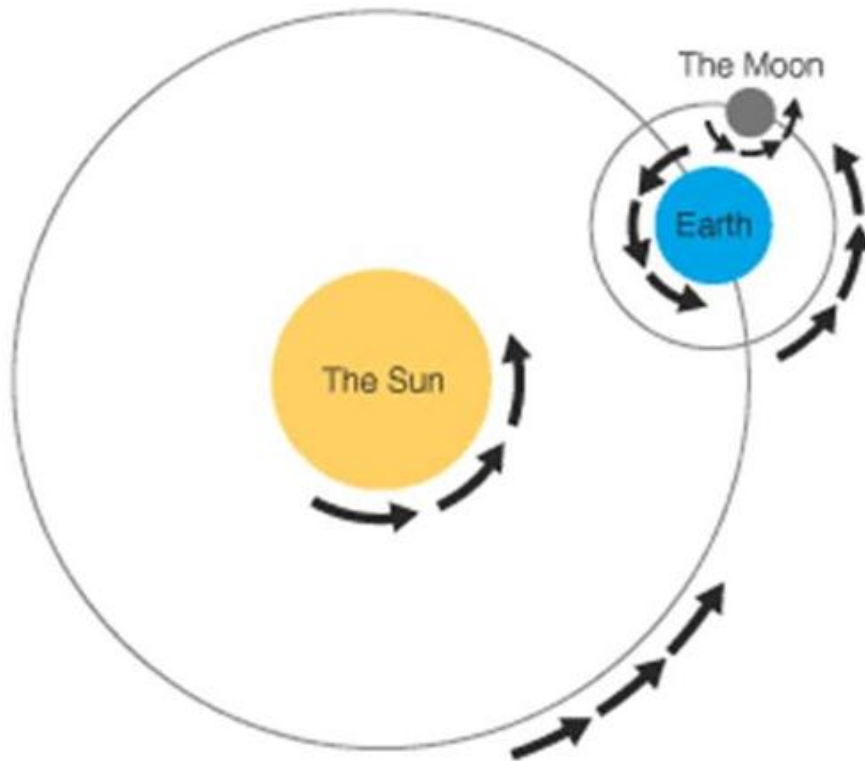


# Прилив и одлив (Плима и осека)

Доц. Д-р Емил Заев

# Систем Сонце-Земја-Месечина



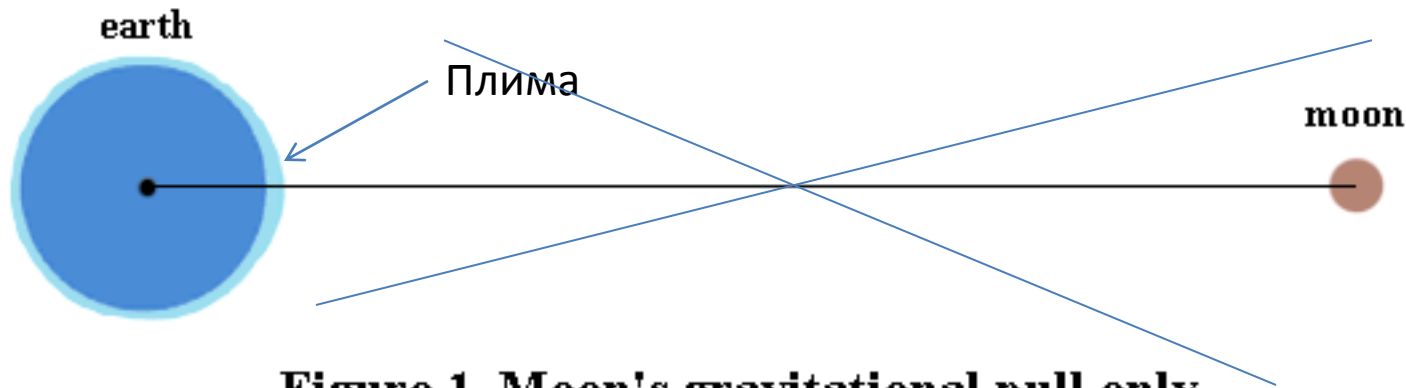
Добро познати факти:

- 1) Земјата ротира околу Сонцето за 365 дена. (Промена на годишни времиња, наклон на оската на Земјата)
- 2) Месечината орбитира околу Земјата за 28 дена. (Полна месечина/полу месечина).
- 3) Земјата ротира околу својата оска за 24 ч. (Ден/Ноќ, Плима и осека два пати во текот на денот)
- 4) Месечината е оддалечена од Земјата 384 403 km. Земјата е оддалечена од Сонцето 149 597 887 km.
- 5) Дијаметар на сонцето 1.4 милијони km. Дијаметар на Месечината 3 474 km.

# Што е тоа плима и осека?

**Најчесто среќавана дефиниција:** Плимата и осеката претставуваат појава на подигање и спуштање на нивоата на океаните на Земјата поради дејството на привлечните гравитациски сили на Месечината (и Сонцето).

Сонцето е многу поголемо од Месечината но е и многу подалеку, така што гравитациската сила на Сонцето е  $1/2$  од гравитациската сила на Месечината.



**Figure 1. Moon's gravitational pull only**

**Напомена:** Заради поедноставување, на сликите површината на Земјата е целосно покриена со вода со еднаква длабочина (светло сина боја). Во реалноста, површината на Земјата е покриена со 71% вода и 29% копно. 95 % од водата е океанска солена вода. Океанските води се поврзани меѓу себе.

# Њутнов универзален закон за гравитација

- Сите тела кои поседуваат одредена маса се привлекуваат помеѓу себе со одредена сила.
- Според Њутновиот универзален закон за гравитација, две тела во универзумот се привлекуваат помеѓу себе со сила која е пропорционална на производот од нивните маси и обратно пропорционална на квадратот од нивното растојание.

$$F = \frac{mMG}{r^2}, G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2} - \text{univer. grav. konst}$$

- Пр. Со колкава сила се привлекуваат две тела со маса  $m=1\text{kg}$  поставени на растојание од  $1\text{m}$ .

$$F = \frac{mMG}{r^2}, G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2},$$

$$m = 1\text{kg}, M = 1\text{kg}, r = 1\text{m}$$

$$F = 6.67 \cdot 10^{-11} [N]$$

# Земјино забрзување

Со колкава сила делува Земјата на нас?

Доколку со мало  $m$  ја обележиме нашата маса, а со големо  $M$  масата на Земјата, со  $r$  радиусот на земјата, силата со која Земјата делува на нас е:

$$F = \frac{mMG}{r^2}, G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2},$$

$$M = 5.97219 \cdot 10^{24} kg, r = 6.371 \cdot 10^6 m$$

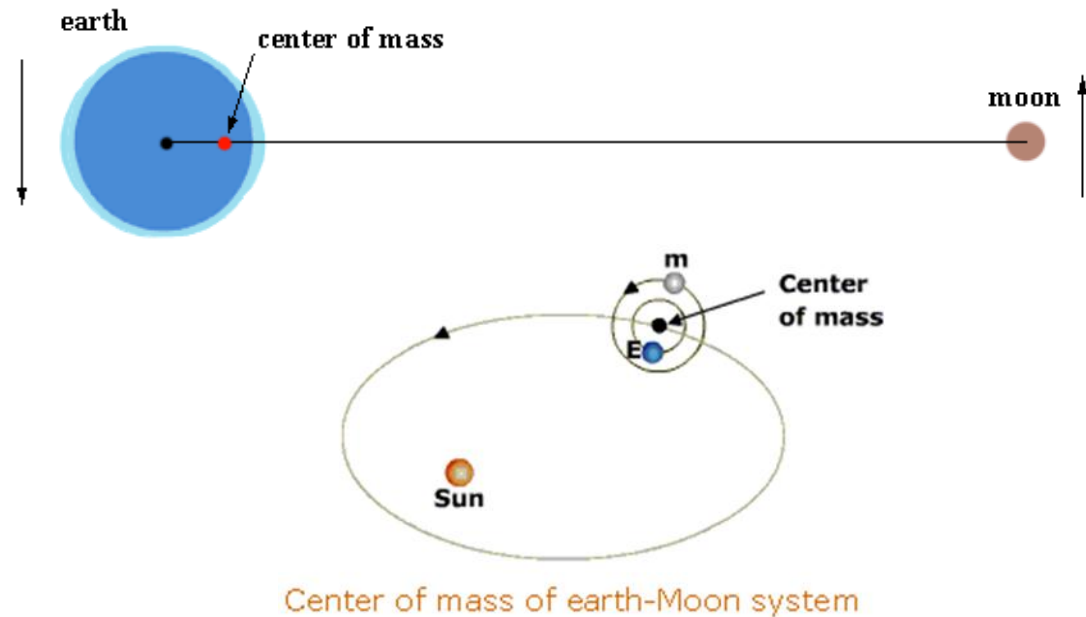
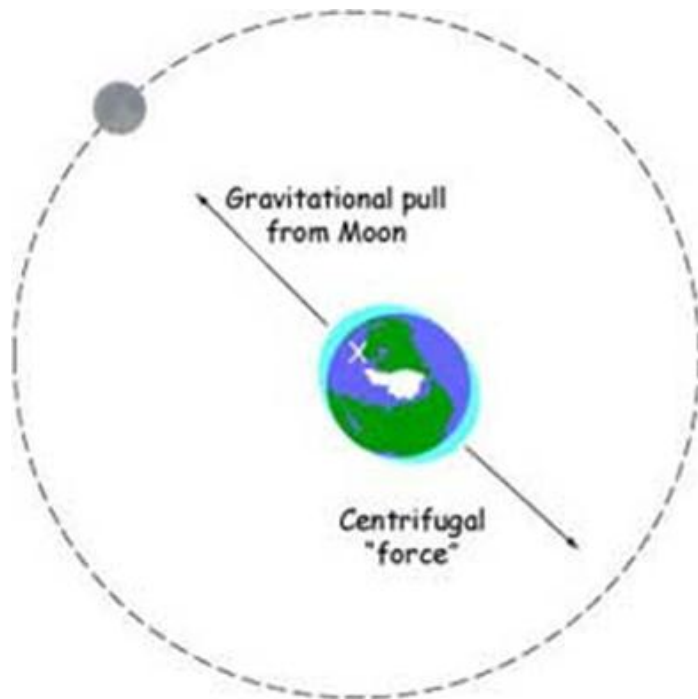
$$F = \frac{m \cdot 5.97219 \cdot 10^{24} \cdot 6.67 \cdot 10^{-11}}{6.371^2 \cdot 10^{12}} = m \cdot 9.813975$$

$$F = m \cdot g$$

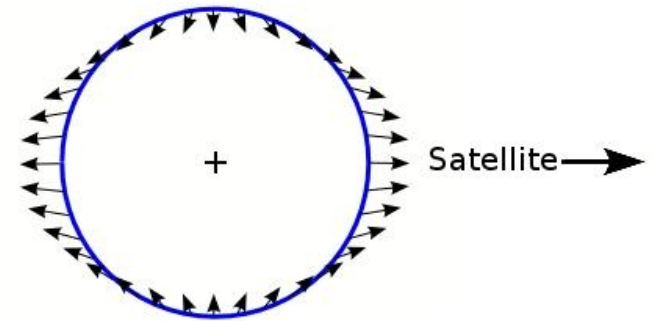
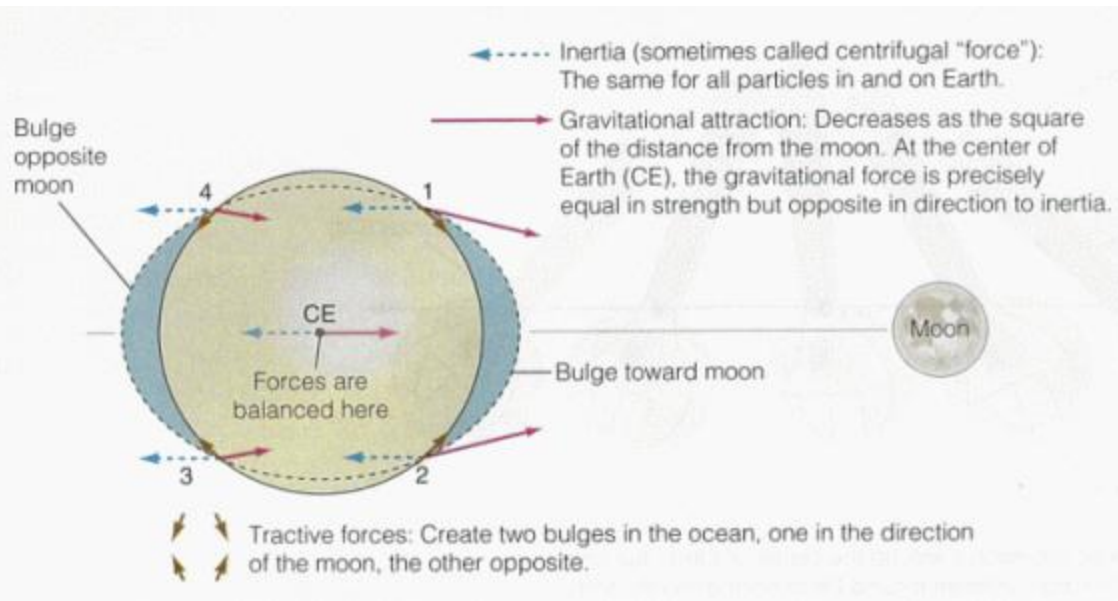
$$g = \frac{MG}{r^2}$$

# Зошто постои истовремено плима на двата краја од Земјата?

На едниот крај (поблискиот до Месечината) е поради привлечната гравитациска сила од Месечината, на спротивниот крај е поради центрифугалната сила (инерцијата на водената маса) поради вртењето на Земјата околу центарот на заедничката маса.

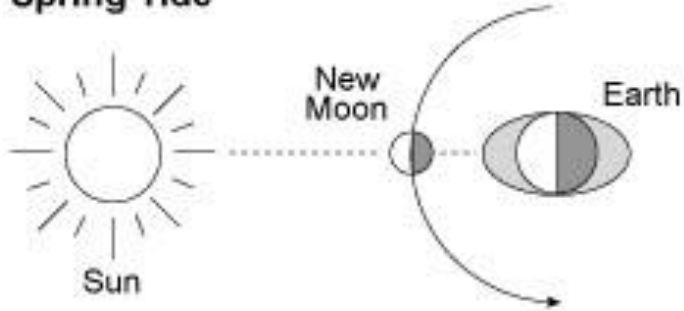


# Како се добива резултантната сила на плима и осека

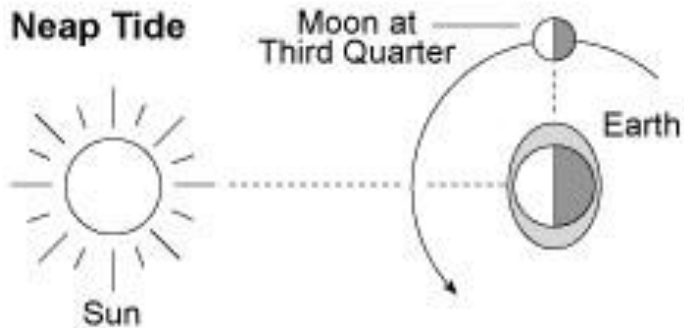


# Зошто има плима и осека со различна висина?

**Spring Tide**



**Neap Tide**

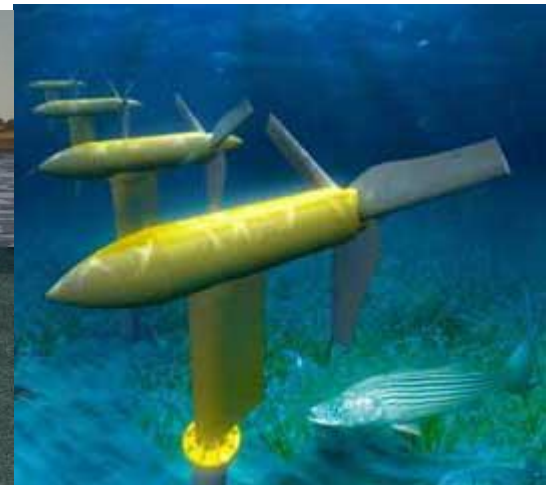
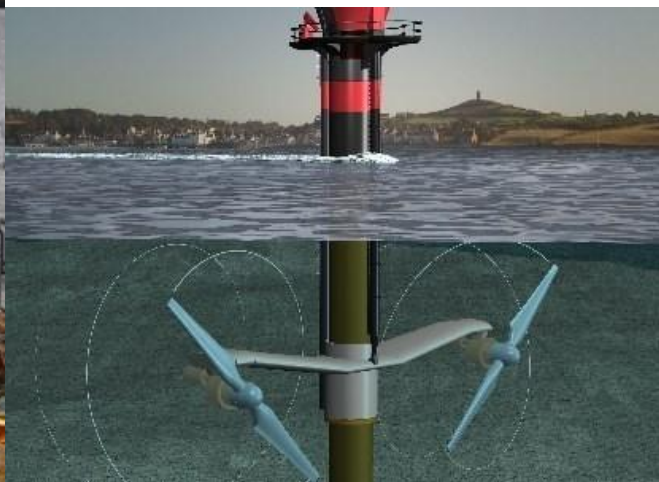


Висината на плимата зависи од релативната позиција на Земјата, Месечината и Сонцето. Кога Сонцето, Земјата и Месечината лежат на иста права, привлечната сила на Месечината е засилена со онаа на Сонцето, со што се создаваат највисоките плими и најниските осеки. Ова се случува при полна месечина. Кога Сонцето, Земјата и Месечината формираат прав агол, привлечната сила на Месечината и Сонцето се неутрализираат една со друга па тогаш висината на плимата и осеката се најниски. Ова се случува при полу-месечина.



# Искористување на енергијата од плима и осека

1) Со приливни (водени) турбини (слични на ветерните)



Приливните турбини ја користат кинетичката енергија на окенските струења поради плима, слично на ветерните турбини кои ја користат енергијата на ветерот.

Приливните турбини имаат најдобар степен на корисно дејство при приливни струења помеѓу 4 и 5.5 mph.

# Со електрани

2) Со користење на потенцијалната енергија на водата поради висинската разлика помеѓу плимата и осеката. Најдобро е таа висинска разлика да биде од 10-15 м. Потребно е да се направи брана, најчесто на влезот на некој теснец (тесен воден канал на копното), со која ќе се поврзат двете копнени маси и ќе се формира воден базен одвоен од океанот. (Слика. La Rance Франција) Добивањето на електричната енергија може да биде на два начини:

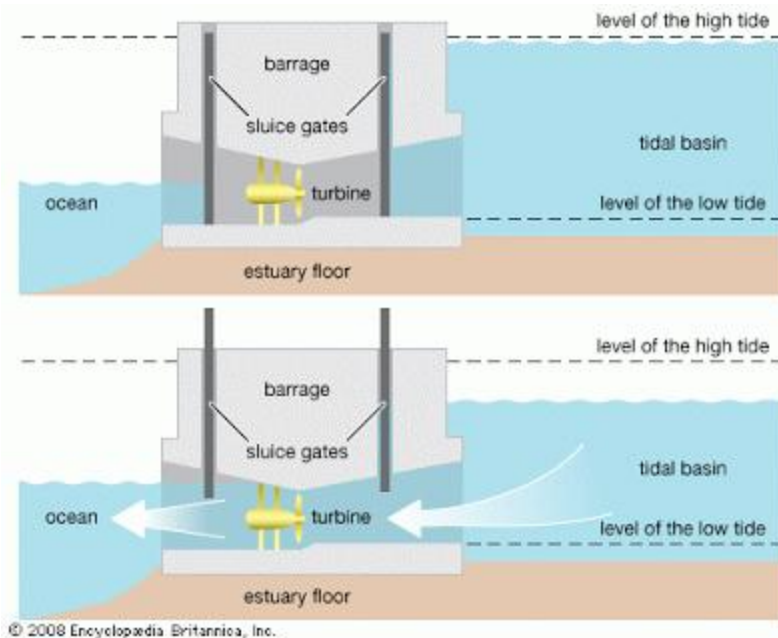
А) Со еднонасочни турбини

Б) Со двонасочни турбини



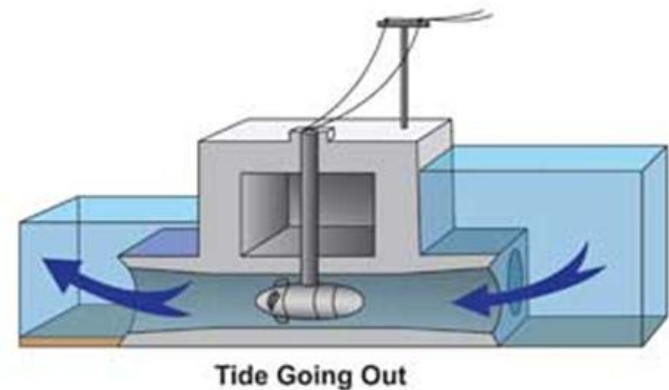
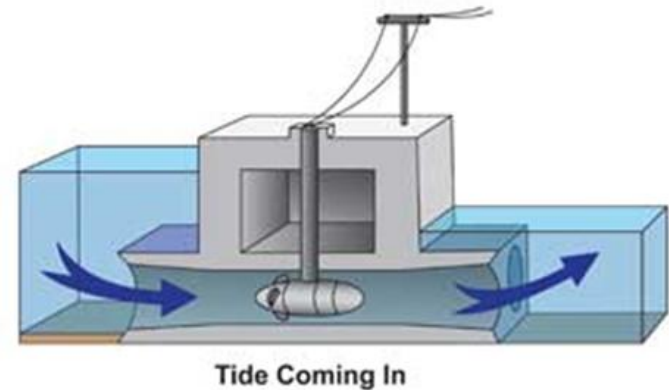
# Еднонасочни турбини

А) Со еднонасочни турбини. При плима, водата е оставена да се движи слободно преку браната, така што нивото на водата во базенот и во океанот се еднакви. Откако плимата ќе ја постигне највисоката точка, затворачите на браната се затвораат. По одредено време (1-2 ч), откако нивото на водата поради одливот во океанот ќе опадне, затворачите се подигаат и настанува движење на водата преку турбините од базенот во океанот. Овие турбини имаат подобар степен на искористување но работат во пократки временски интервали (4-5 ч).



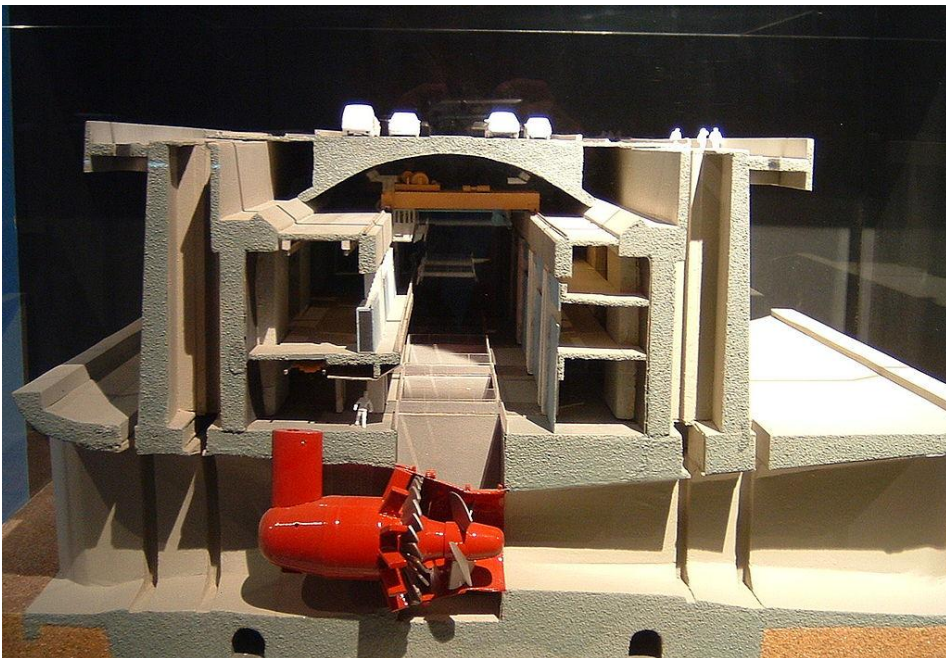
# Двонасочни турбини

Б) Со двонасочни турбини. При плима, водата од океанот се претура во базенот преку каналите на браната и притоа ги придвижува турбините кои произведуваат енергија. При највисоката точка браната не се зтвора туку се остава водата при појавата на осека да почне да се движи во обратна насока од базенот кон океанот, низ истите турбински канали, повторно задвижувајќи ги турбините. Овие турбини имаат полош степен на искористување но работат во подолги временски интервали (7-8 ч).



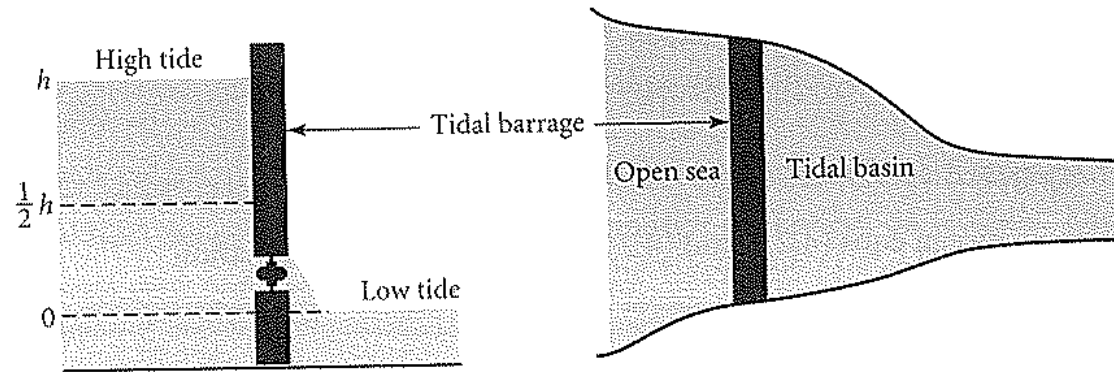


# Rance (Франција) Електрана (240 MW)



Прва приливна централа. Има 24x10 MW турбини од типот цевни турбини. Завршена е во 1966.

# Пресметка на просечна моќност (Пример 4.3)



Доколку со  $A$  е означена површината на базенот а со  $h$  е означена расположивата висина (разлика помеѓу плима и осека), масата на водата во базенот може да се пресмета како:  $m = \rho Ah$

Вкупната работа која може да се изврши со спуштање на водата е дадено со:

$$W = F \cdot \frac{1}{2}h = m \cdot g \frac{1}{2}h = \frac{1}{2} \rho g Ah^2$$

$$P = \frac{1}{2} \frac{\rho g Ah^2}{T}$$

За  $h=7\text{m}$ ,  $A=520 \text{ km}$ ,  $T=12.5 \text{ h}$ , просечната моќност на централата е:

$$P = \frac{1}{2} \frac{\rho g Ah^2}{T} = \frac{10^3 \cdot 10 \cdot 520 \cdot 10^6 \cdot 7^2}{2 \cdot 4.5 \cdot 10^4} \approx 2.8 \text{ GW}$$

# Цена на чинење

Примери за цена на чинење на одредени центри.

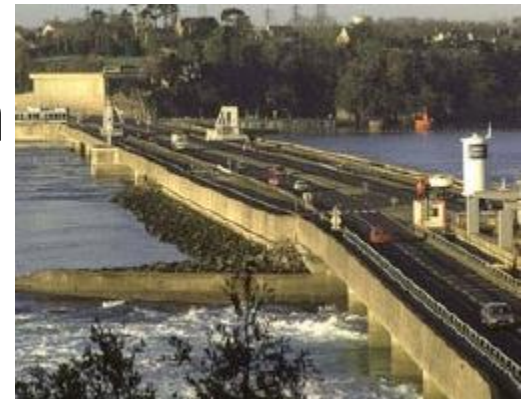
Локација	Производство	Цена
La Rance (Francija)	240 MW	\$125,000,000
Severn (Anglija)-predlog	8GW	\$30,000,000,000
Sihwa lake, J. Korea	254 MW	\$250,000,000

Исплатливоста за изградба на една приливна централа се одредува според Gibrat соодносот. Gibrat соодносот претставува сооднос помеѓу должината на браната во метри и годишниот производ на електрична енергија во кило волт часови. Доколку бројката е помала толку е подобро.

Локација	Gibrat Сооднос
La Rance (Francija)	0.36
Severn (Anglija)	0.87
Bay of Funday (Kanada)	0.92

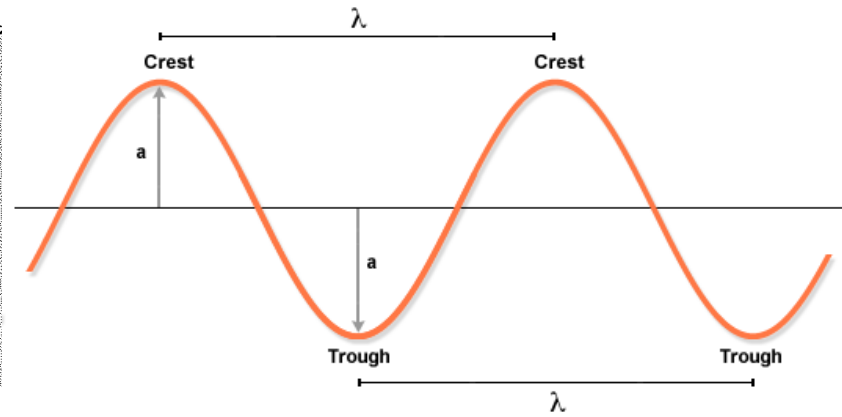
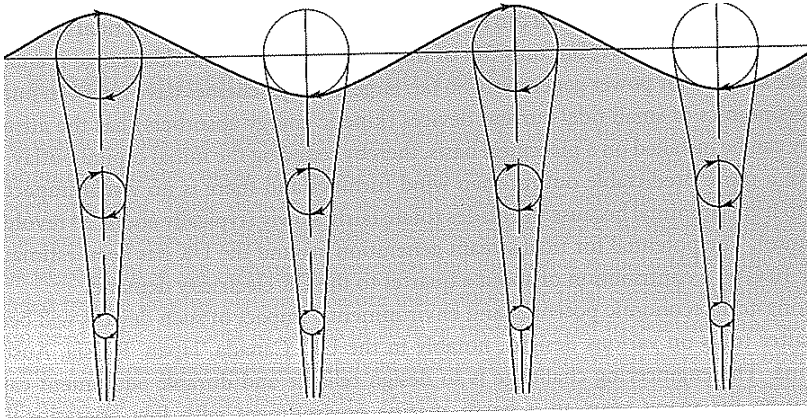
# Социо-економски придобивки

- Се користи обновлив извор на енергија
- Браните можат да се користат и како патишта
- Атрактивни туристички места
- Тие се предвидлив и поуздан извор на енергија





# Енергија на бран



Движењето на течноста под површината се намалува со длабочината. Брзината на движење на бранот (изминат пат на бранот (едно издигнување) во единица време) е дадена со:

$$c = \sqrt{g\lambda/(2\pi)}.$$

Моќноста на бранот по должен метар се пресметува по следнава равенка:

$$P = \frac{1}{4}\rho g a^2 \sqrt{g\lambda/(2\pi)}.$$

**Пример 4.5.** За амплитуда на бран од 1 м и должина од 100 м, моќноста на бранот по должен метар е еднаква на 32 KW/m.

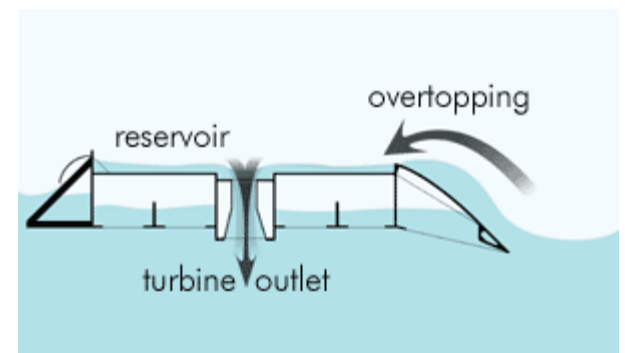
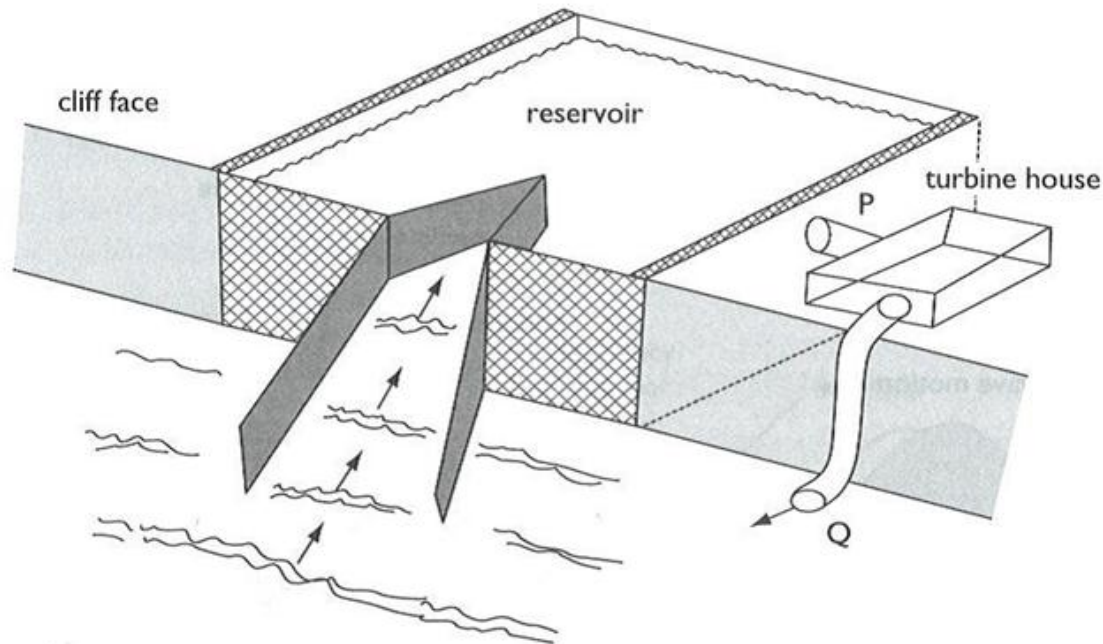
Типична моќност на брановите во длабоките води на океанот е од 30-70 KW/m

# Уреди за искористување на енергијата на брановите

Главни предизвици на уредите се:

- Опстанок при големи бури
- Капитални трошоци за конструкција
- Осетливост на подвижните делови на морската вода
- Оперативни и трошоци за одржување
- Трошоци за поврзување со ел. мрежа

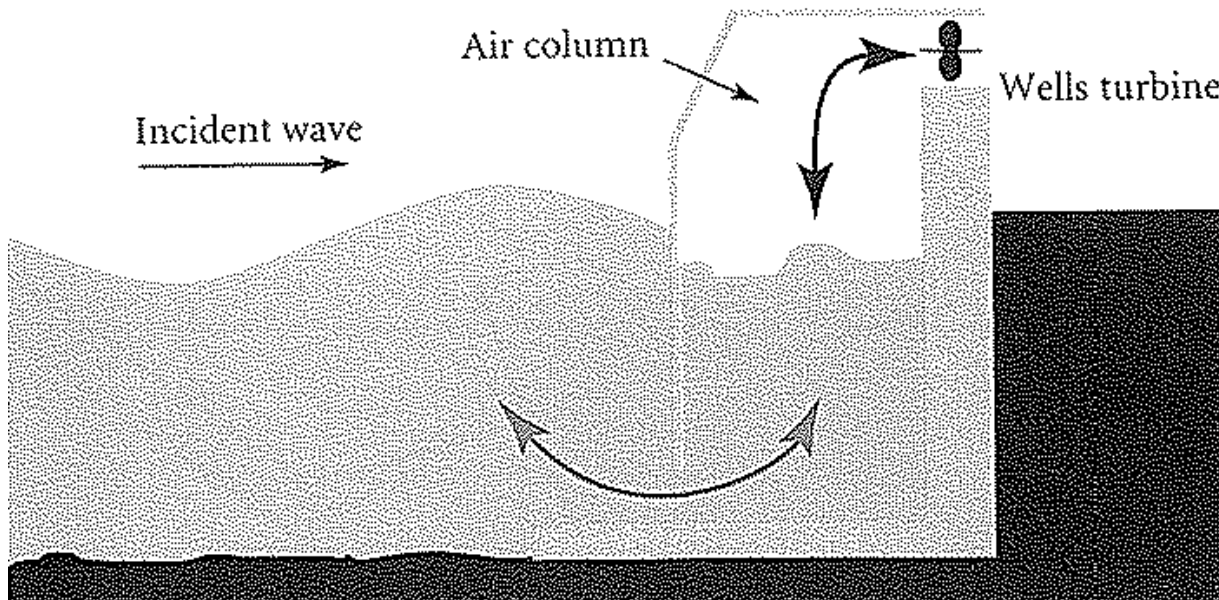
# TAPared CHAnel - TAPCHAN



Брановите навлегуваат во канал кој се стеснува а со тоа се подига амплитудата на бранот, па бранот може да се искачи на поголема висина и го полни резервоарот. Потоа водата од резервоарот се испушта низ турбината (Каплан) назад во морето.

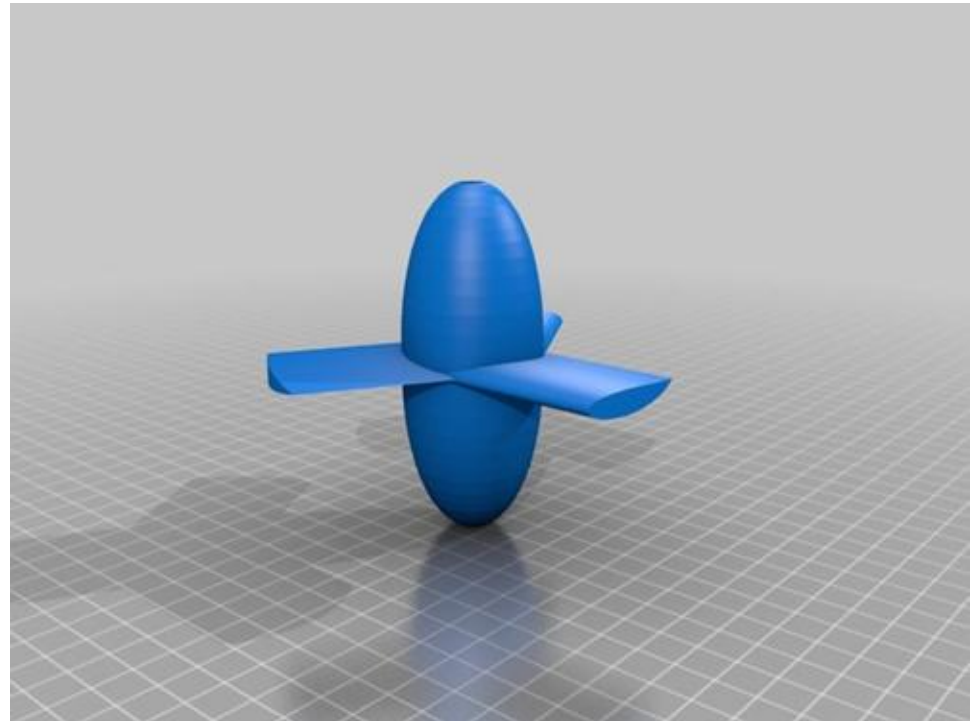
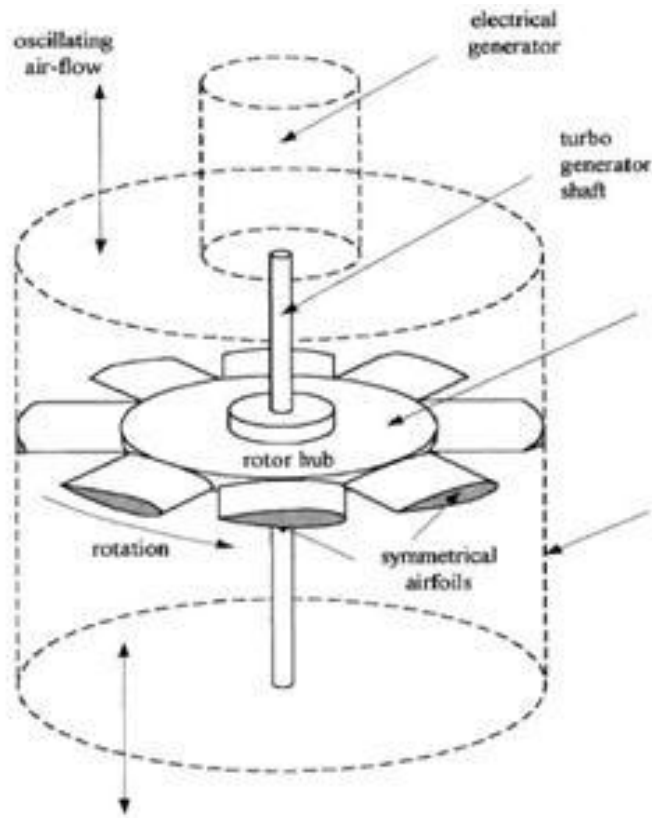
Типичен ваков уред има влез во каналот околу 40 м, а должината на качување е околу 170 м.

# Осцилирачки воден столб



Брановите предизвикуваат осцилирачки водениот столб во уредот, кој пак предизвикува движење на воздухот над површината на водата кое е приморан да помине низ стеснувањето каде е поставена Wells турбината. Типична моќност е до 0.5 до 1.5 MW.

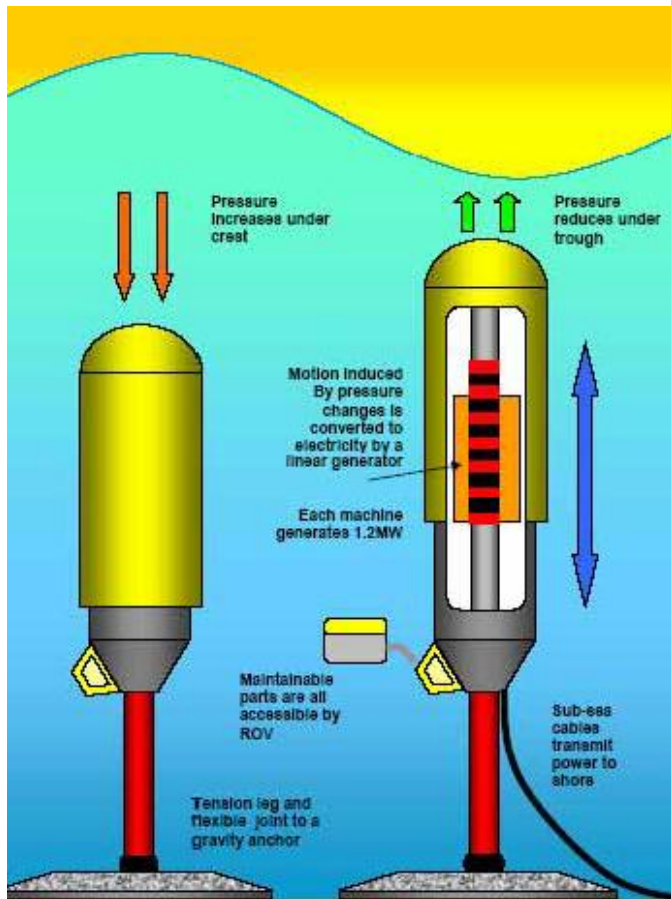
# Wells турбина



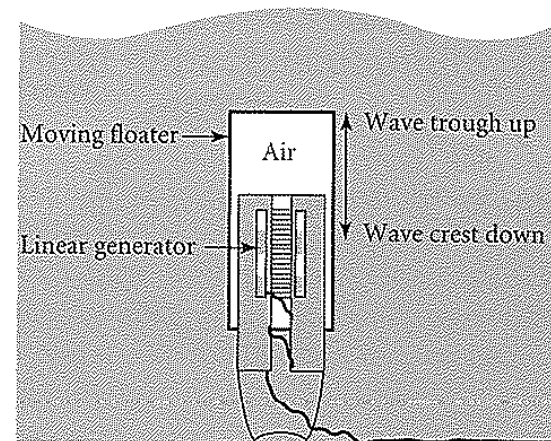
Валс турбината има ротација само во една насока без разлика на насоката на струење на воздухот.



# Потопени уреди. Архимедово водно нишало.



Ја користат промената на притисокот под површината на водата кога поминува бран. Притисокот се зголемува при врвот на бранот но се намалува при дното. Архимедовото нишало е потопена пловка (комора исполнета со воздух) со дијаметар од 9.5 м и должина 33 м што осцилира во вертикален правец поради движењето на брановите. Струјата се создава во линеарен генератор прицврстен на морското дно.



# Архимедово водено нишало – карактеристики



- Архимедовото нишало е point absorber, односно ја апсорбира енергијата од брановите кои се движат во било која насока.
- Извлекува 50% од енергијата на брановите.
- Потопено е 6 м под површината на водата, со што е заштитено е од големите бури.
- Едноставен дизајн.
- Висока енергетска продуктивност по тон челик.

Во Португалија се поставени 3 вакви уреди и произведуваат 8 MW. Идејата е да се направи фарма од вакви уредди кои би можеле да произведуваат 100 MW/km<sup>2</sup>. (Шест уреди на километар)

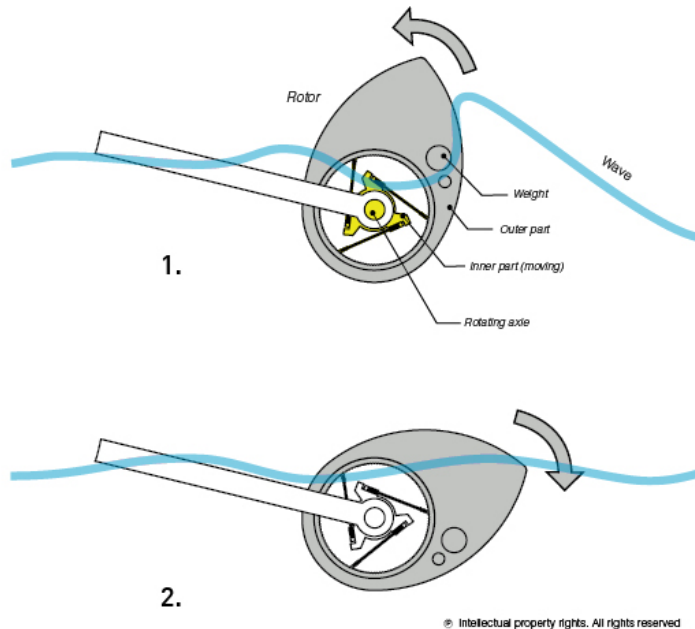
# Архимедово водено нишало – Португалија





# Пловни уреди

- 1) Солтерова пловка



Солтеровата пловка поради својот облик теоретски може да апсорбира 90% од енергијата на бранот. Повеќе вакви пловки се поврзани со една централна оска. Оригиналниот дизајн предвидувал придвижување на пумпи во внатрешноста кои ќе ја пренесат енергијата на бранот на копното до некој мотор или турбина. Современите дизајни предвидуваат директна ротација на заедничката оска. Ротацијата на оската се претвора во ел. енергија во генераторот. Работи како “крцкало”. При надоаѓање на врвот на бранот ја ротира оската за одреден степен. При дното на бранот, тежините го враќаат во првобитната состојба.

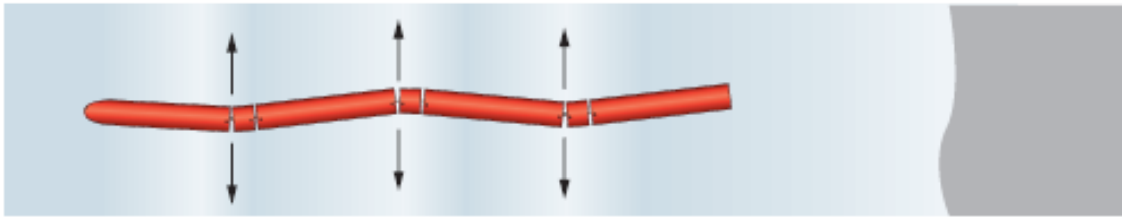
# Weptos



WE

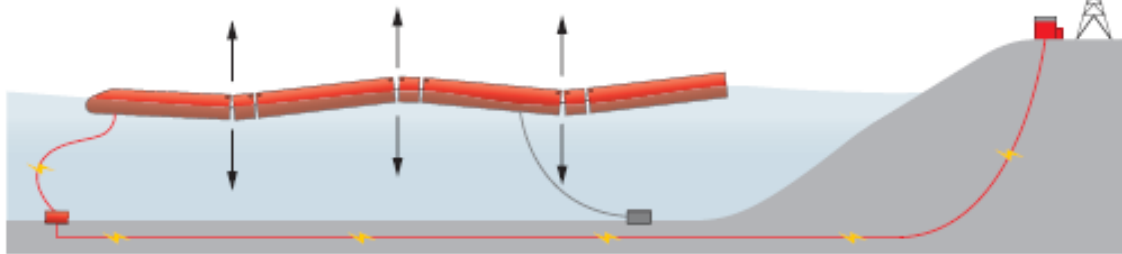
# Pelamis

Top view

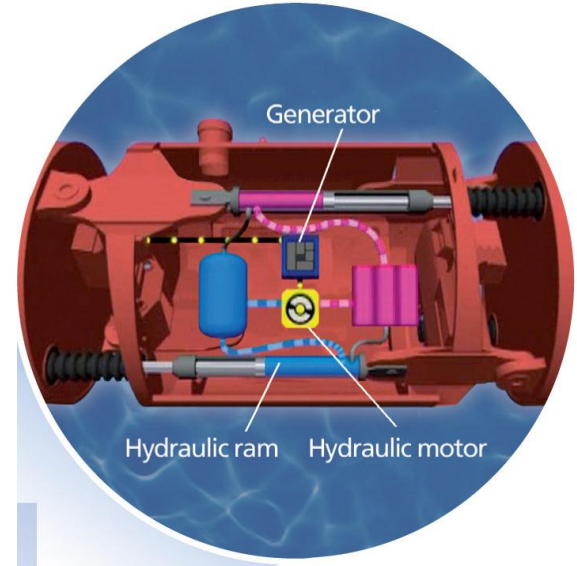


Wave direction →

Side view



Wave direction →



Моќноста на еден е 750 KW.

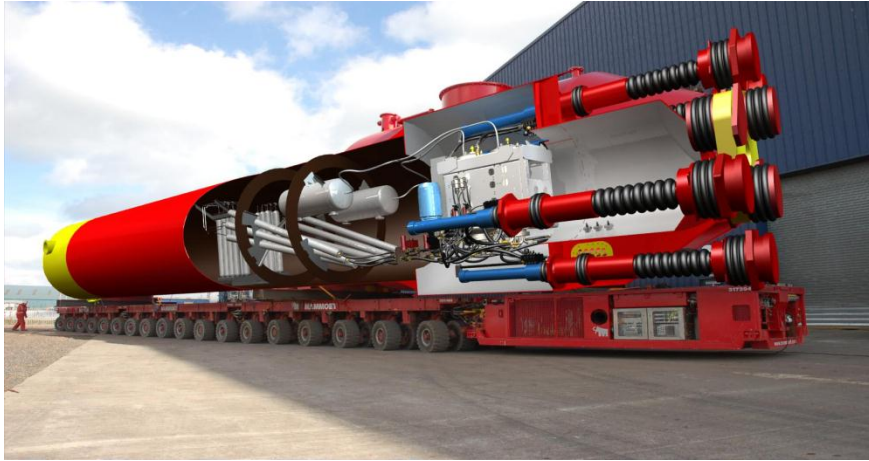
Должината = 180 м

Тежина = 1300 тони

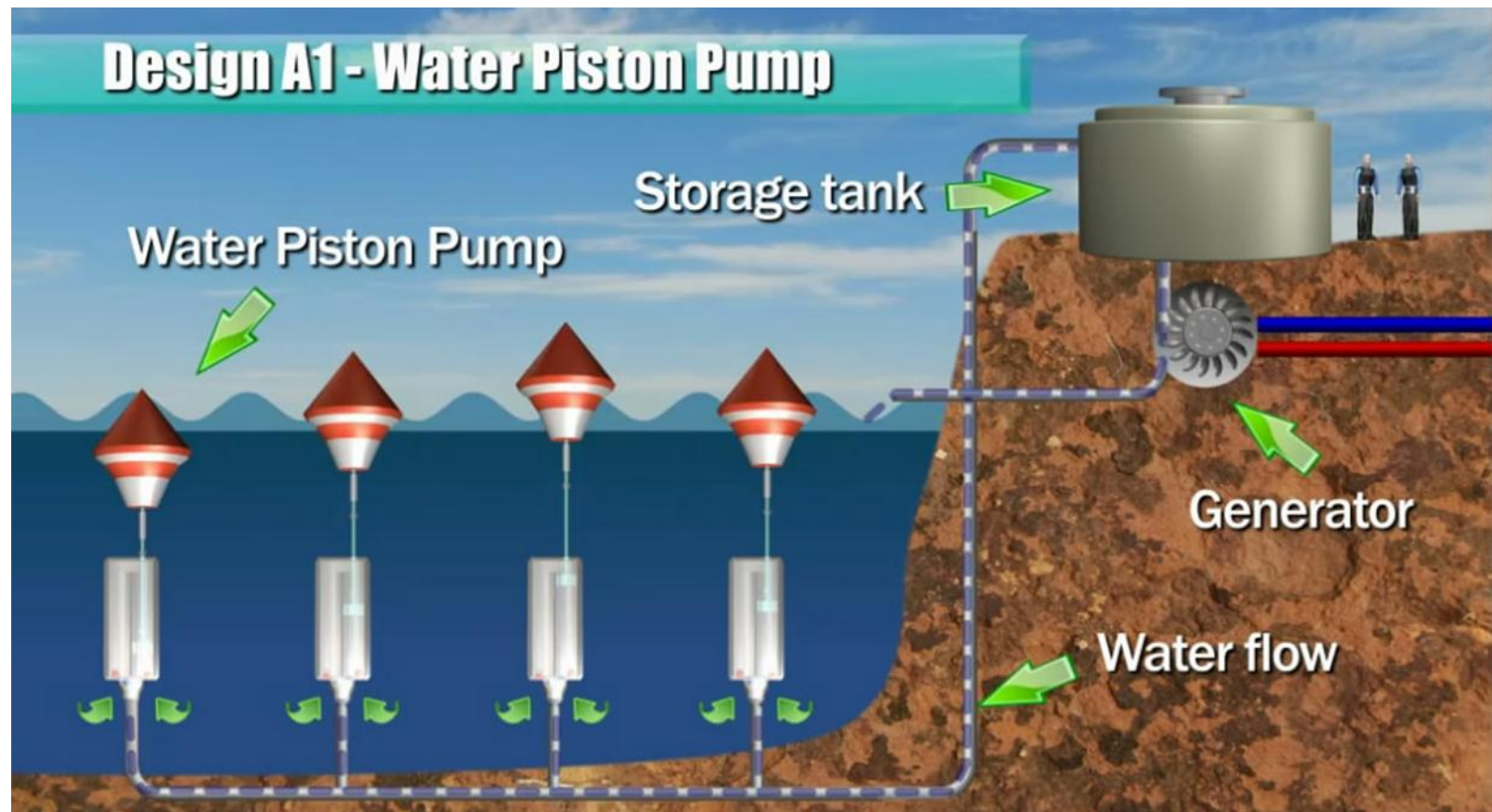
Три во Германија, Три во Португалија



# Pelamis

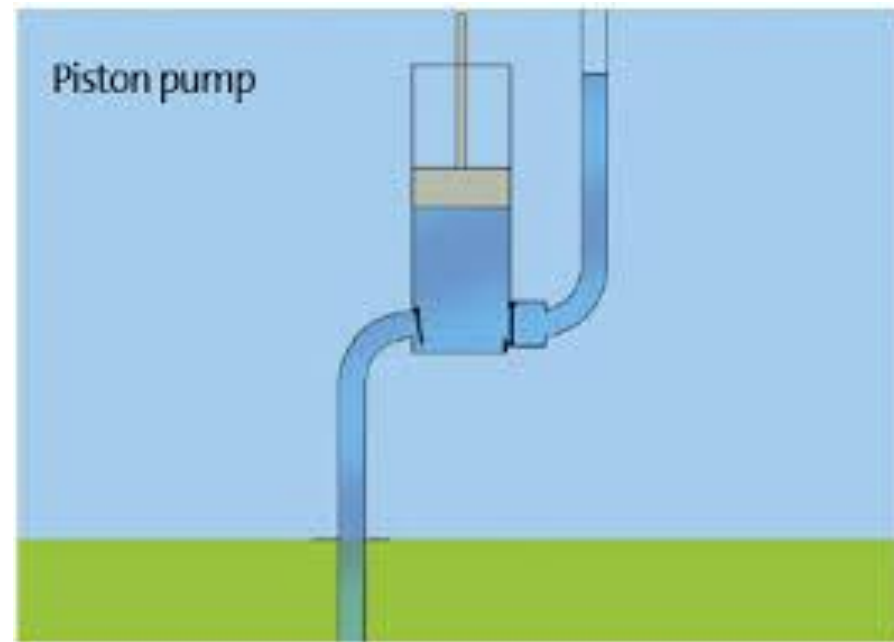
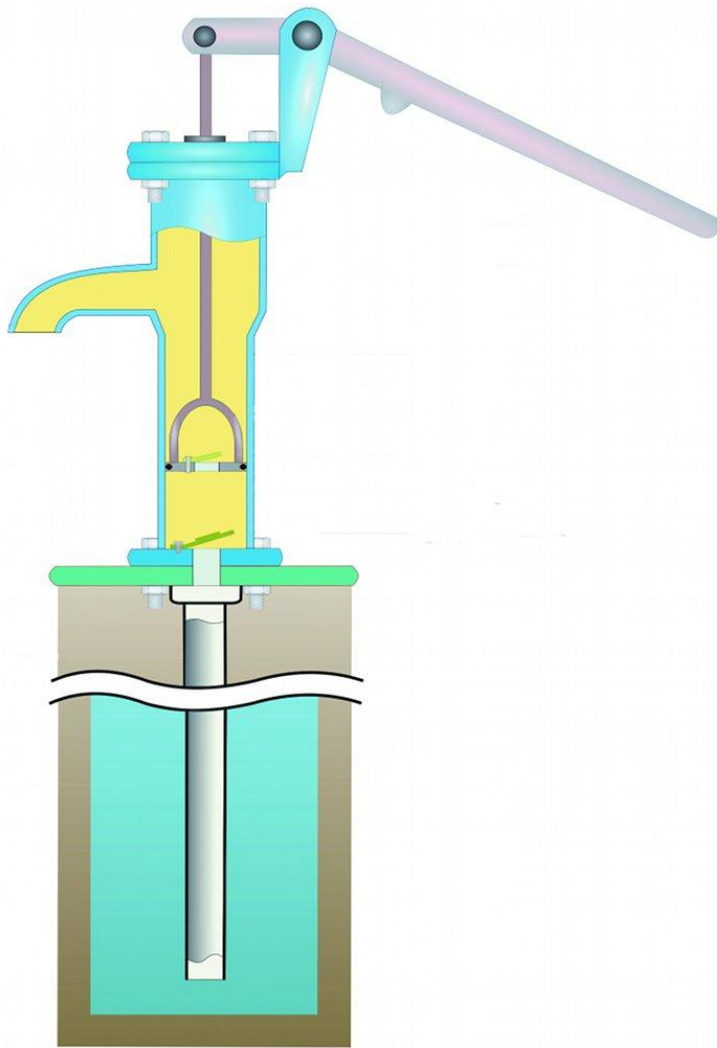


# Пловки кои придвижуваат пумпи



- Пловките кои одата нагоре надолу се користат за придвижување на клиповите на клипните пумпи кои испумпуваат вода во резервоар поставен на брегот. Водата од резервоарот преку цевки се користи за придвижување на турбините, односно генераторот за да се произведе енергија.

# Како работи клипна пумпа





# Прототип во Бразил

