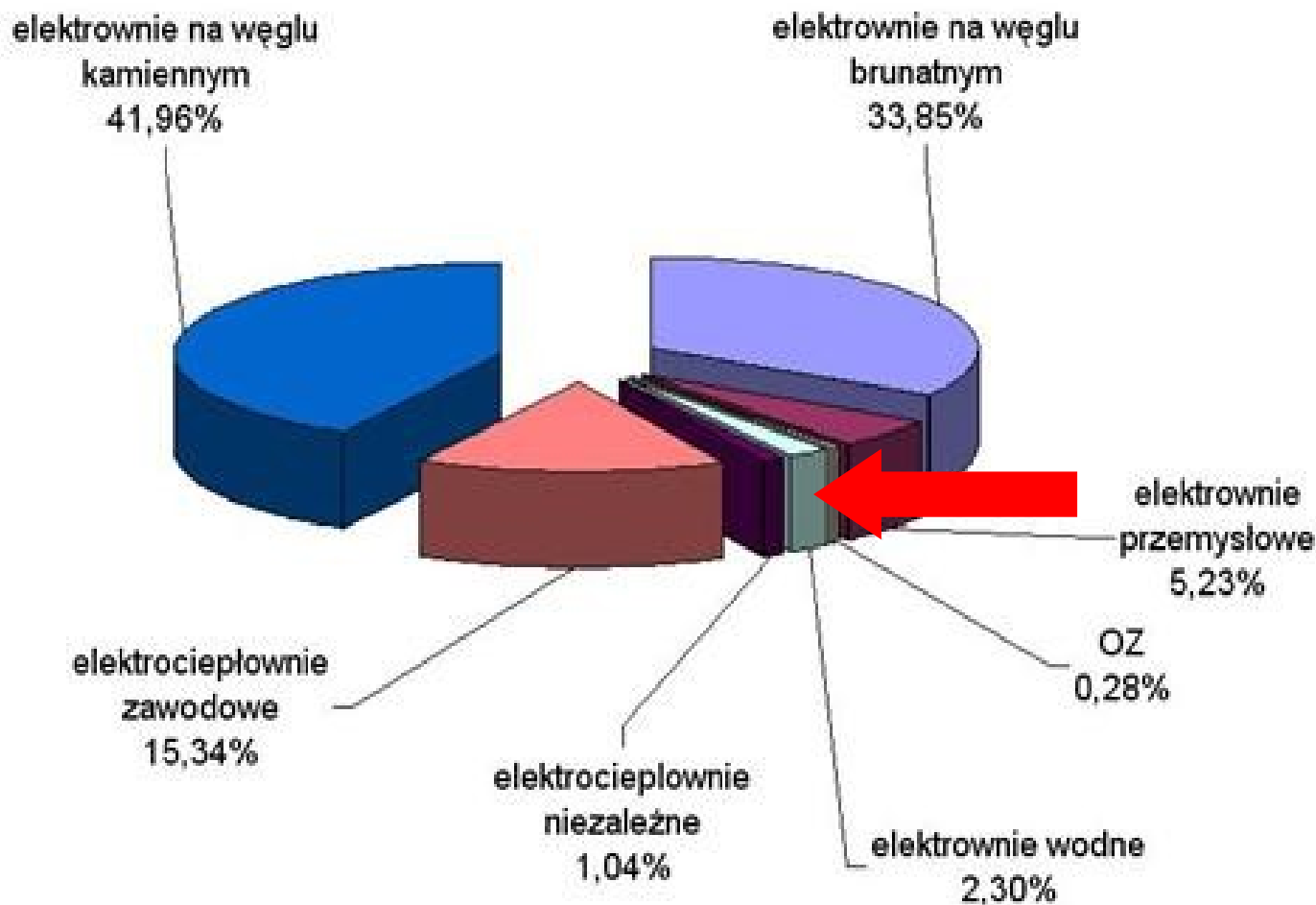
	zasoby teoretyczne		zasoby techniczne		
	w GWh	Udział w całości zasobów w %	w GWh	Stopień wykorzystania teoretycznych zasobów energii w %	Udział w całości zasobów w %
Dorzecze Wisły	16 457	71,50%	9 270	56,30%	77,60%
Dorzecze Odry	5 966	25,90%	2 400	40,20%	20,10%
Rzeki Przymorza	582	2,50%	280	48,10%	2,30%
Cały kraj	23 005	100%	11 950	51,9%	100%

POTENCJAŁ HYDROENERGETYCZNY

- ❑ Energia elektryczna otrzymywana z energii wody stanowi ok. **2,2** proc. produkcji pierwotnej świata, w Polsce - **0,2** proc.
- ❑ W 2003 r. hydroelektrownie na świecie wyprodukowały **2650** TWh, co stanowiło ok. **16** proc. globalnej produkcji energii elektrycznej.

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Obecna struktura produkcji energii w Polsce



ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ - WĘGIEL

☐ Wybór elektrowni węglowej oznacza:

- kilka lat intensywnych prac inżynierskich w miejscu lokalizacji elektrowni, w tym transport ciężkich elementów i materiałów, hałas, pył i inne zakłócenia;
- wydobywanie, transport i magazynowanie milionów ton węgla;
- konieczność pozyskania wody niezbędnej do chłodzenia, pociągającą za sobą straty na skutek parowania oraz odprowadzanie nagrzanej wody do rzek, co ma negatywny wpływ na biologię wód;
- gromadzenie się tysięcy ton odpadów stałych w skali roku, w tym popiołów i odpadów związanych z odsiarczaniem spalin, wymagających albo ponownego użycia albo likwidacji;
- emisję do atmosfery pyłów zawieszonych, tlenków siarki i azotu; emisję dwutlenku węgla, powodującego efekt cieplarniany;

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ - ATOM

☐ Wybór elektrowni atomowej oznacza:

- kilka lat intensywnych prac inżynierskich w miejscu lokalizacji elektrowni, w tym transport ciężkich elementów materiałów, hałas, pył i inne zakłócenia;
- wydobywanie, przetworzenie, wzbogacenie oraz przekształcenie w paliwo uranu w innych zakładach przemysłowych;
- gromadzenie się zużytego paliwa uranowego, obejmującego odpady radioaktywne i pluton;
- gromadzenie się innych stałych odpadów radioaktywnych wymagających likwidacji;
- przenikanie materiałów radioaktywnych w niskich stężeniach do wody i atmosfery;
- końcowe wstrzymanie pracy reaktora i likwidacje powstałych ten sposób odpadów radioaktywnych;

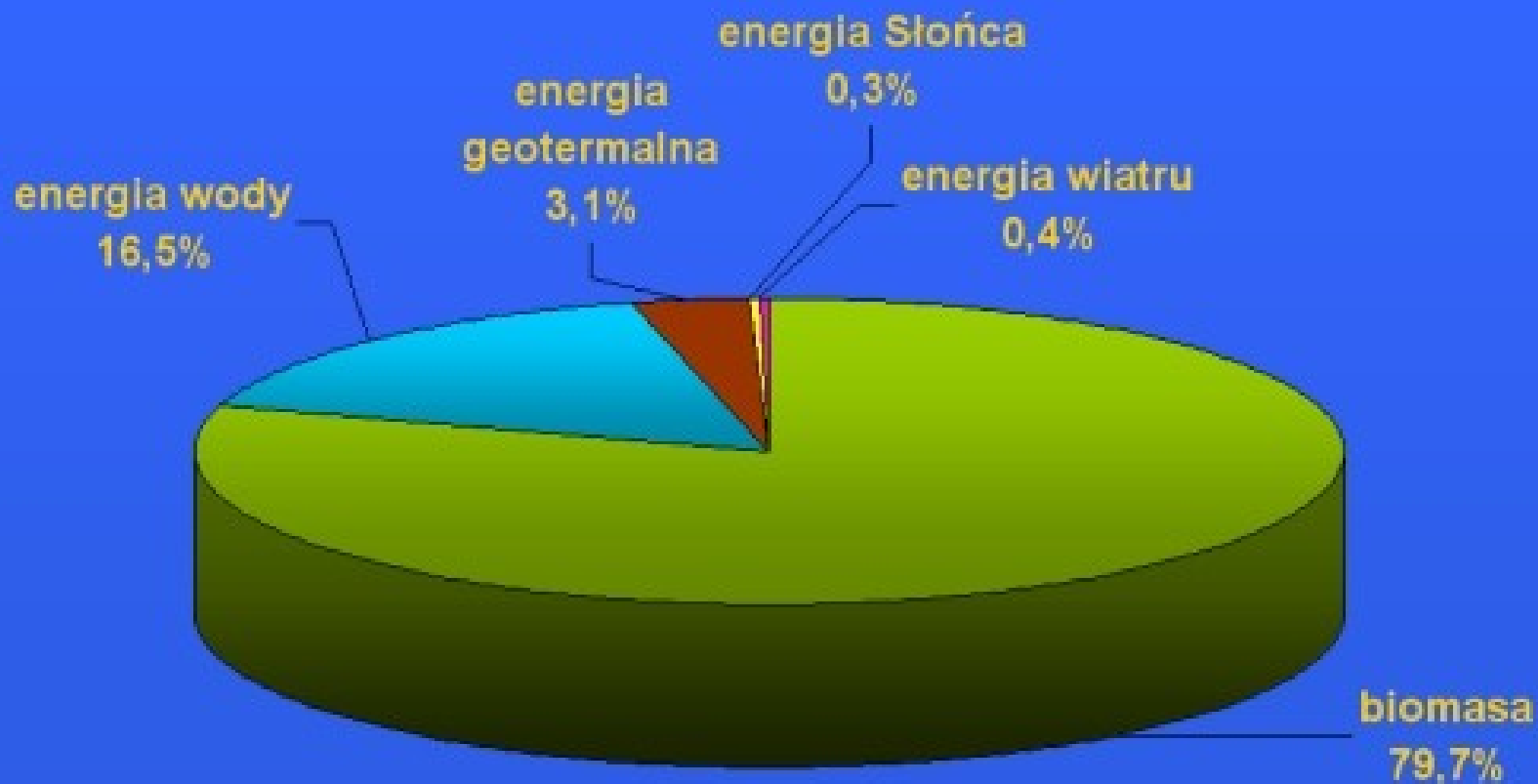
ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ - WODA

☐ Wybór hydroelektrowni oznacza:

- wydobycie i transport na dużą skalę materiałów niezbędnych do wzniesienia zapory;
- kilka lat intensywnych prac inżynierskich miejscu lokalizacji elektrowni, w tym transport ciężkich elementów i materiałów, hałas, pył i inne zakłócenia;
- znaczące zaburzenie drogi wodnej, zarówno powyżej jak i poniżej zapory, w tym stanu lokalnego ekosystemu, zasobów składników pokarmowych, łowisk, siedlisk ptactwa, stanu osadów rzecznych;
- zakłócenia lokalnych stosunków hydrologicznych, poziomu wód gruntowych i spływu wód, zatopienie pewnej powierzchni terenu;
- potencjalne zaburzenia geofizyczne spowodowane ciężarem wody spiętrzonej przez zaporę, w tym możliwe zwiększenie aktywności sejsmicznej na danym terenie.

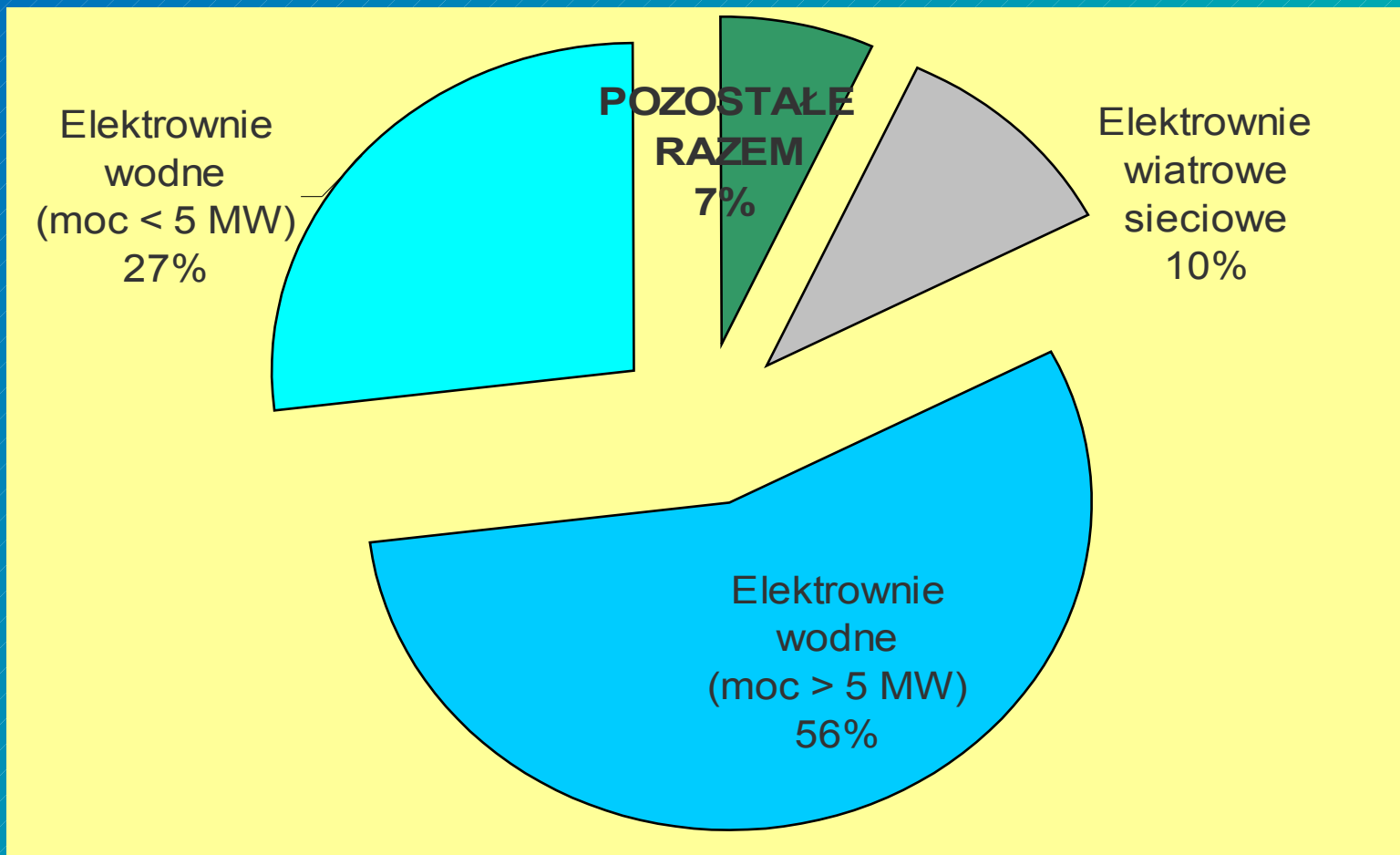
ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Udział poszczególnych odnawialnych źródeł energii w produkcji energii pierwotnej na świecie w 2003 roku



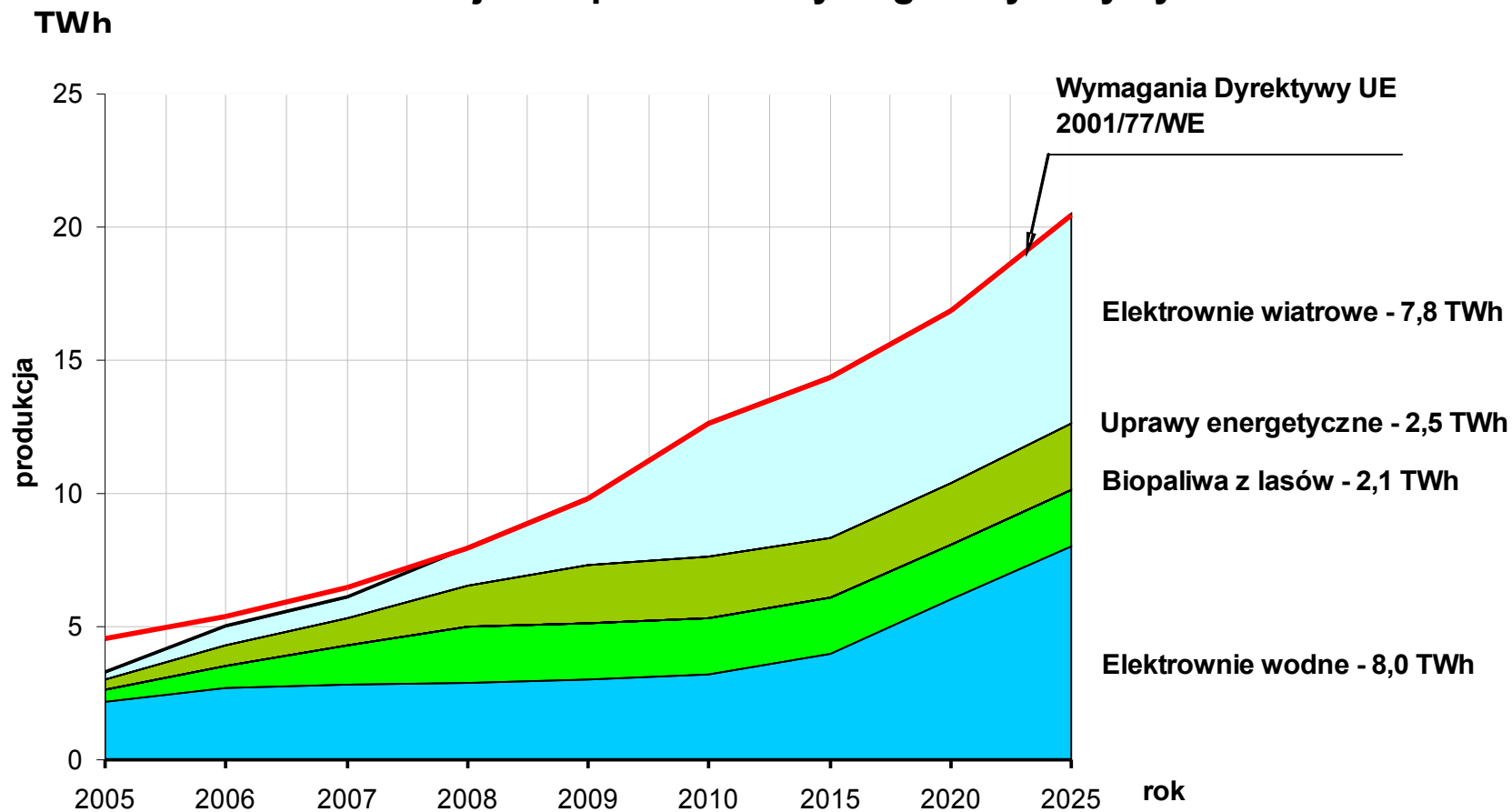
ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Produkcja energii elektrycznej wykorzystująca źródła odnawialne - Polska, 2006 r.



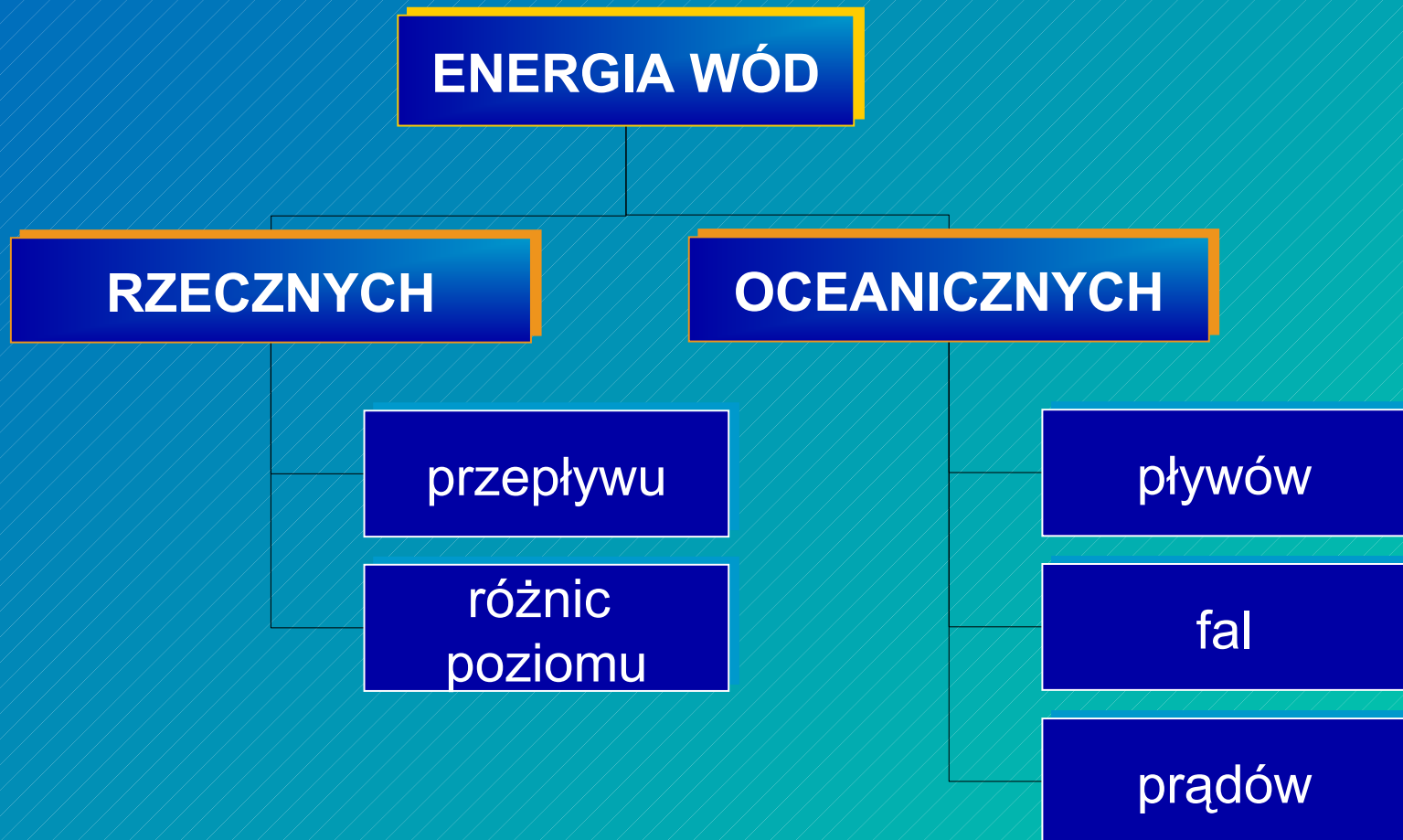
ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Prognoza produkcji energii odnawialnej koniecznej dla spełnienia wymagań Dyrektywy UE



(wg opracowań Energoprojekt Warszawa)

SPOSOBY WYKORZYSTANIA POTENCJAŁU ENERGETYCZNEGO WODY



ELEKTROWNIE WODNE – KRYTERIA PODZIAŁU

Można ustanowić wiele kryteriów klasyfikacji elektrowni wodnych:

- ze względu na źródło energii wodnej;
- ze względu na właściwości energetyczne;
- ze względu na sposób koncentracji piętrzenia;
- ze względu na wartości spadku (różnicy poziomów wody górnej i dolnej);
- ze względu na moc.

ELEKTROWNIE WODNE – KRYTERIA PODZIAŁU

- **Najbardziej ogólnym jest podział ze względu na źródło energii wodnej:**
 - ❖ **wykorzystujące energię wód śródlądowych;**
 - ❖ **wykorzystujące energię wód morskich (pływów i fal);**
 - ❖ **wykorzystujące zarówno wody śródlądowe i morskie.**

ELEKTROWNIE WODNE – ŚRÓDŁĄDOWE

Rozróżnia się dwa podstawowe typy elektrowni wodnych wykorzystujących wody śródlądowe:

⇒ **elektrownie przepływowe;**

⇒ **elektrownie regulacyjne.**

Elektrownie przepływowe, budowane na rzekach nizinnych o małym spadku, nie mają możliwości magazynowania wody i tym samym regulacji wytwarzanej mocy elektrycznej.

Elektrownie regulacyjne są zaopatrzone w zbiorniki wodne, które pozwalają gromadzić i magazynować energię wody i przetwarzać ją na energię elektryczną w dogodnym czasie.

ELEKTROWNIE WODNE – ŚRÓDŁĄDOWE

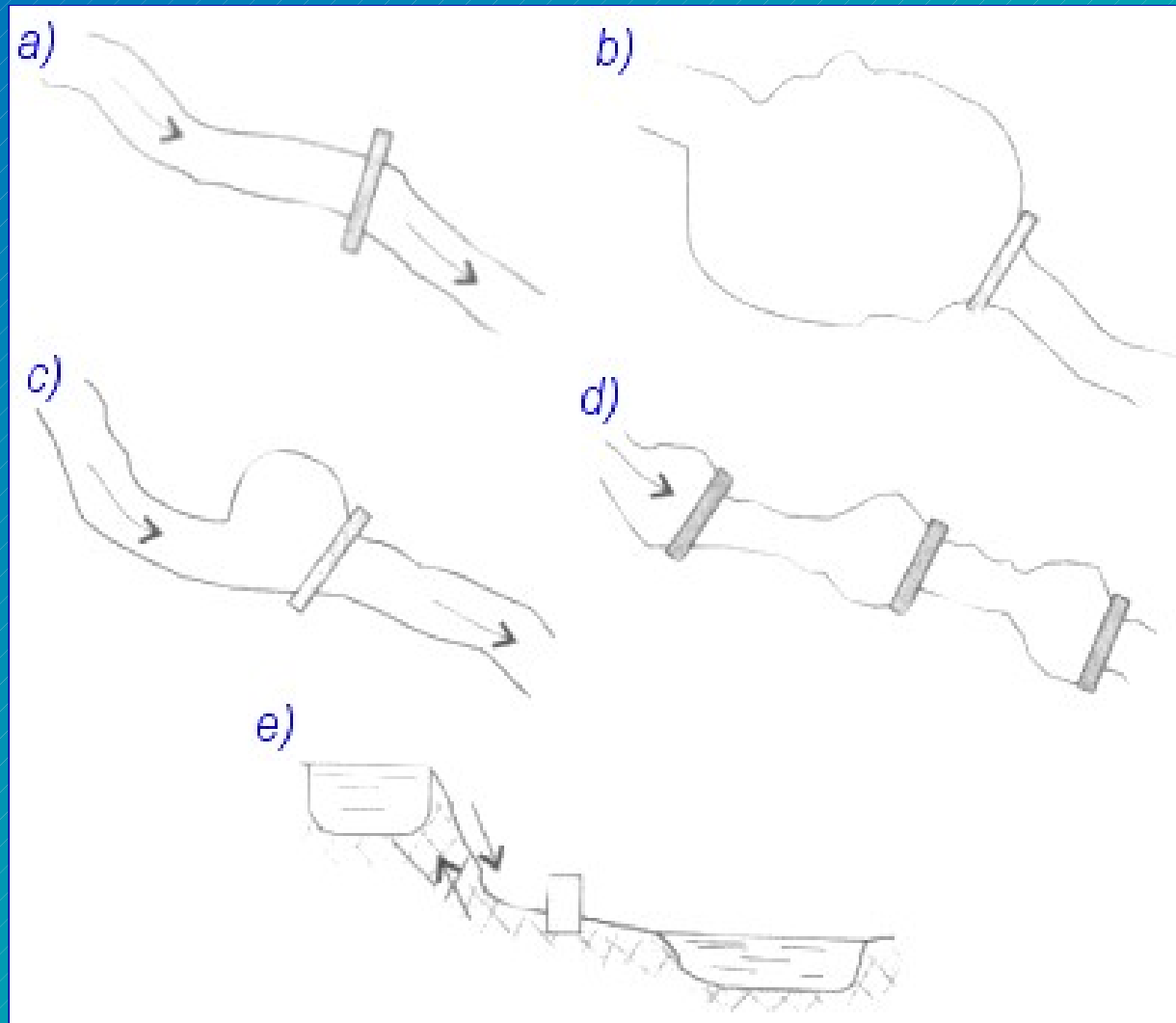
a – przepływowe,

b – regulacyjne
z dużym
zbiornikiem,

c - regulacyjne
z małym
zbiornikiem,

d - kaskadowe,

e - szczytowo-pompowe

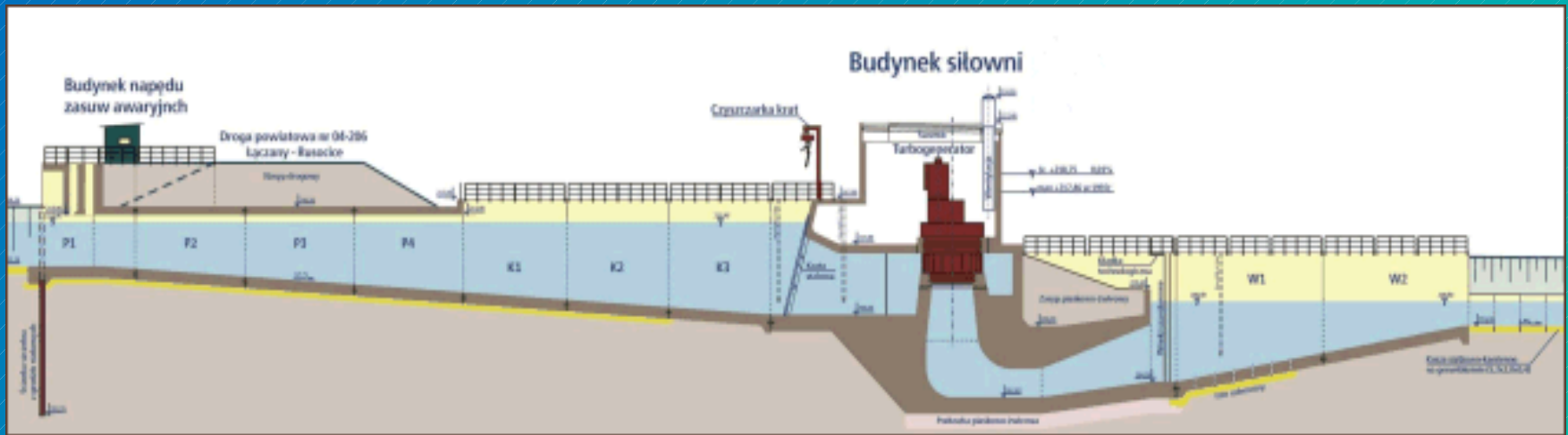


ELEKTROWNIE PRZEPEŁYWOWE

- ❑ Instalacja mieści się w specjalnie skonstruowanym budynku, będącym przedłużeniem przegradzającego rzekę jazu - jest więc zlokalizowana w korycie rzeki, której energię wykorzystuje.
- ❑ Elektrownie tego typu mogą pracować prawie bez przerwy, ilość produkowanej przez nie energii zależy jednak od ilości wody, przepływającej akurat w rzece.
- ❑ W Polsce największe znaczenie wśród tego typu hydroelektrowni mają niskospadowe elektrownie z zaporami ziemnymi, wyposażone w turbiny Kaplana, turbiny rurowe, bądź też – w przypadku bardzo małych mocy – w turbiny rurowe z generatorem zewnętrznym lub turbiny Banki-Michella.

ELEKTROWNIE PRZEPEŁYWOWE

- Elektrownie przepływowe nie posiadają zbiornika, produkcja energii zależy od ilości energii płynącej w rzece w danym momencie



przekrój MEW Łęczany rz. Wisła

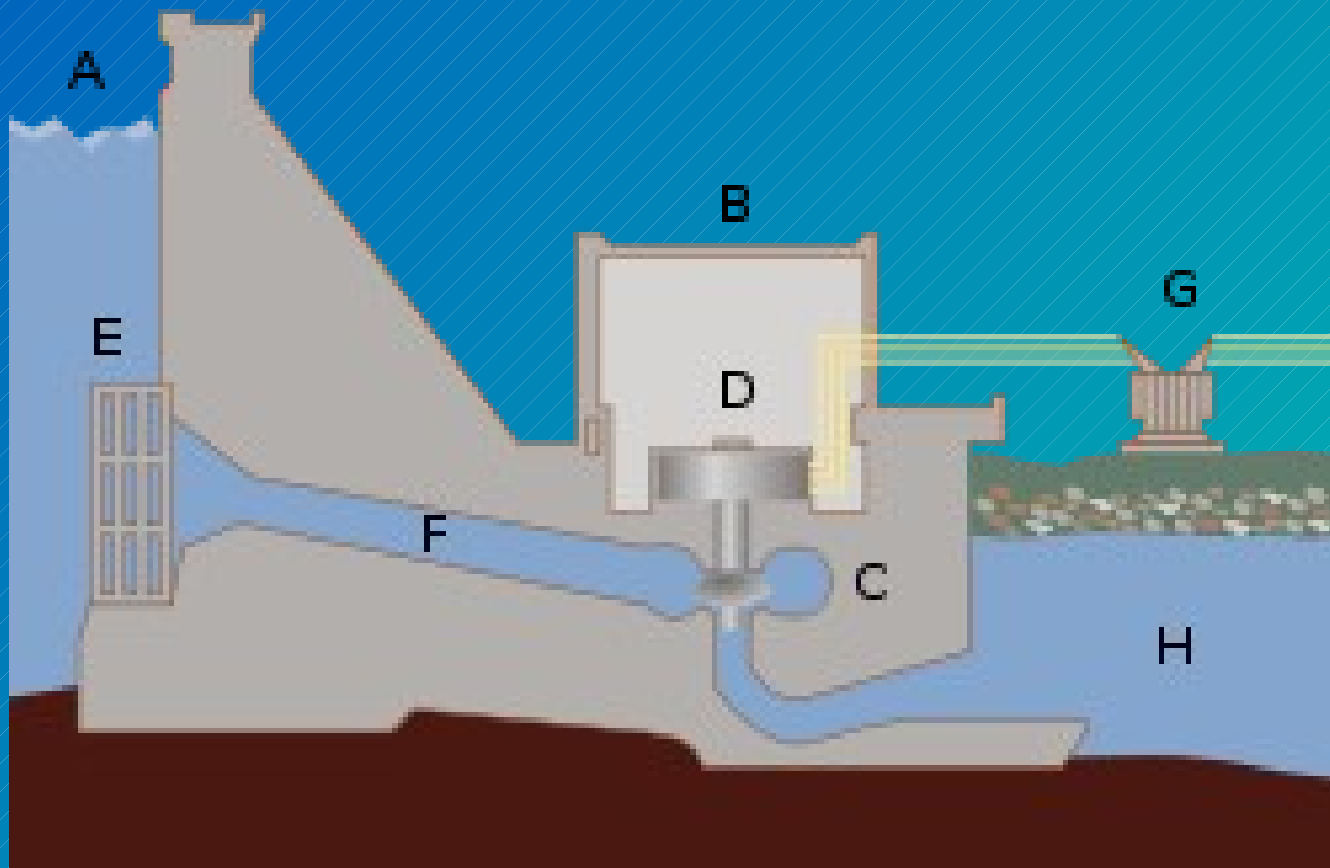
spad $H = 5,4\text{m}$,

moc $P = 2,5\text{ MW}$

ELEKTROWNIE REGULACYJNE

- Dzięki znajdującemu się przed nią zbiornikowi wodnemu, elektrownia zbiornikowa może produkować energię o większej mocy, niż moc odpowiadająca chwilowemu dopływowi, może też reagować na zmieniające się zapotrzebowanie na energię i dostosowywać się do sezonowych wahań ilości przepływającej wody.
- Ten typ hydroelektrowni reprezentowany jest najczęściej przez duże elektrownie wodne.
- Powstały przed zaporą sztuczny zbiornik wodny pełni także istotną funkcję przeciwpowodziową.

ELEKTROWNIE REGULACYJNE



A - zbiornik wodny, B - elektrownia, C - turbina,
D - generator, E - pobór wody, F - korytarz wodny,
G - linie wysokiego napięcia, H - rzeka

ELEKTROWNIE REGULACYJNE



www.solina.pl

ELEKTROWNIE SZCZYTOWO-POMPOWE

- Posiada dwa zbiorniki wodne: górny i dolny.
- W okresie małego zapotrzebowania na energię elektrownia przepompowuje wodę ze zbiornika dolnego do górnego, gromadząc w ten sposób potencjalną energię - jest to praca pompowa (silnikowa) hydroelektrowni.
- Z kolei pracę turbinową (generatorową) elektrownia wodna wykonuje, gdy zapotrzebowanie na energię wzrasta - uwalnia się wtedy wodę ze zbiornika górnego, by spływając do dolnego napędzała produkującą prąd turbinę.

ELEKTROWNIE SZCZYTOWO-POMPOWE

Elektrownia Wodna Żarnowiec wykorzystuje jezioro Żarnowieckie jako zbiornik dolny, natomiast górny zbiornik jest całkowicie sztucznym obiektem. Elektrownia wyposażona jest w cztery jednakowe hydrozespoły odwracalne.

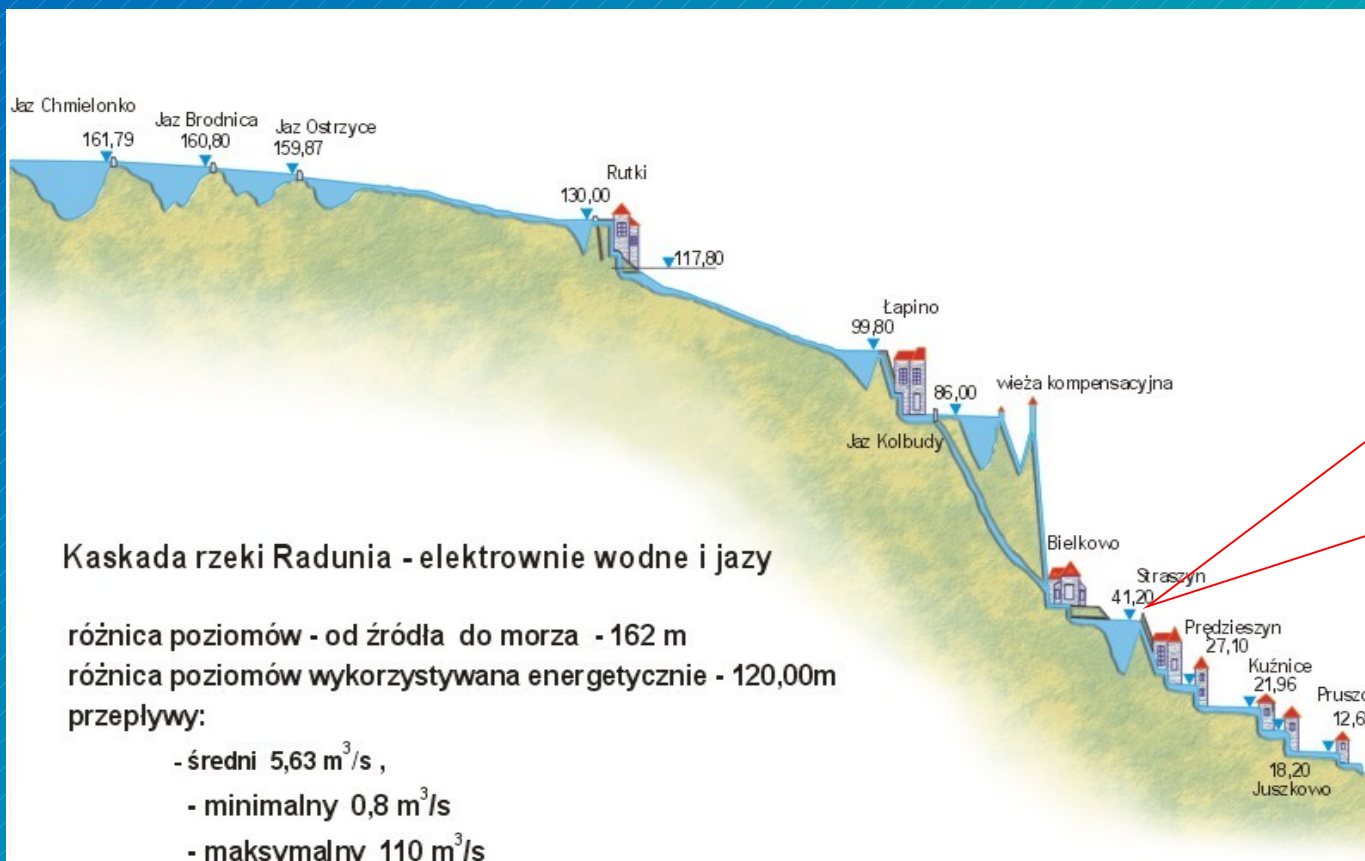


ELEKTROWNIE SZCZYTOWO-POMPOWE



ELEKTROWNIE KASKADOWE

Stosuje się w nich wiele zbiorników, które umożliwiają regulację napełniania i opróżniania indywidualnie jak i zbiorowo – co pozwala na magazynowanie nadmiaru energii.

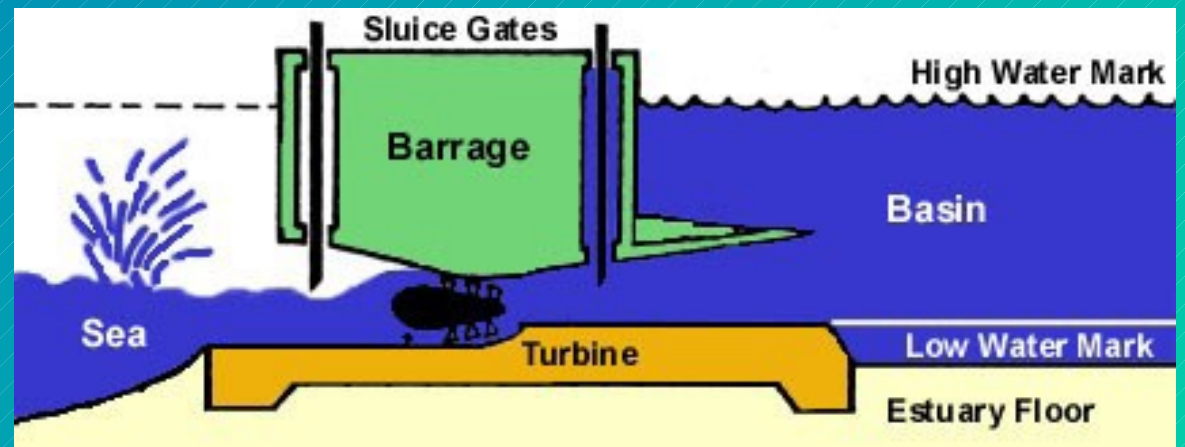
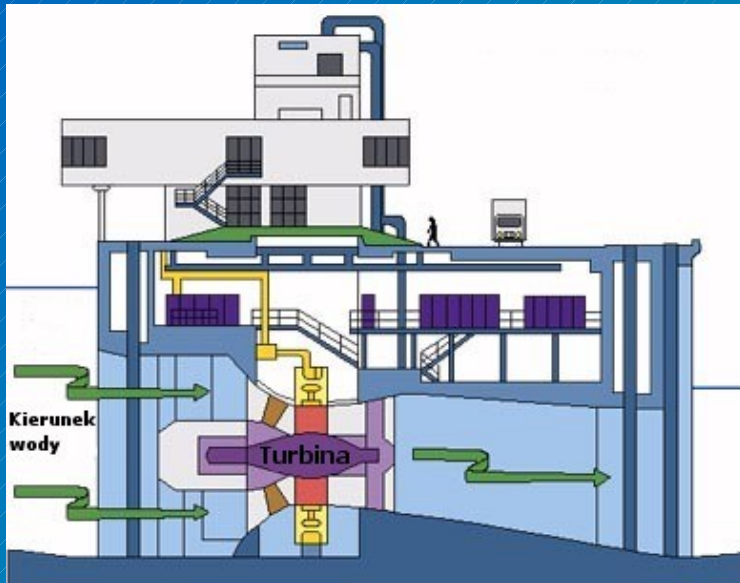


ELEKTROWNIE PŁYWOWE

- ❑ Elektrownie pływowe, stanowiące szczególny rodzaj elektrowni wodnych, wykorzystują energię przyływów i odpływów morskich, a w istocie kinetyczną energię ruchu obrotowego Ziemi.
- ❑ W Siłownie te buduje się na morskich wybrzeżach, gdzie siły grawitacji Słońca i Księżycy zmieniają poziom wody dwukrotnie w ciągu doby.
- ❑ Do tego celu konieczne jest, by różnica poziomów wody podczas przyływu i odpływu wynosiła co najmniej 5 m - dogodnym miejscem jest zwłaszcza ujście rzeki wpływającej do morza, pozwalającej na wpłynięcie wód morskich w dolinę rzeki podczas przyływu i wypuszczenie ich poprzez turbiny wodne do morza podczas odpływu.

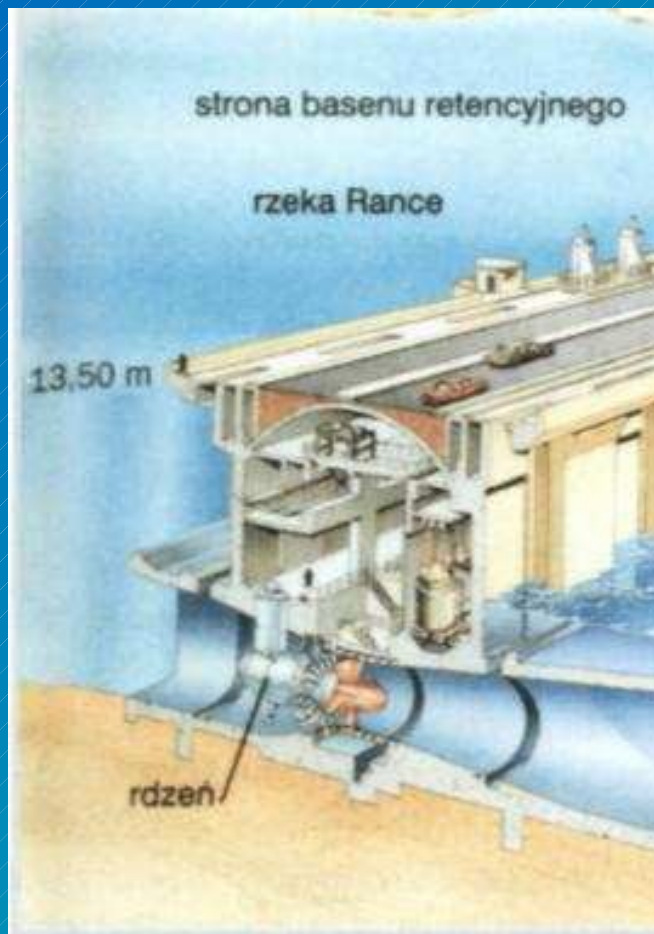
ELEKTROWNIE PŁYWOWE

- W Europie takich lokalizacji jest tylko około stu, a ich łączny potencjał sięga zaledwie 12 000 MW.



ELEKTROWNIE PŁYWOWE

Elektrownia pływowa – Francja, rzeka Rance.
24 turbiny wodne rewersyjne o mocy po 10MW (240 MW).



ELEKTROWNIE WYKORZYST. PRĄDY MORSKIE

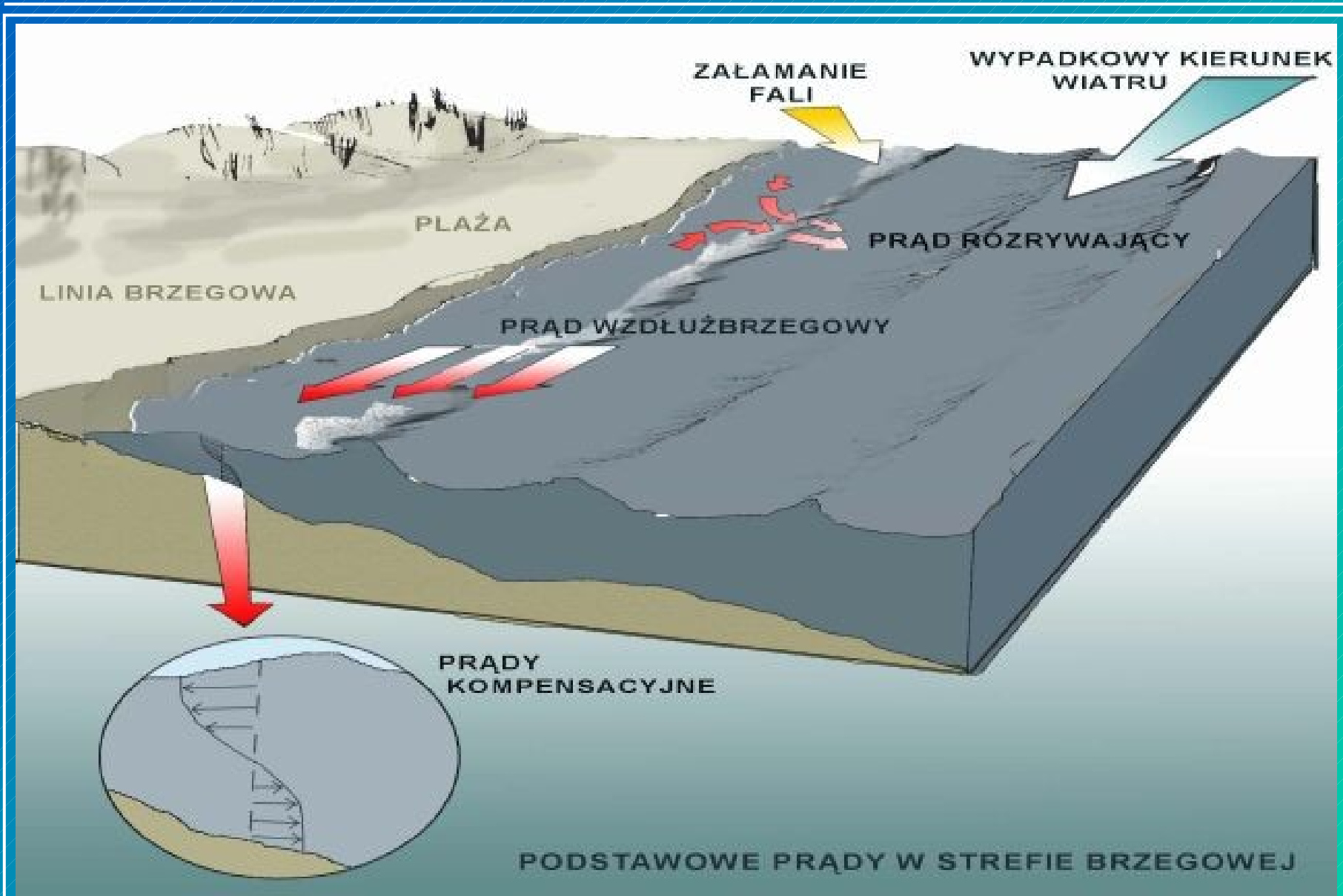


Umieszczone pod woda turbiny napędzane są energią prądów morskich. Produkowana energia elektryczna transportowana jest podwodnym kablem do sieci na lądzie.



© MCT Ltd

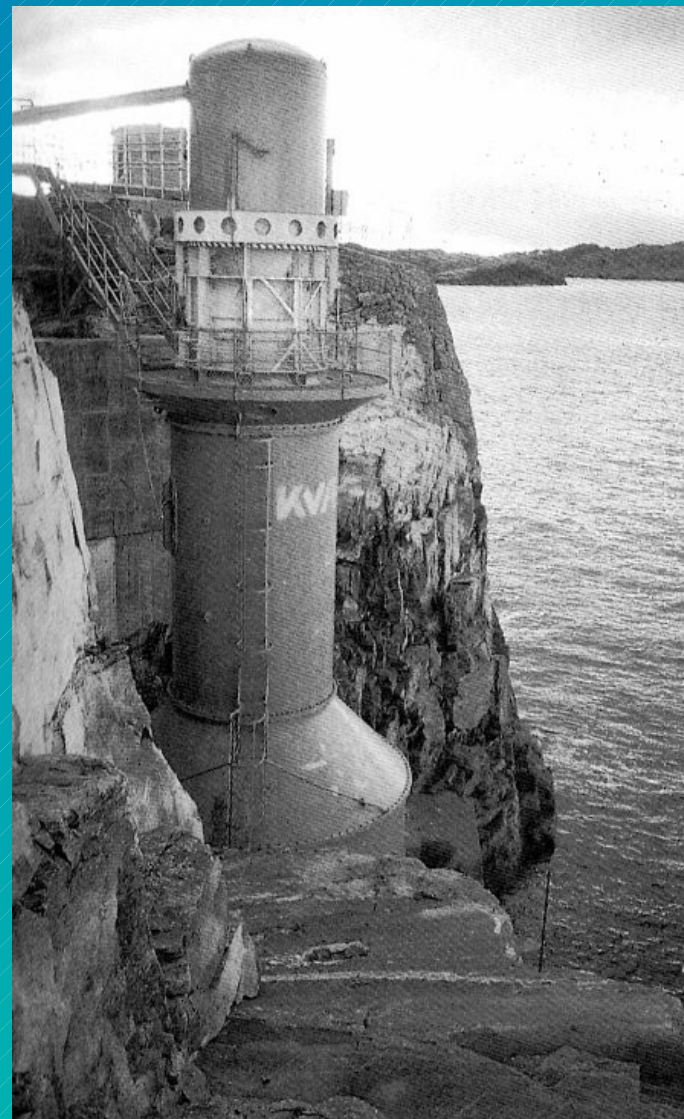
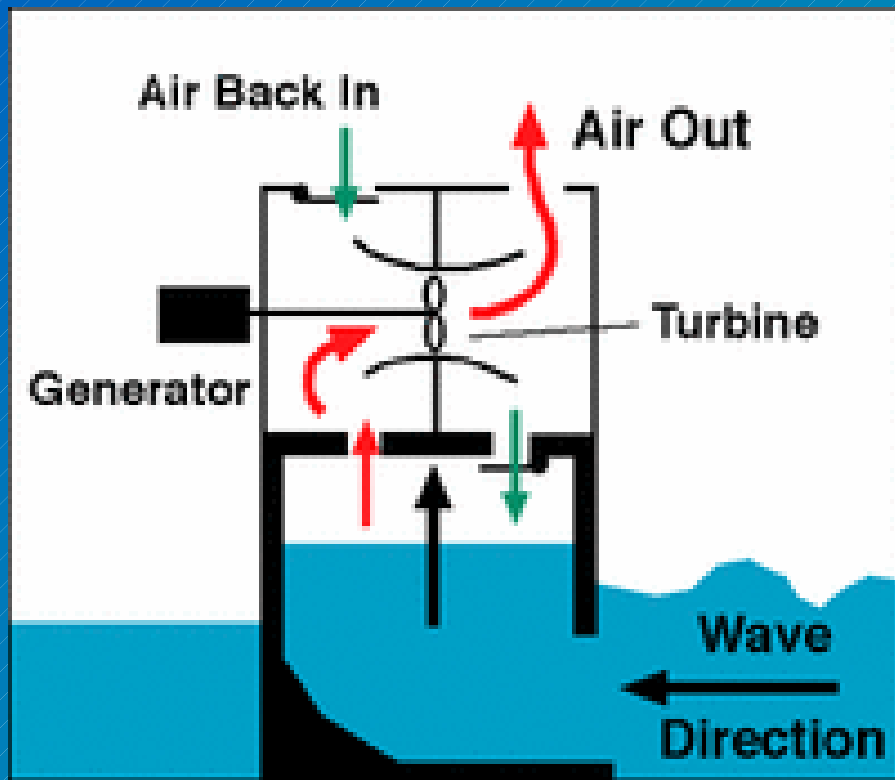
ELEKTROWNIE WYKORZYST. FALE MORSKIE



ELEKTROWNIE WYK. FALE MORSKIE

- Istnieją dwa rozwiązania wykorzystania energii fal morskich napędzających albo turbinę wodną albo powietrzną.
 - W pierwszym rozwiązaniu woda morska pchana kolejnymi falami wpływa zwiężającą się sztolnią do położonego na górze zbiornika. Gdy w zbiorniku tym jest wystarczająca ilość wody, wówczas przelewa się ona przez upust i napędza turbinę rurową Kaplana, sprzężoną z generatorem. Po przepłynięciu przez turbinę woda wraca do morza. Wykorzystana jest więc przemiana energii kinetycznej fal morskich w energię potencjalną spadu.

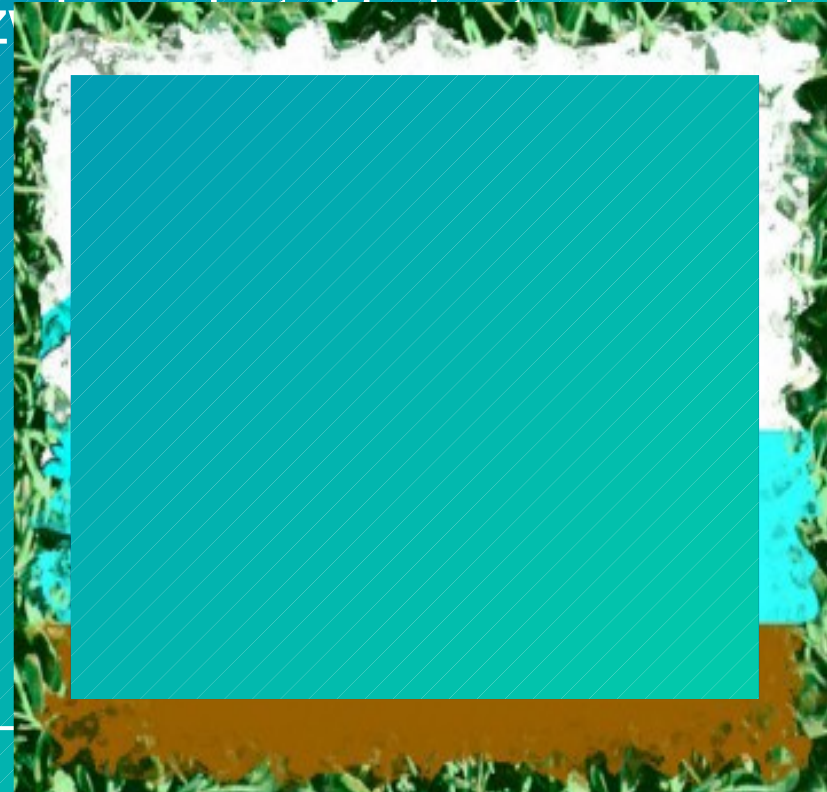
ELEKTROWNIE WYK. FALE MORSKIE



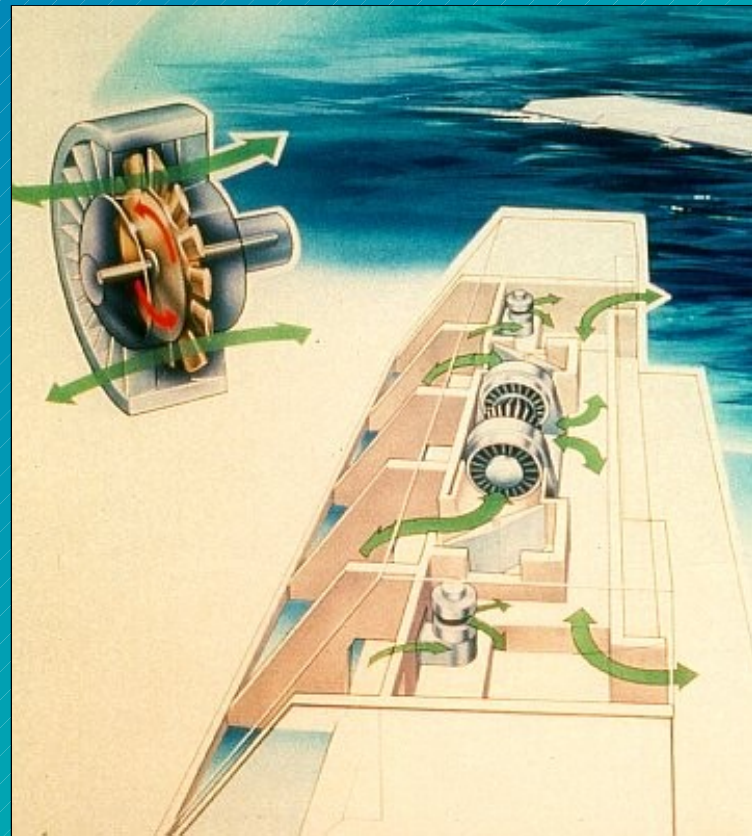
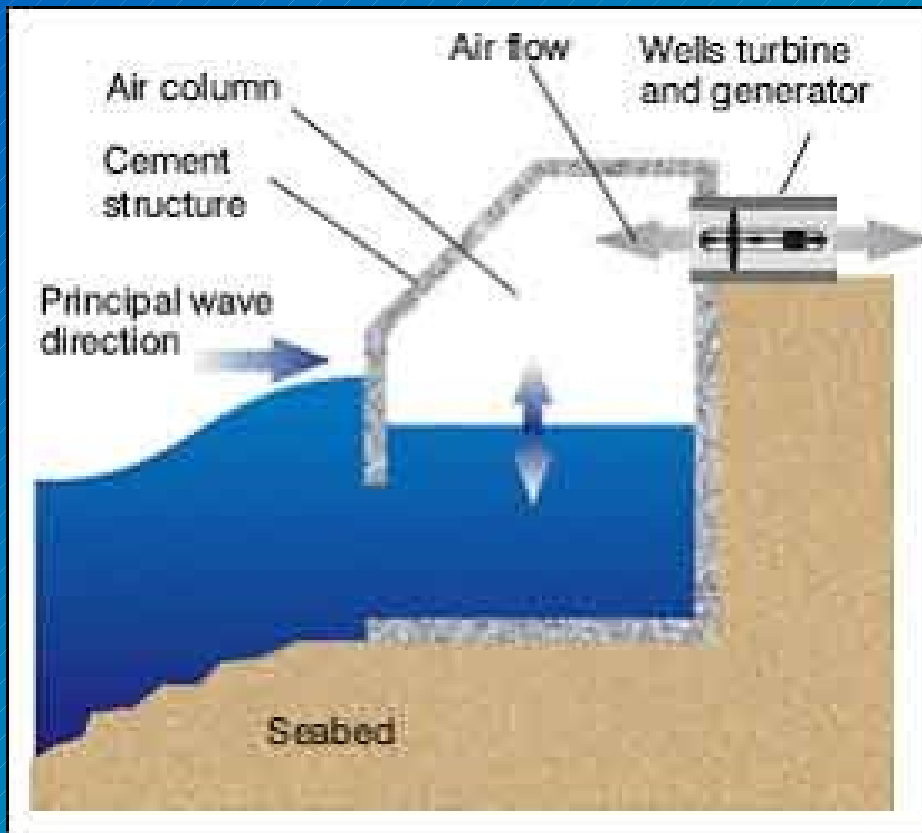
Instalacja taka pracuje od 1986r

ELEKTROWNIE WYK. FALE MORSKIE

- W drugim rozwiązaniu zbiornik jest zbudowany na platformach na brzegu morza. Fale wlewają się na podstawę platformy i wypychają powietrze do górnej części zbiornika. Sprężone przez fale powietrze wprawia w ruch turbinę Wellsa, która napędza generator. Rozp. pod skrótem MOSC.



ELEKTROWNIE WYK. FALE MORSKIE

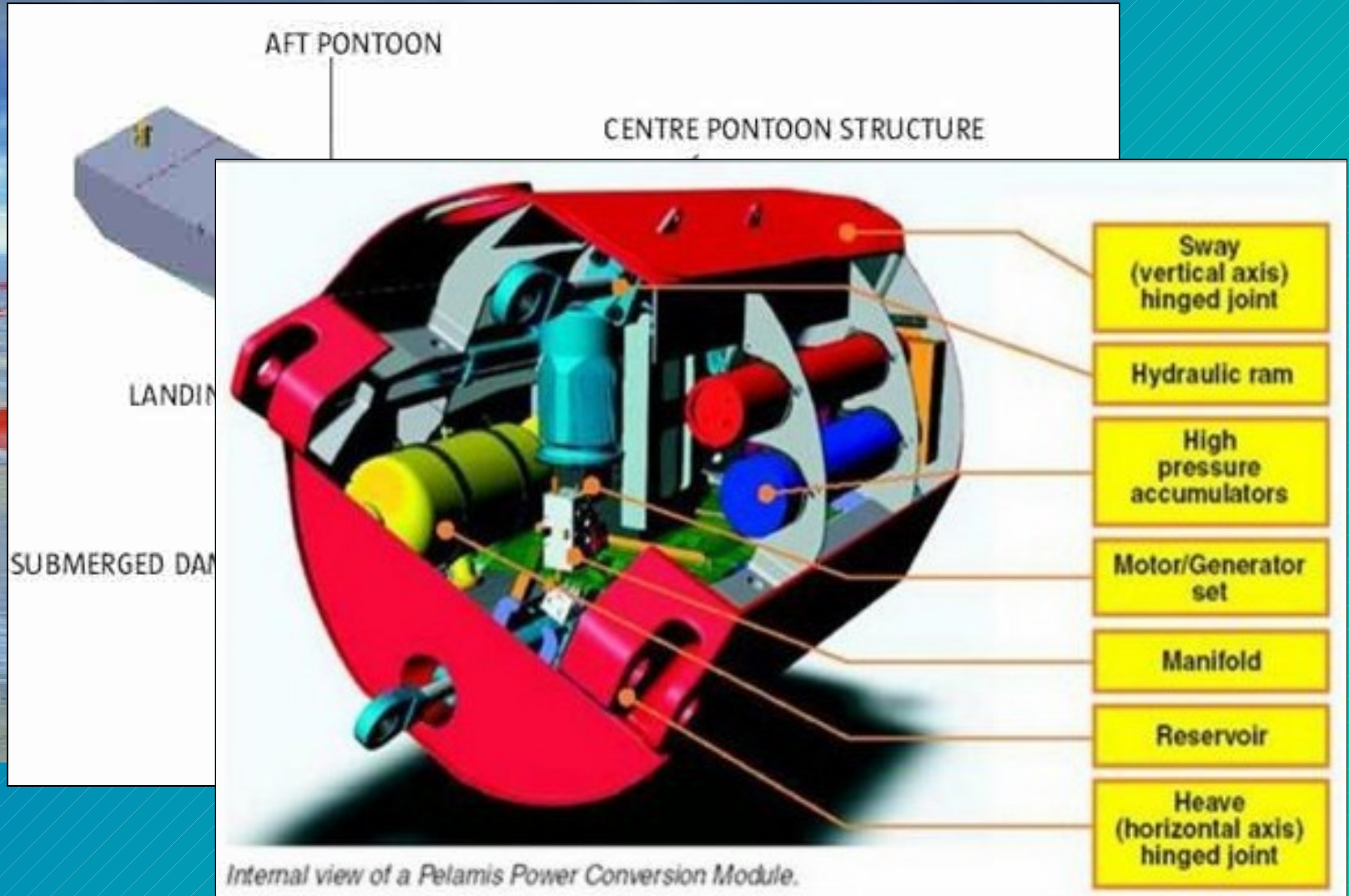


Elektrownie tego typu działają m.in. w Norwegii oraz na wyspie Tongatapu (południowy Pacyfik). W Szkocji ma powstać elektrownia, które posiadać będzie moc 2000 MW.

ELEKTROWNIE WYK. FALE MORSKIE

- Innymi sposobami wykorzystania energii fal morskich są tzw. "tratwy" i "kaczki".
 - Każda "tratwa" składa się z trzech części połączonych ze sobą zawiasami i poruszających się na falach. Ruch fal porusza tłoki pomp znajdujących się w środkowej części "tratwy". Pompowana woda napędza turbinę sprzężoną z generatorem.
 - W przeciwieństwie do "tratw", które wykorzystują pionowy ruch fal, "kaczki" wykorzystują poziome ruchy wody morskiej. Łańcuchy "kaczek" umieszczone na długim pręcie podskakując na falach niezależnie od siebie wprowadzają w ruch tłoki pomp.

ELEKTROWNIE WYK. FALE MORSKIE



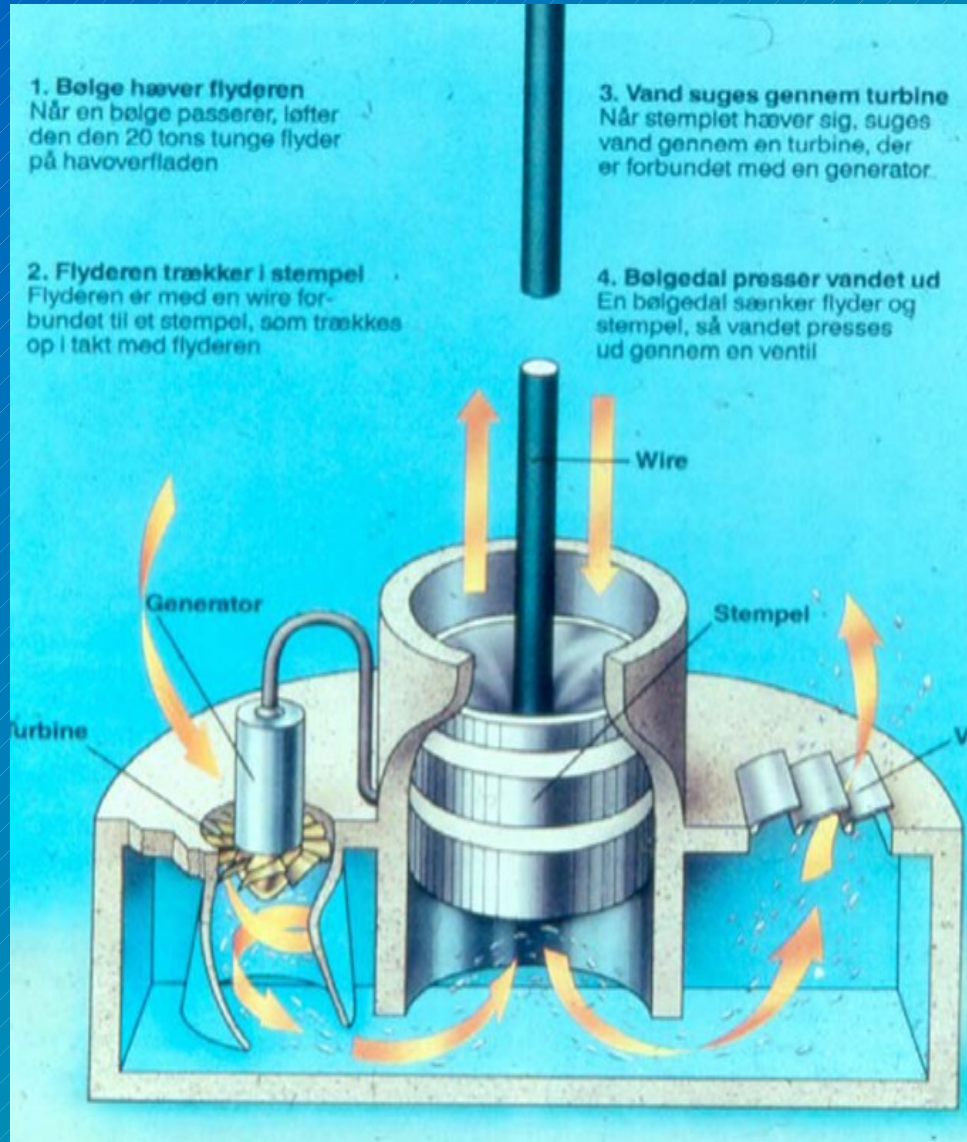
ELEKTROWNIE WYK. FALE MORSKIE

1. Bølge hæver flyderen
Når en bølge passerer, løfter den den 20 tons tunge flyder på havoverfladen

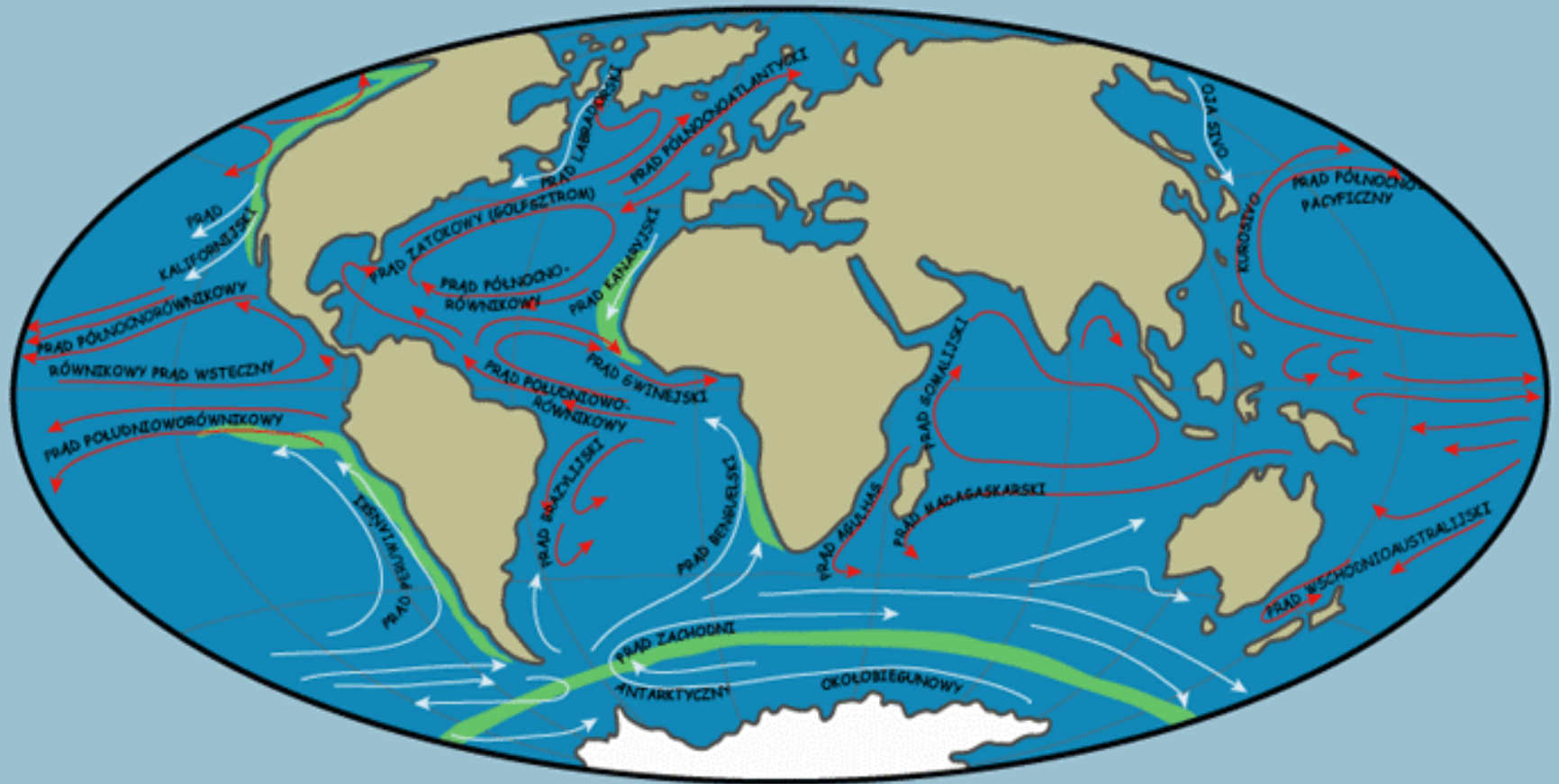
2. Flyderen trækker i stempel
Flyderen er med en wire forbundet til et stempel, som trækkes op i takt med flyderen

3. Vand suges gennem turbine
Når stemplet hæver sig, suges vand gennem en turbine, der er forbundet med en generator.

4. Bølgedal presser vandet ud
En bølgedal sænker flyder og stempel, så vandet presses ud gennem en ventil



ELEKTROWNIE MARETERMICZNE



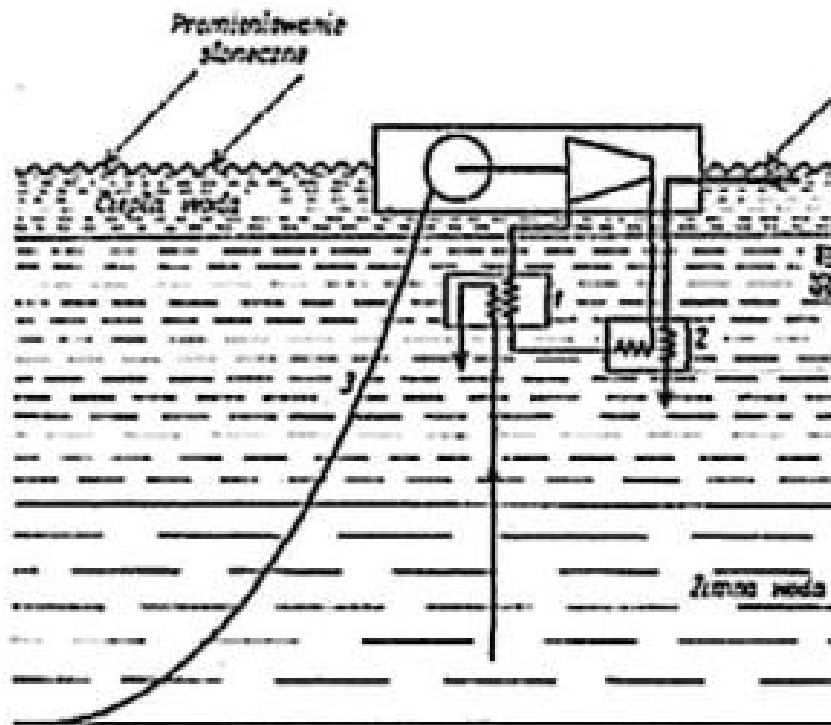
 STREFY UPWELLINGU

 PRĄDY MORSKIE
CIEPŁE

 PRĄDY MORSKIE
ZIMNE

ELEKTROWNIE MARETERMICZNE

- Elektrownie maretermiczne pracują (10MW) i na Hawajach (40MW).



Schemat ideowy elektrowni maretermicznej
1 – skraplacz, 2 – kocioł parownika, 3 – kąt

