

# Енергија и животна средина

5/13/2012

1

# Ако је веровати ...

- ◆ Залихе нафте ће бити потрошене 22. октобра 2047. године у 20.58 сати ([www.energy.eu](http://www.energy.eu)).
- ◆ Природни гас – нестаје 12. новембра 2068. године у 9.25
- ◆ Угаљ 19. маја 2140. у 20.05.

- ◆ Увод
- ◆ Наше потребе за енергијом
- ◆ извори енергије
  - необновљиви
    - ◆ фосилна горива
    - ◆ нуклеарна енергија
  - обновљиви
- ◆ обновљиви извори енергије
  - хидроелектране
  - плима
  - ветар
  - таласи
  - Биомаса
  - Соларна енергија
    - ◆ Соларни колектори
    - ◆ соларне ћелије
- ◆ Штедња енергије
  - Трансфер топлоте и термална изолација
    - ◆ трансфер топлоте конвекцијом
    - ◆ губици топлоте зрачењем
    - ◆ губици топлоте у зградама

# Увод

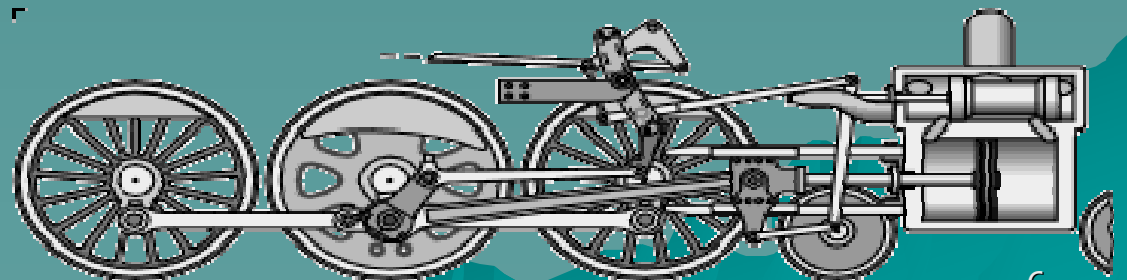
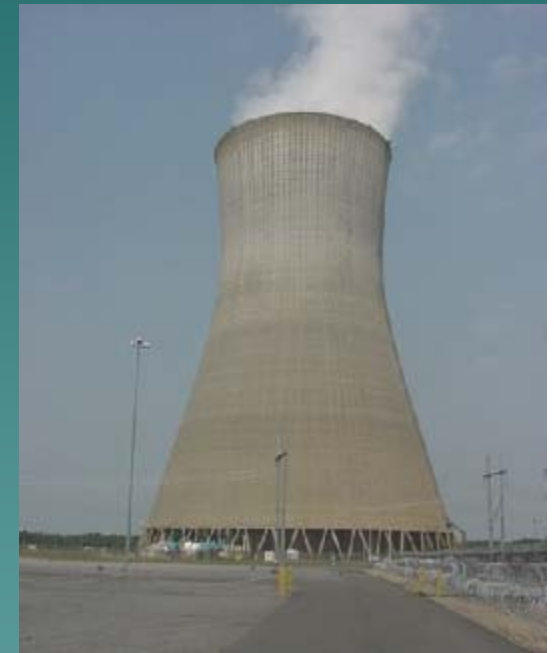
- ◆ Универзум је затворени систем – укупни збир енергије и масе мора бити очуван са временом
- ◆ Енергија не може бити ни створена ни уништена – може само да промени форму. **1. принцип термодинамике**
- ◆ Унутрашња енергија и топлота су повезане – топлота је енергија која се размењује између два система са неједнаким унутрашњим енергијама
- ◆ У ономе што обично називамо “гориво” је енергија “ускладиштена”
- ◆ У фосилним горивима је ускладиштена у основи сунчева енергија – при њиховом сагоревању се “хемијска” енергија конвертује у друге форме енергије

# Увод

- ◆ човек < - > атмосфера
- ◆ глобално загревање – повећање концентрације CO<sub>2</sub>
- ◆ у највећој мери последица сагоревања фосилних горива
- ◆ економски раст и потреба за енергијом
  - колико енергије нам треба?
  - колики су нам извори енергије?
  - да ли постоје јефтинији и чистији извори енергије?

# Човек и енергија

- ◆ Мишићи
- ◆ животиње
- ◆ ватра (сагоревање материјала од целулозе)
- ◆ енергија воде
- ◆ енергија паре
- ◆ ветар
- ◆ енергија из фосилних горива
- ◆ соларна енергија
- ◆ нуклеарна енергија
- ◆ енергија плиме



# Шта је енергија?

- ◆ Карактеристика система
  - мери се способношћу тела да изврши рад
- ◆ Универзум је затворени систем – укупни збир енергије и масе мора бити очуван са временом
- ◆ Сва енергија у универзуму потиче од “Велике експлозије” – и само се конвертује из облика у облик
- ◆ Горива су медијуми у којима је енергија ускладиштена – има пуно облика горива
- ◆ Енергетска криза на Земљи не значи да нема довољно енергије.
- ◆ Ње има, реч је о томе да не можемо довољно ефикасно да је екстрахујемо, конвертујемо и ускладиштимо

# Облици енергије

- ◆ Кинетичка енергија
  - енергија кретања – механичког
    - ◆ транслациона,
    - ◆ ротациона
    - ◆ осцилаторна
- ◆ Потенцијална енергија
  - енергија асоцирана положају тела у физичком пољу
    - ◆ електрично
    - ◆ магнетно
    - ◆ гравитационо
- ◆ Електрична или магнетна
  - струјање или акумулирање наелектрисања
- ◆ Електромагнетна (ЕМ) енергија
  - енергија ЕМ поља или таласа – облик “чисте” енергије која није асоцирана маси
- ◆ Хемијска енергија
  - енергија која се ослобађа када атом или молекул награде хемијски стабилнију конфигурацију – облик енергије која је ускладиштена
- ◆ Нуклеарна енергија
  - облик “хемијске” енергије у случају језгара
- ◆ Унутрашња енергија
  - повезана са температуром тела која је пак повезана са хаотичним кретањем атома и молекула



# Ослобађање енергије при сагоревању

- ◆ Реч је о енергији која се ослобађа у виду топлоте (реакција је егзотермна) при реакцији горива са кисеоником. Један део енергије хемијске везе се претвара у топлоту
- ◆ Хемијска реакција: хидрокарбонат обично реагује са кисеоником и даје угљен диоксид, воду и топлоту.

гориво	kJ/g
водоник	141,9
бензин	47
дизел	45
етанол	29,8
пропан	49,9
бутан	49,2
дрво	15,0
Угаљ (лигнит)	15,0
Угаљ (антрацит)	27
Природни гас	54

# Енергија и једначине

- ◆ Кинетичка
- ◆ Гравитациона потенцијална
- ◆ ЕМ енергија
- ◆ Нуклеарна
- ◆ Електрична потенцијална два наелектрисања
- ◆ Електрична енергија ускладиштена у кондензатору
- ◆ Магнетна енергија ускладиштена у калему

$$E_p = \frac{1}{2} CU^2$$

$$E = mc^2$$

$$E_p = mgh$$

$$E_{EM} = h\nu$$

$$E_p = \frac{1}{2} LI^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_p = \frac{kq_1q_2}{r}$$

# Очување енергије и 1. закон термодинамике

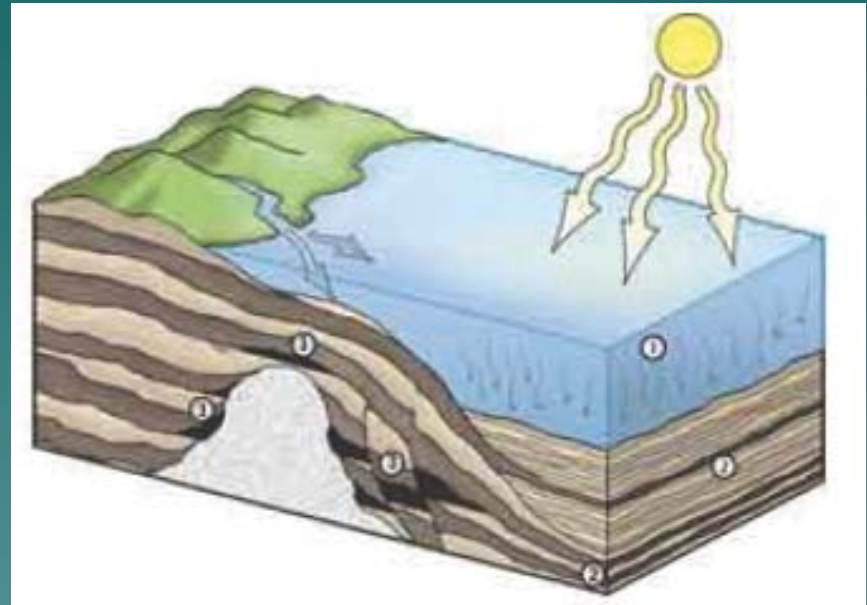
- ◆ енергија не може да се створи ни уништи ни у једном процесу – она само мења облике. Маса се може сматрати врстом “кондензоване енергије”
- ◆ Очување енергије је исказано 1. законом термодинамике који повезује рад ( $A$ ) који врши систем (или је извршен над њим) и промену у његовој унутрашњој енергији кроз размену топлоте

$$\Delta Q = \Delta U + A$$

- ◆ Топлота је енергија коју размењују два тела различитих температура (имају различите унутрашње енергије) која се налазе у термалном контакту

# Фосилна горива

- ◆ фосилна горива
  - угаљ, нафта, природни гас
- ◆ Настали пре око 360 милиона година
- ◆ Неке резерве угља потичу из времена диносауруса (65 милиона година)
- ◆ биљке су умирале, падале на дно океана и тонуле у муљ – прекривале се седиментним стенама, под притиском остајале без воде,



# Фосилна горива - угаљ

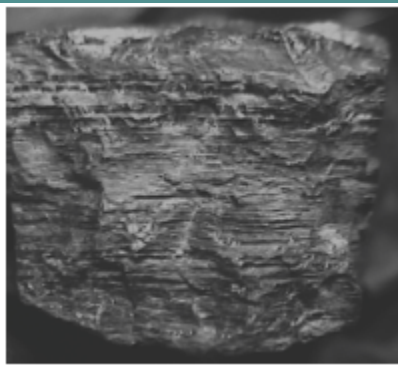
- ◆ Чврсти хидрокарбонати су формирани депоновањем остатака биљака у току Карбона (део Палеозоика (~325 милиона година))



(карбохидрати у  
хидрокарбонат)

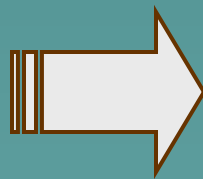
+ N, O, S

- ◆ Први пут је употребљен у Кини пре око 3 000 година
- ◆ Најбогатији и најјефтинији облик фосилних горива – први који се користио веома широко у целом свету
- ◆ САД, Кина и Русија поседују 75% светских резерви угља
- ◆ Главне примене: грејање (домова и индустрије), производња електричне енергије у термоелектранама (пара)

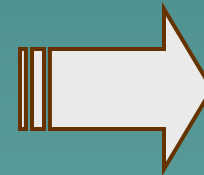


соларна у хемијску

5/13/2012



хемијска у унутрашњу



парне турбине  
(унутрашња у  
механичку и у  
електричну)



e-

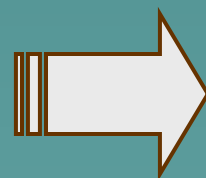
# Фосилна горива – сирова нафта

- ◆ Течни хидрокарбонати су формирани депоновањем остатака микроскопских морских организама (~325 милиона година) – под високим притиском и температуром.
- ◆ Из те смесе је истиснута вода која је ишла на горе кроз отворе порозних стена док нису постале непропусне
- ◆ користи се више од 5000 година
- ◆ представља око 35% светске енергије
- ◆ главни производи су
  - керозин, бензин, ТНГ, уље, пластика
- ◆ око 85% енергије која се користи за транспорт
- ◆ 75% резерви се налази у земљама ОПЕС (Organization of the Petroleum Exporting Countries)

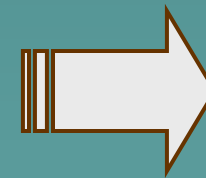


соларна у хемијску

5/13/2012



дестиловање



хемијска у  
унутрашњу и  
механичку

# Фосилна горива – природни гас

- ◆ Настаје конверзијом микро-органичких материјала којих има тамо где има других фосилних горива
- ◆ Три главне фракције:
  - метан (у највећој мери),
  - пропан и бутан
- ◆ највеће светске резерве су у Персијском заливу
- ◆ Сагорева чистије од угља и нафте
- ◆ Главна примена
  - за погон електрана на гас
  - загревање кућа и кување
  - у почетку се користио само за осветљавање улица у градовима
- ◆ Популарно гориво јер у процесу сагоревања мало загађује атмосферу



сагоревање → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + нечистоће

# Фосилна горива - проблеми

## ◆ Очигледни

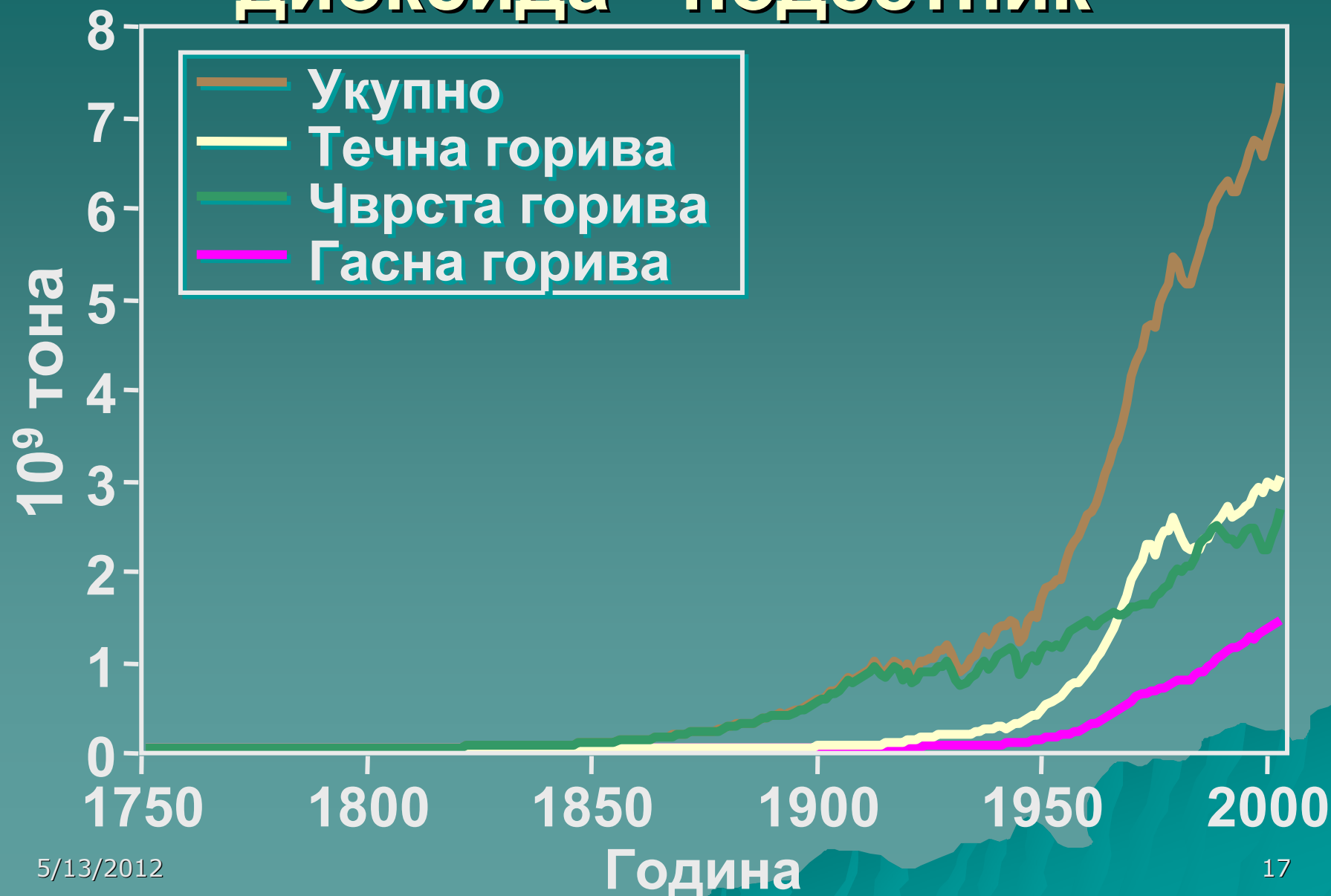
- необновљиви су
- загађење при производњи
- загађење приликом транспорта
- загађење током коришћења

## ◆ Неочигледни

- повећање концентрације гасова стаклене баште
- други загађивачи (оксиди сумпора, азота, разарање озона)
- кисела киша (растворен сумпор и оксид азота)
- ратови



# Светска емисија угљен диоксида - подсетник



# Потребе за енергијом

- ◆ Највише коришћене врсте енергије
  - у већој мери фосилна горива
    - ◆ природни гас
    - ◆ нафта
    - ◆ угаљ
  - у мањој
    - ◆ дрво
    - ◆ биоотпад
- ◆ У почетку углавном угаљ
- ◆ од 1950 нафта
- ◆ јединица за меру=еквивалентна тона нафте (1 toe = 1,33 kW)
- ◆ Укупна потрошња 1990. године = 8730 милиона toe = 12 TW

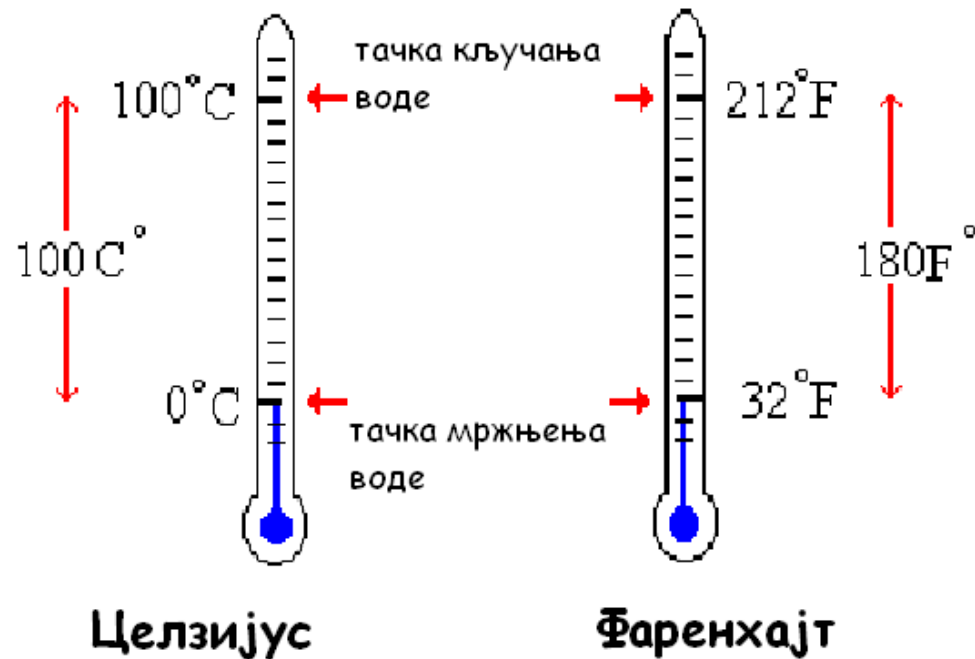
# Начини на које се користи енергија

- ◆ ~40% за грејање и хлађење
- ◆ ~20% за загревање на високим температурама-изнад тачке кључања воде (индустрија)
- ◆ ~30% за транспорт
- ◆ ~10% за уређаје на струју (осветљење, електронски уређаји, ...)

# Потрошња енергије

## ◆ У чему је изражавати?

- тона еквивалентне нафте по години (1 toe/year = 1,33 kW)
- Британска термална јединица - BTU
- 1 BTU = топлотна енергија потребна да подигне температуру једне фунте воде за један степен Фаренхајта.
- $Q = c m \Delta T$



- ◆  $1,8 \text{ F} = 1 \text{ C}$
- ◆  $1 \text{ funta} = 0,4536 \text{ kg}$
- ◆  $1 \text{ BTU} = 1055 \text{ J}$ .
- ◆  $1 \text{ BTU}$  је веома мала јединица. једна обична дрвена шибица  $\sim 1 \text{ BTU}$  енергије.
- ◆ већа јединица - квад.
- ◆  $1 \text{ квад} = 1 \text{ квадрилион BTU}$ , односно  $1.000.000.000.000.000 \text{ BTU}$ .

# Јединице за снагу: Терават



Снага

1

1 W

$10^3$

1 kW

$10^6$

1 MW

$10^9$

1 GW

$10^{12}$

1 TW

Енергија

1 J =

1 W за 1 s

5/13/2012

# Глобална потрошња енергије, 2001



Укупно: 13.2 TW

САД.: 3.2 TW (96 Quads)

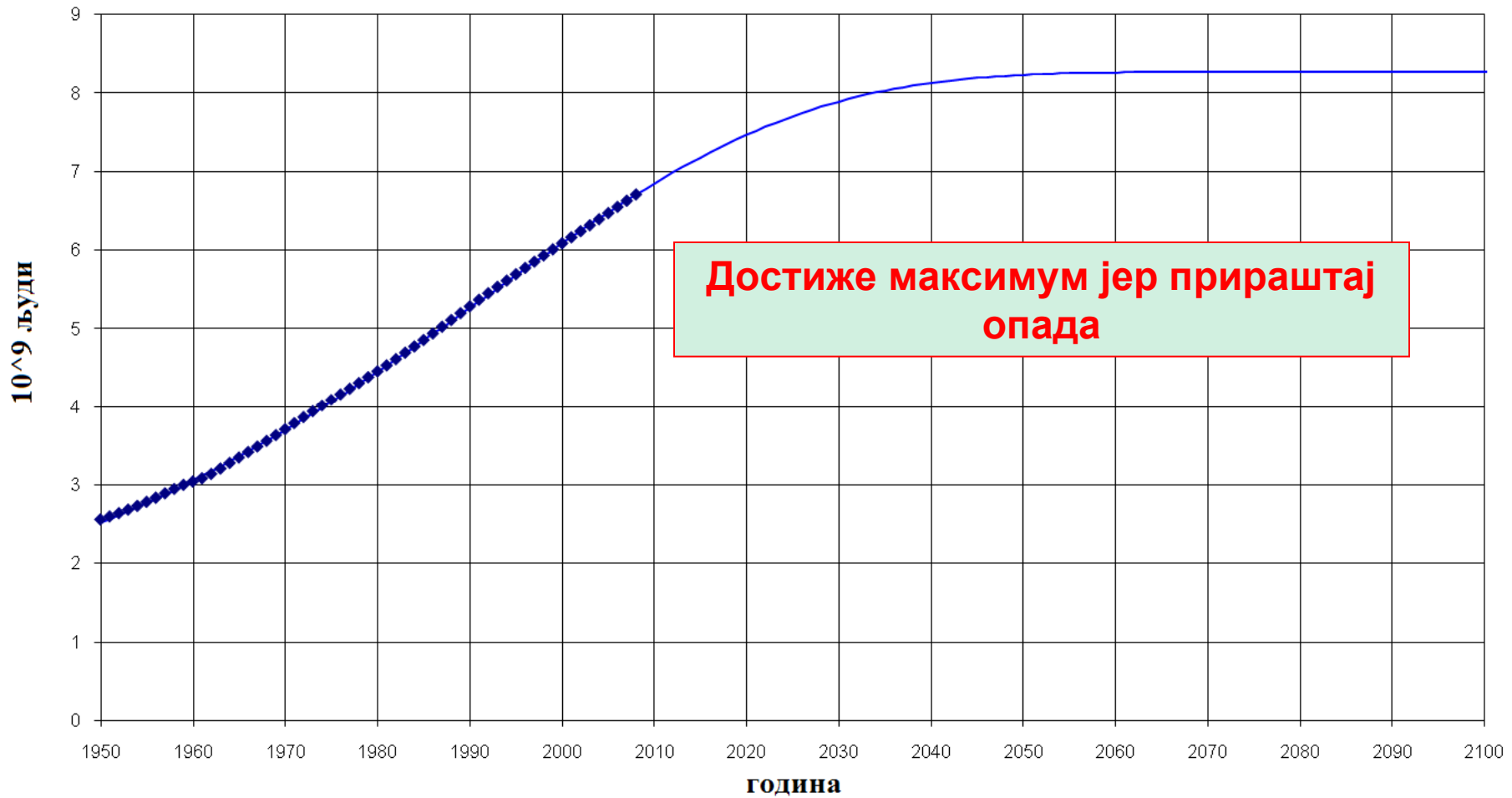
# Потрошња енергије по регионима

**Потрошња енергије у еквивалентним тонама  
нафте по човеку у 1990. години  
(1 toe = 1,33 kW)**

Северна Америка	7,82
Некадашњи СССР	5,01
Западна Европа	3,22
Источна Европа	2,91
Латинска Америка	1,29
Средњи исток	1,17
Пацифик	1,02
Африка	0,53
Јужна Азија	0,39
<b>Свет у средњем</b>	<b>1,66</b>



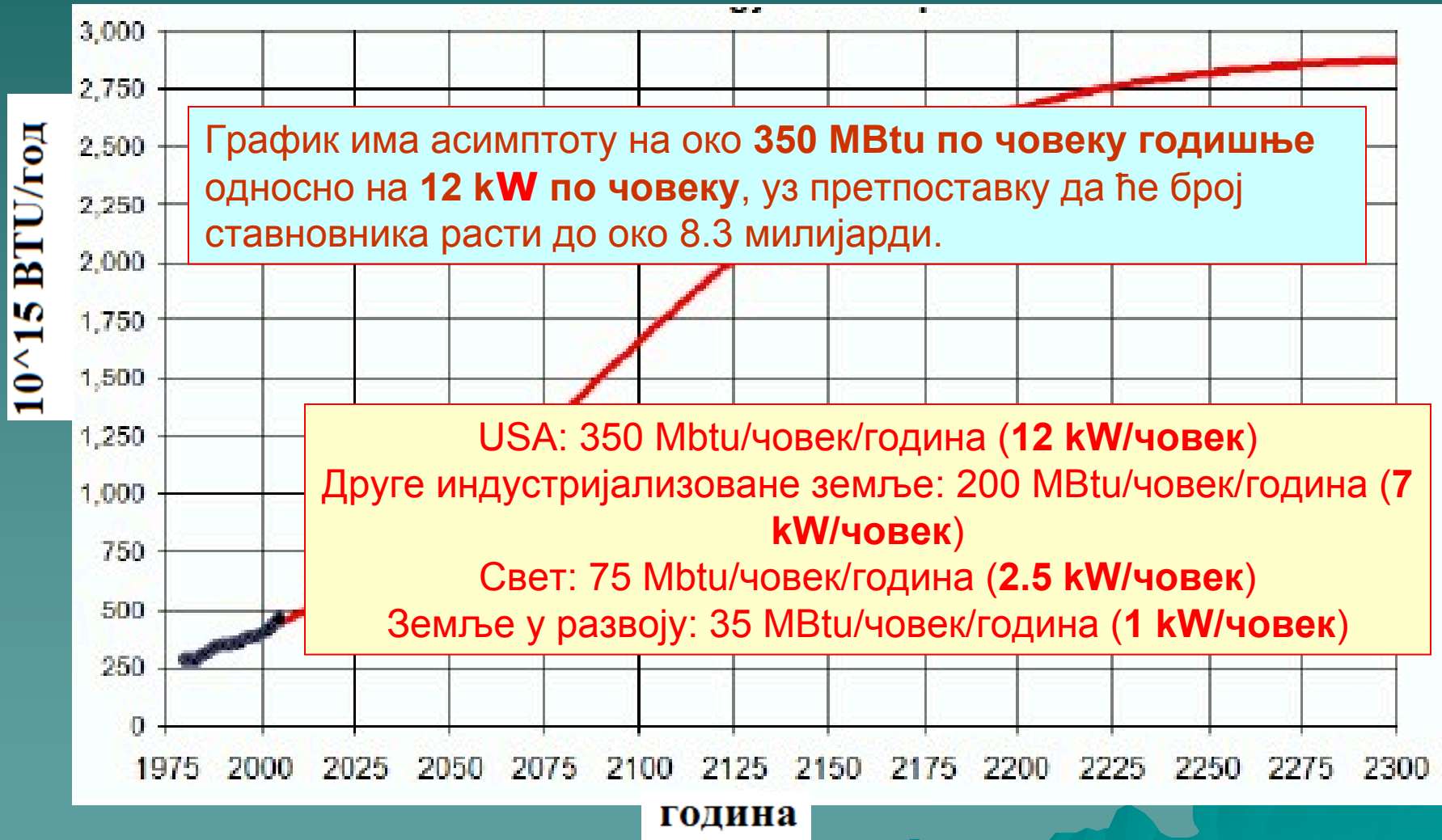
# Број људи на свету



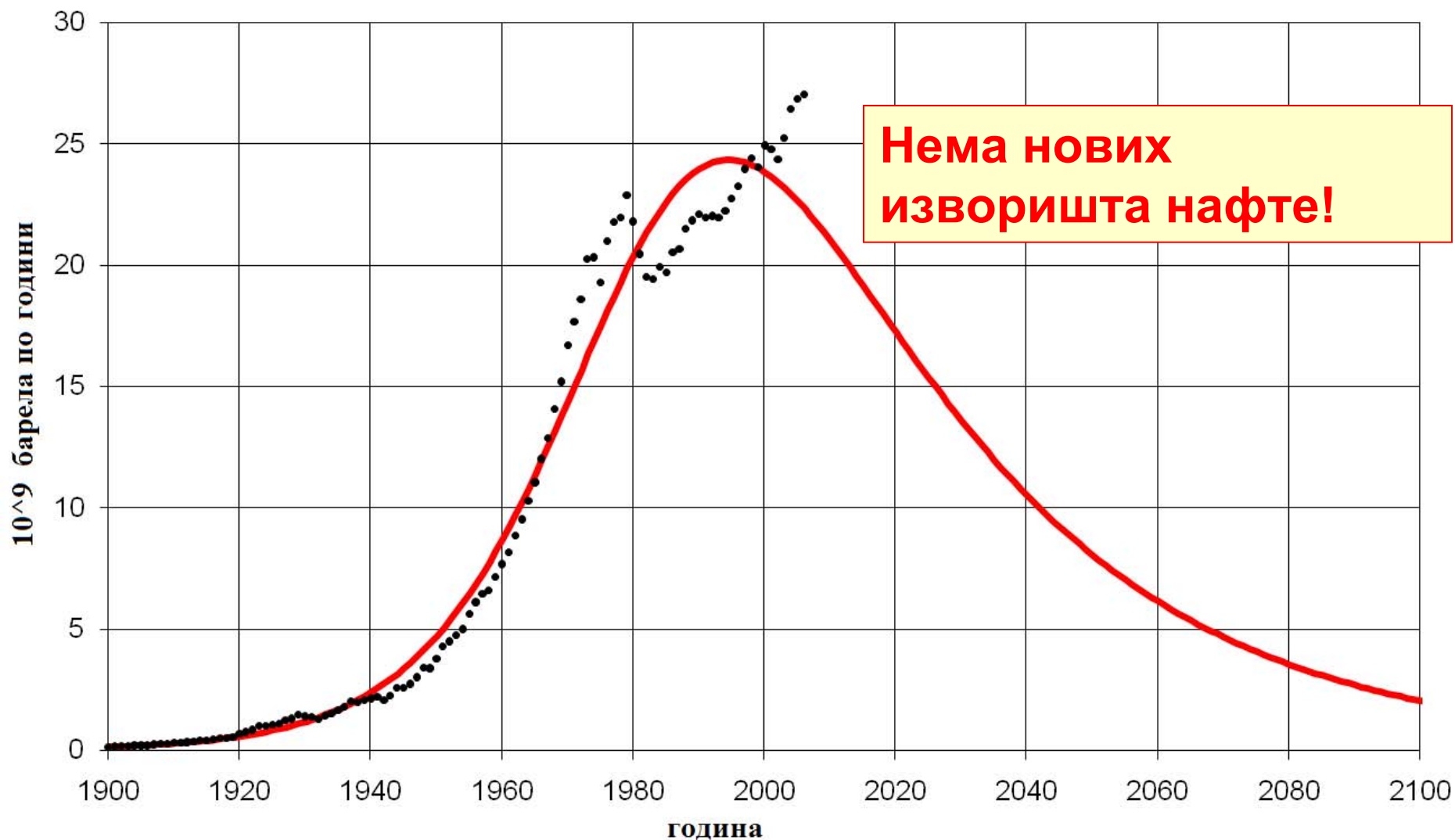
# Прираштај становништва



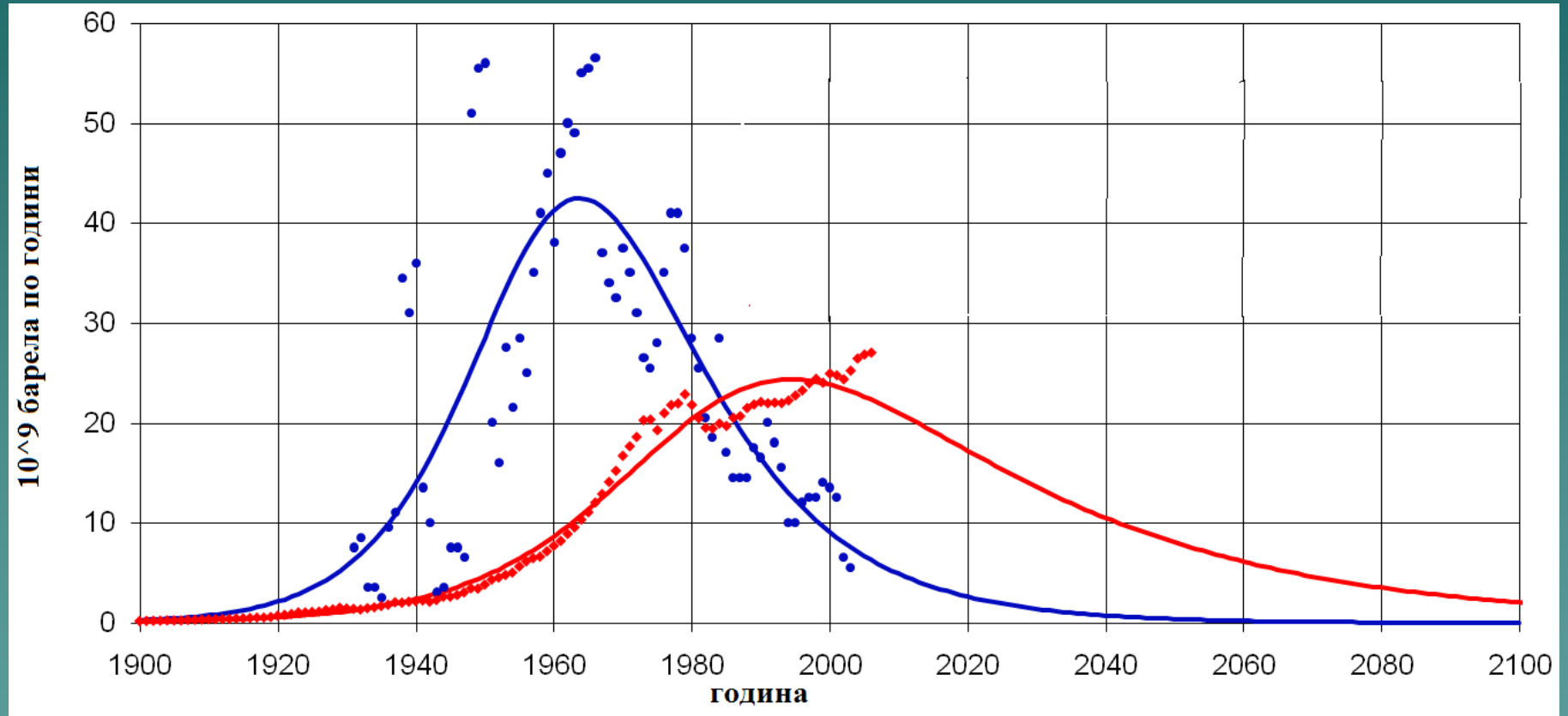
# Потрошња енергије има (горњи) ЛИМИТ



# Производња сирове нафте



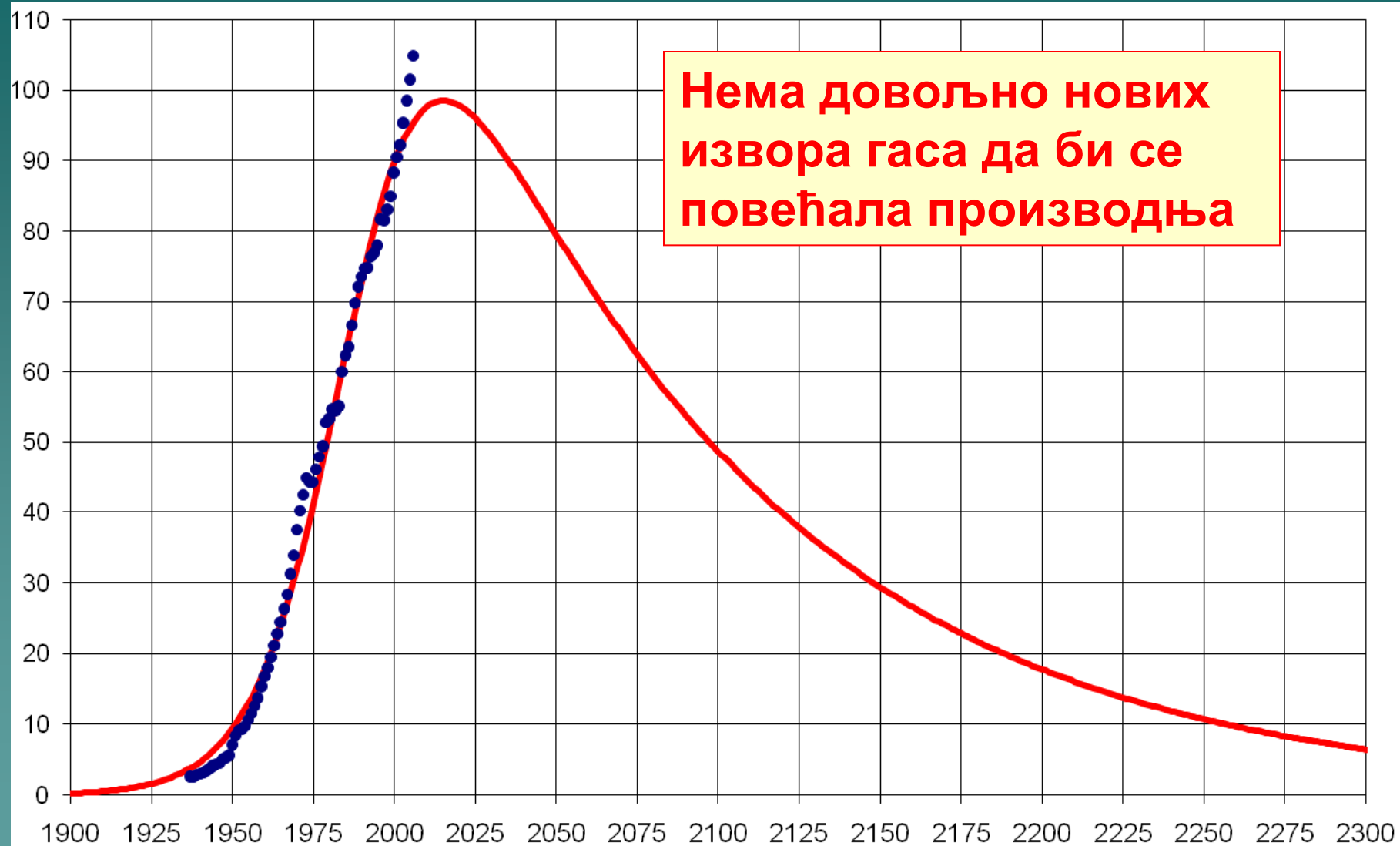
# Новооткривени извори сирове нафте у свету



Површина испод обе криве је практично иста:  $\sim 2 \times 10^{12}$  бареља

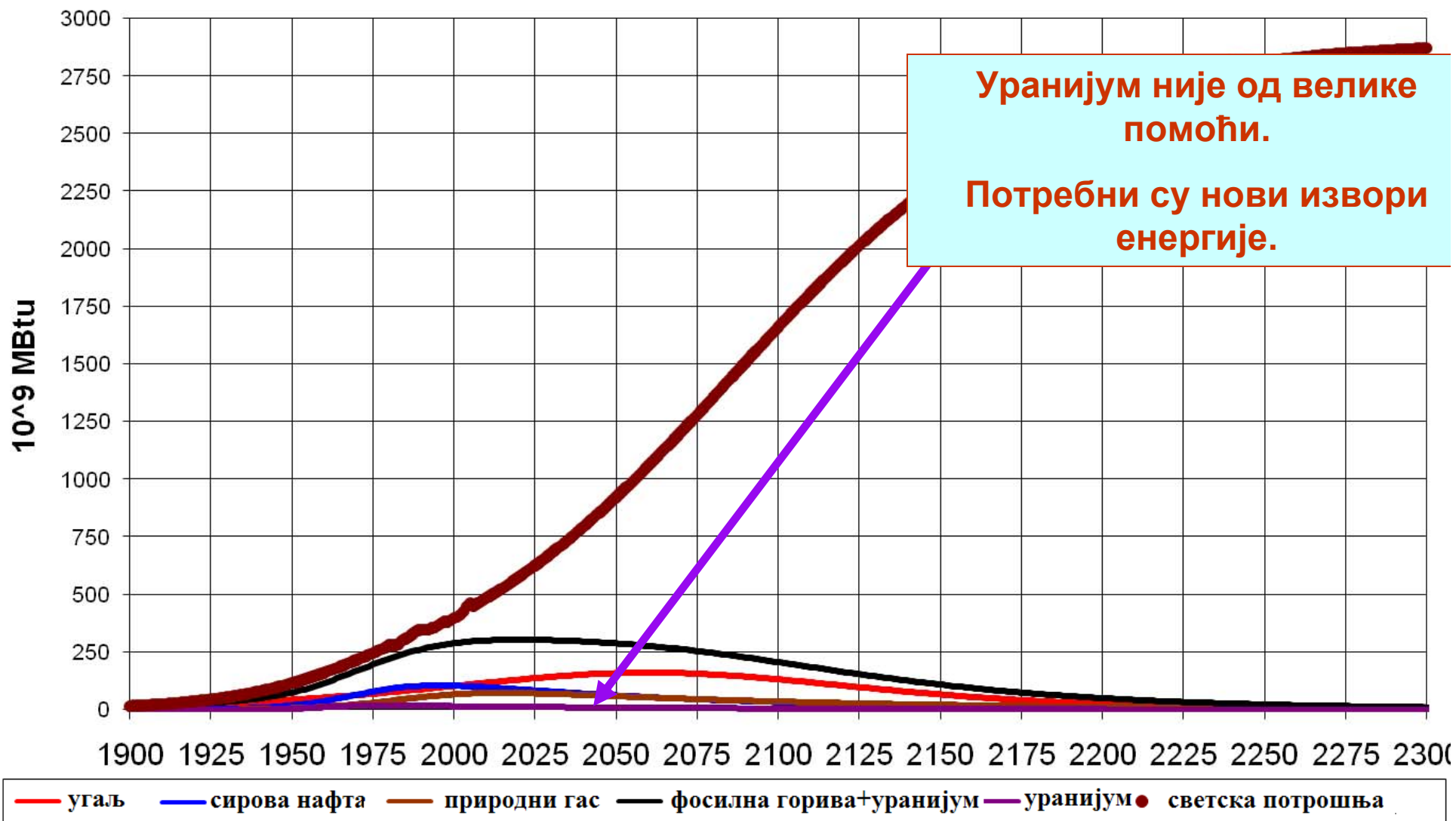
5/13/2012 (1 барел нафте=42 галона=159 литара).

# Производња гаса



**Нема довољно нових  
извора гаса да би се  
повећала производња**

# Фосилна горива+уранијум и светска потрошња енергије



# Врсте енергије

## ◆ Примарни извори

### – обновљиви

- ◆ сунце
- ◆ вода
- ◆ ветар
- ◆ биомаса
- ◆ геотермални извори

### – необновљиви

- ◆ фосилна горива – угаљ, нафта, природни гас, нуклеарна енергија

## ◆ Секундарни извор-електрична енергија

– она се добија из примарних извора



# Обновљивост и необновљивост?

- ◆ Сви извори енергије су у суштини необновљиви – нпр. Сунце има свој век, итд.
- ◆ **Обновљиво – мисли се да неће доћи до приметног смањења тог извора у интервалу од неколико људских генерација**

# Обновљиви извори

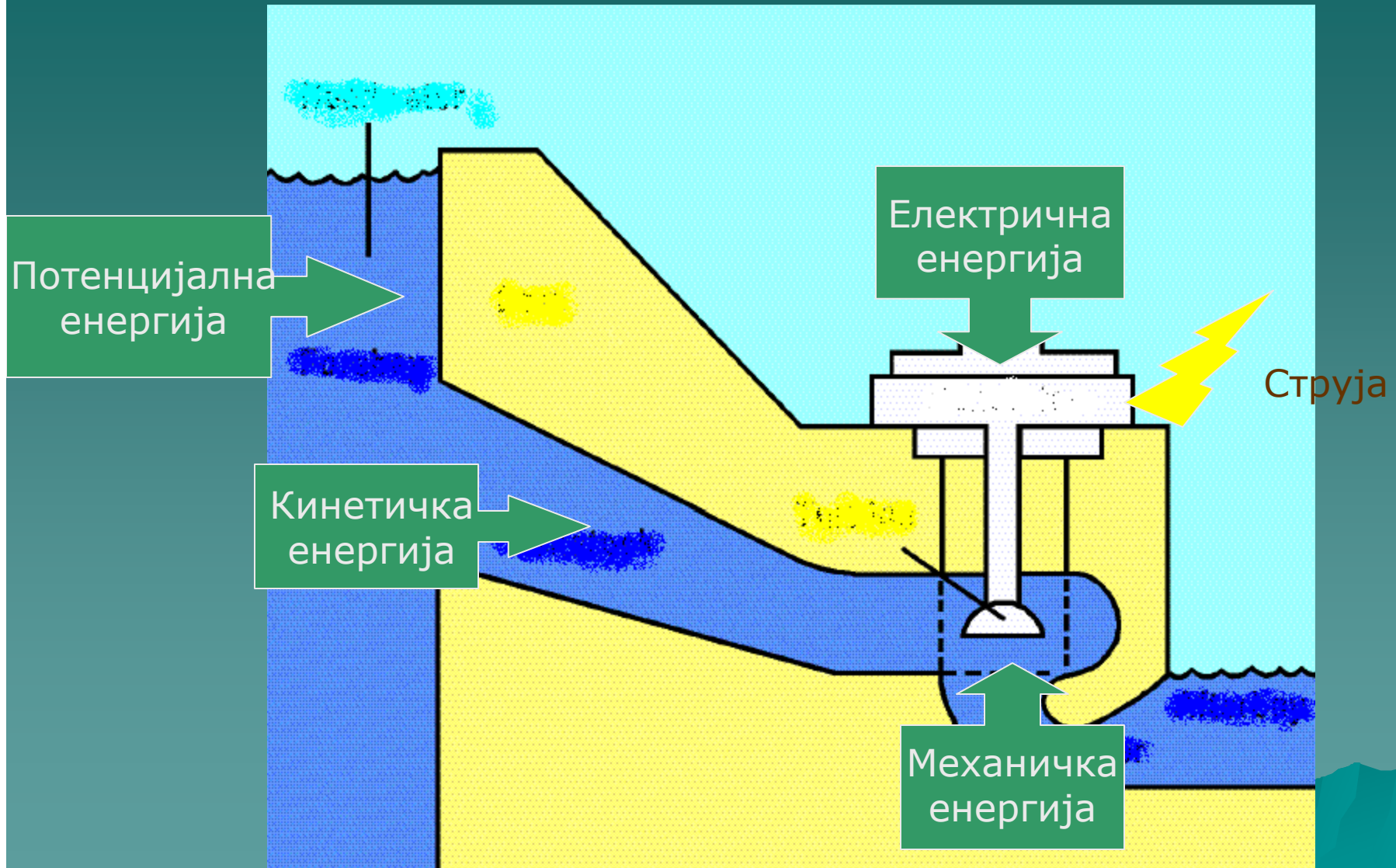
- ◆ Њихово учешће у укупној енергији данас је веома мало
  - хидроелектране, око 6%
  - биомаса (сагоревање биљака), 1,5%
  - плима, соларна енергија, геотермална
    - заједно око 0,5%

# Хидролошки циклус

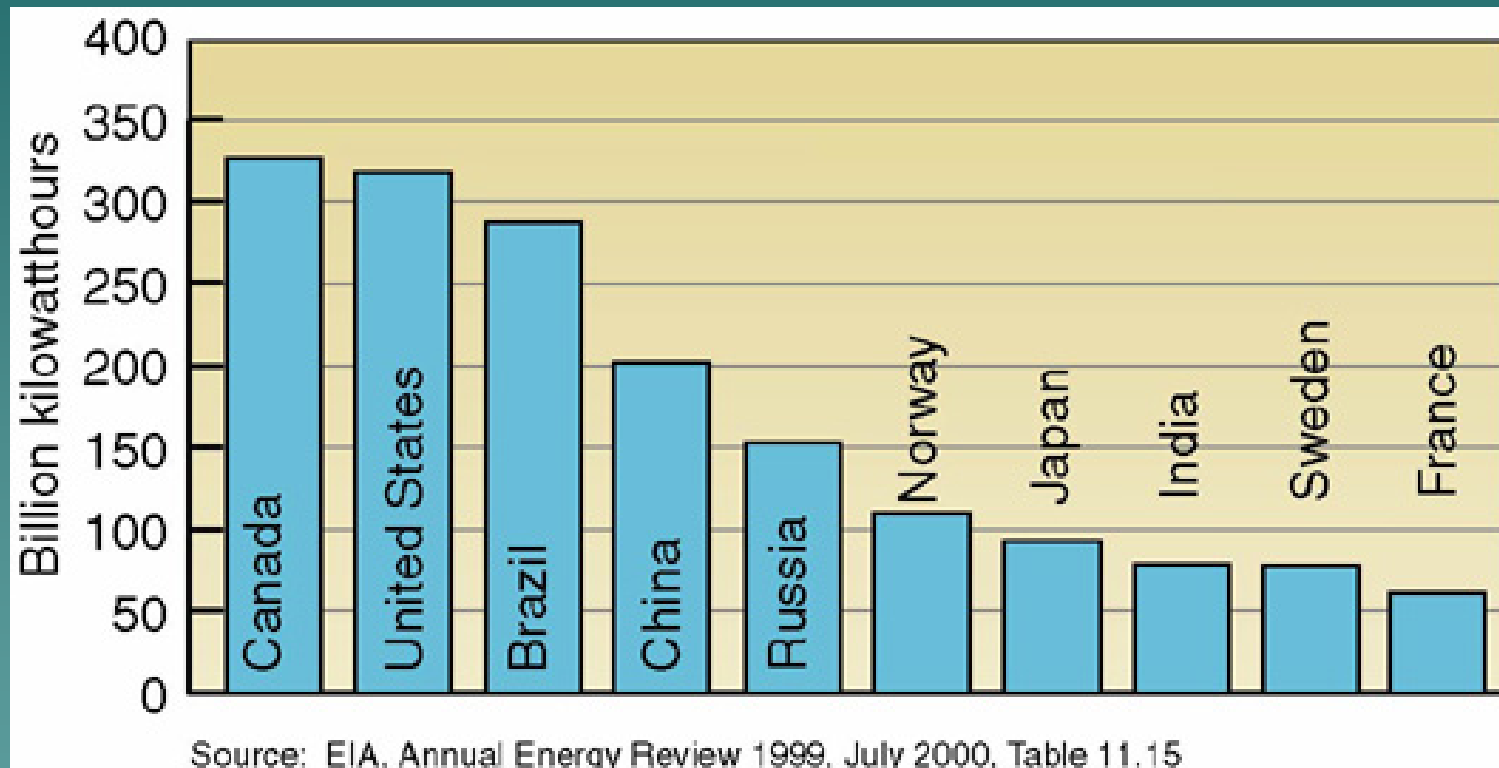


- ◆ **(Хидро)механичка енергија** - енергија коју поседују речни токови - последицу природних кретања воде под дејством топлоте Сунца и гравитације.
- ◆ обновљиви извор - обнавља се стално падавинама снега или воде у **циклусу кружења воде**.

# Принцип рада хидроелектране



# Највећи произвођачи енергије у хидроелектранама



# Највеће бране у свету

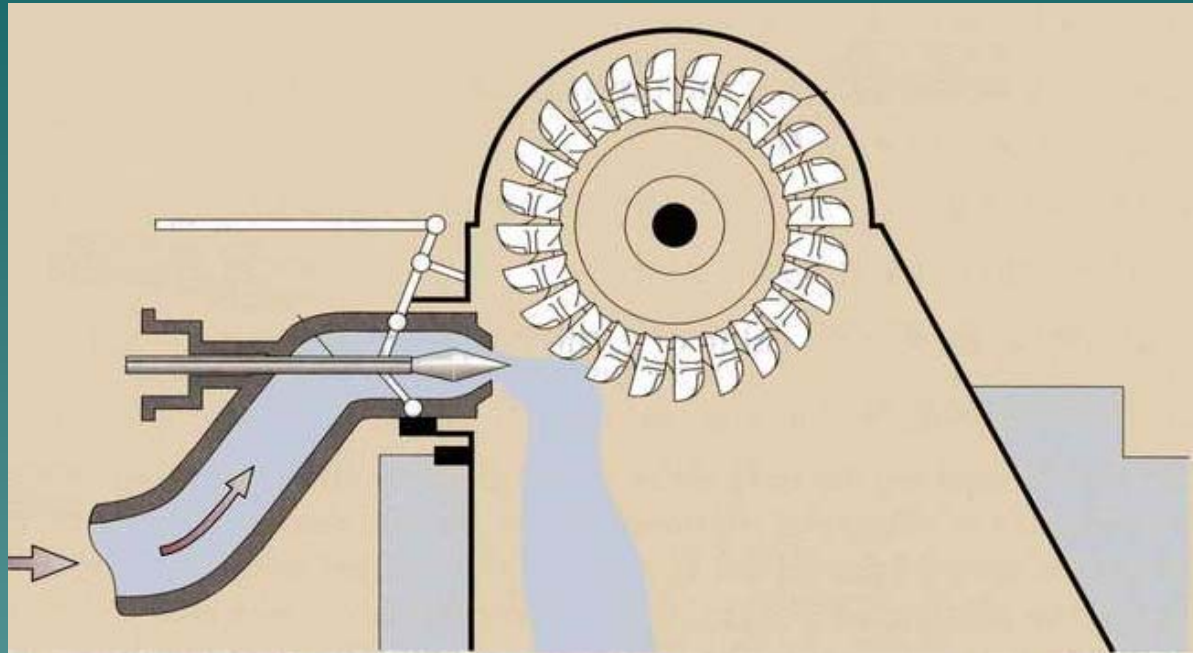
Име	Земља	Година	Макс. снага	Годишња производња
Three Gorges (три кањона- Јангцекјанг)	China	2009	18,200 MW	
Itaipú	Brazil/Paraguay	1983	12,600 MW	93.4 TW-hrs
Guri	Venezuela	1986	10,200 MW	46 TW-hrs
Grand Coulee	United States	1942/80	6,809 MW	22.6 TW-hrs
Sayano Shushenskaya	Russia	1983	6,400 MW	
Robert-Bourassa	Canada	1981	5,616 MW	
Churchill Falls	Canada	1971	5,429 MW	35 TW-hrs
Iron Gates	Romania/Serbia	1970	2,280 MW	11.3 TW-hrs

# Хидроенергија

- ◆ конвертује се потенцијална енергија воде која се налазила на висини  $h$ , у кинетичку
- ◆ густина воде  $\rho = m/V$ , запремински проток  $Q = V/t$ , брзина струјања  $u$  и
- ◆ максимална снага  $P_0$  која може да се генерише је

$$P_0 = \rho g h Q = \rho \frac{u^2}{2} Q$$

# Пелтонова импулсна турбина

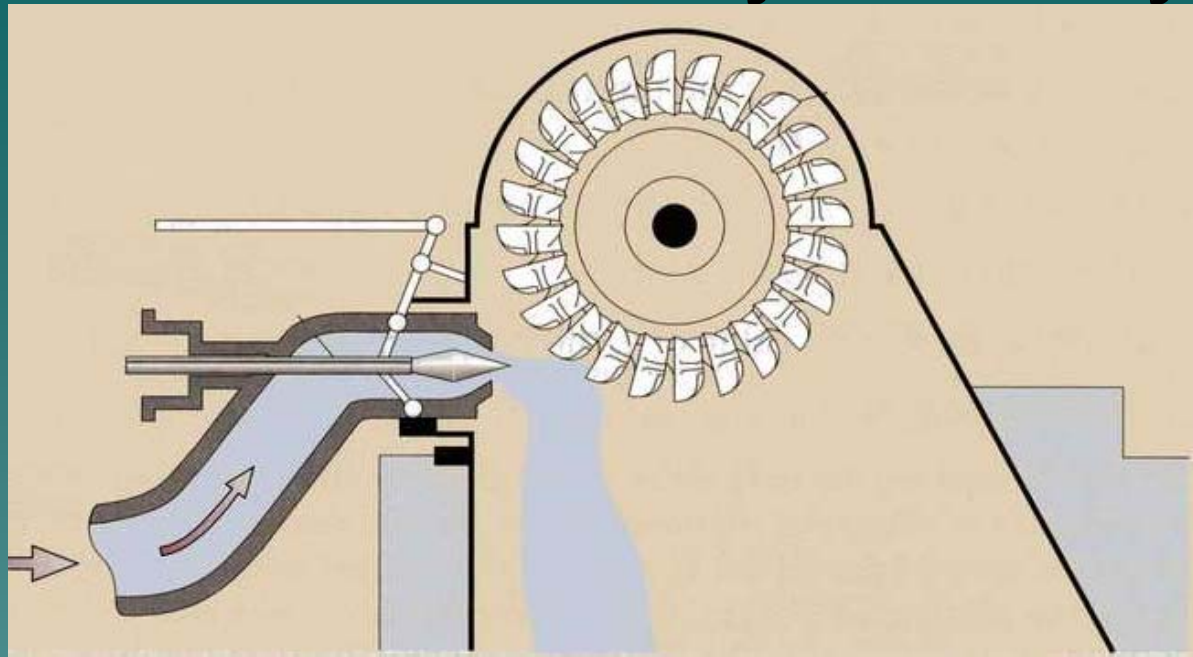


- ◆ млаз воде брзине  $u_m$  погађа лопатице брзине  $u_l$  у доњем делу турбине
- ◆ у идеалном случају лопатица скреће млаз за  $180^\circ$ .
- ◆ у систему референце лопатице, брзина млаза воде, пре удара у њу је  $u_m - u_l$ , док је након удара иста по интенз. само супротно усмерена.
- ◆ сила којом млаз делује на лопатицу је

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2m(u_m - u_l)}{\Delta t} \frac{V}{V} = 2\rho Q(u_m - u_l)$$



# Пелтонова импулсна турбина



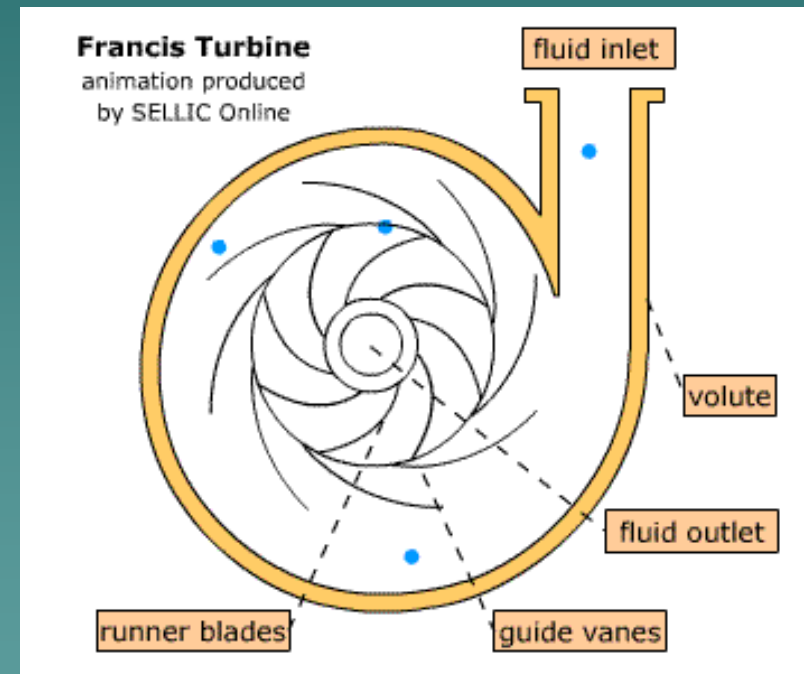
◆ трансферисана снага  $P = F u_l = 2 \rho Q (u_m - u_l) u_l$

◆ има максимум за  $u_m = u_l / 2$

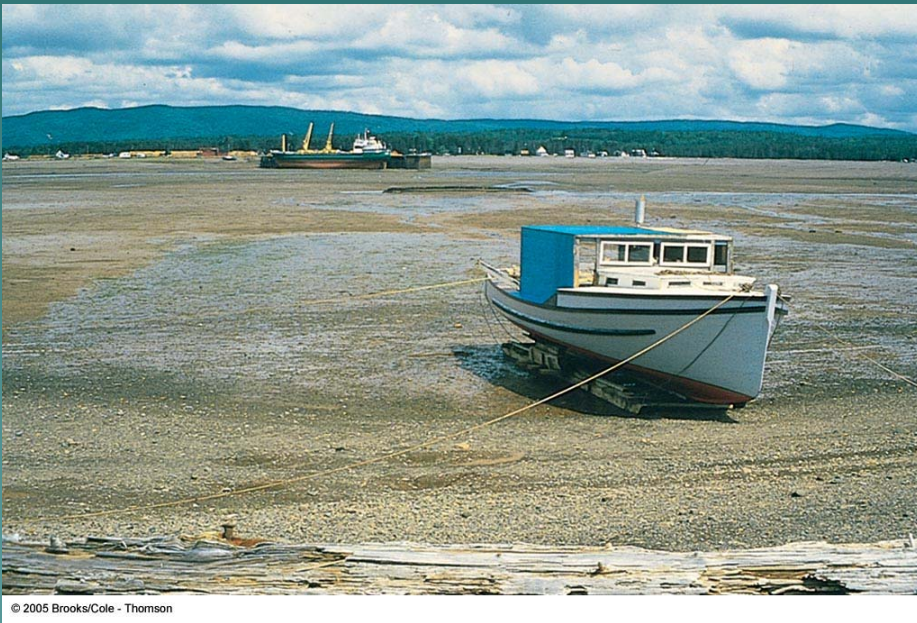
◆ тада је у потпуности предата кинетичка енергија млаза турбини и њена ефикасност је 100%

◆ реално је од 50% (за мале турбине ~10 MW) до 90% (за велике комерцијалне системе)

# Френсисове турбина

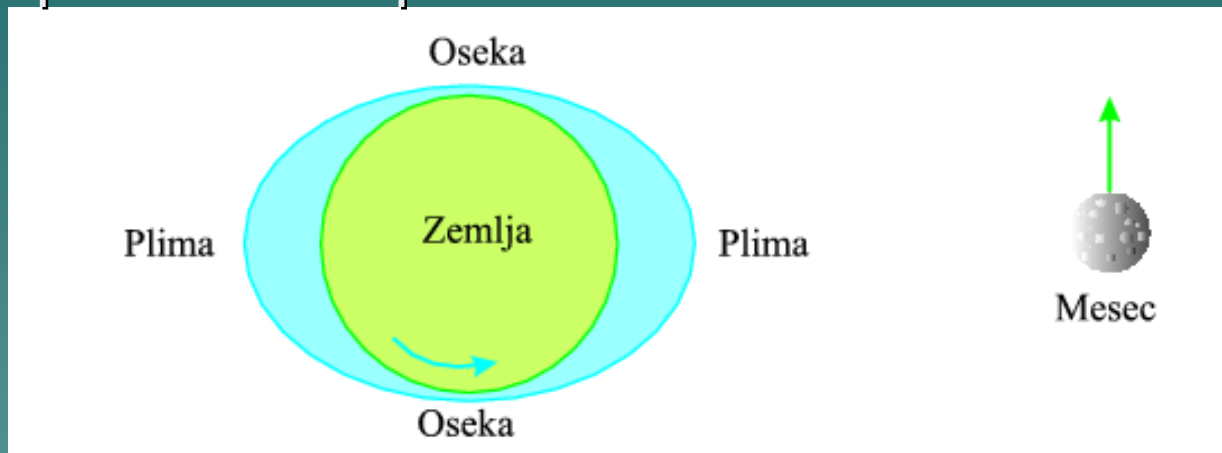


# Плима и осека



# Плима и осека

- ◆ највидљивији резултат деловања гравитације Месеца на Земљу
- ◆ упрошћени приказ



- откуд плима и са друге стране?

- колико пута дневно се дешава?

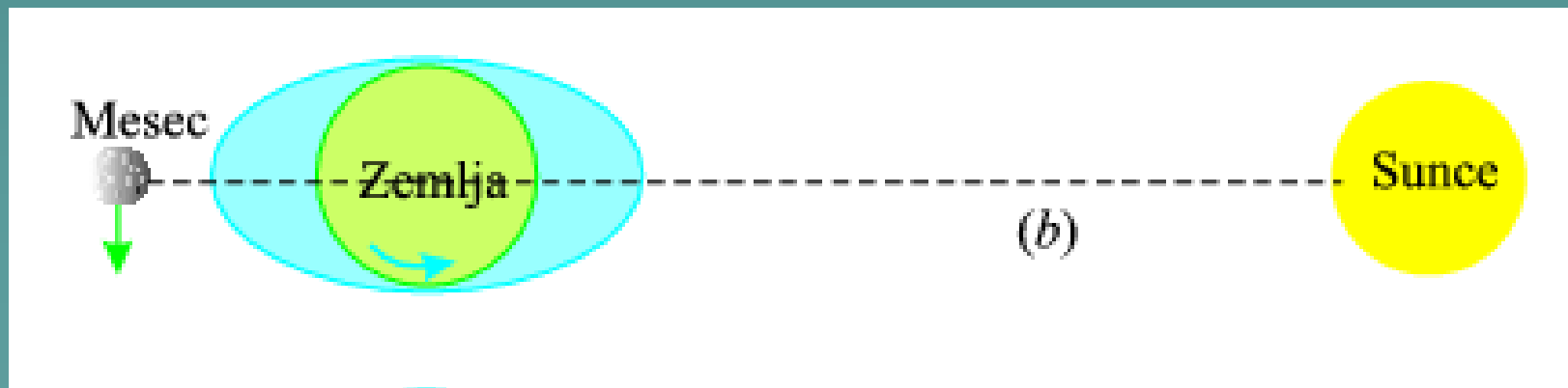
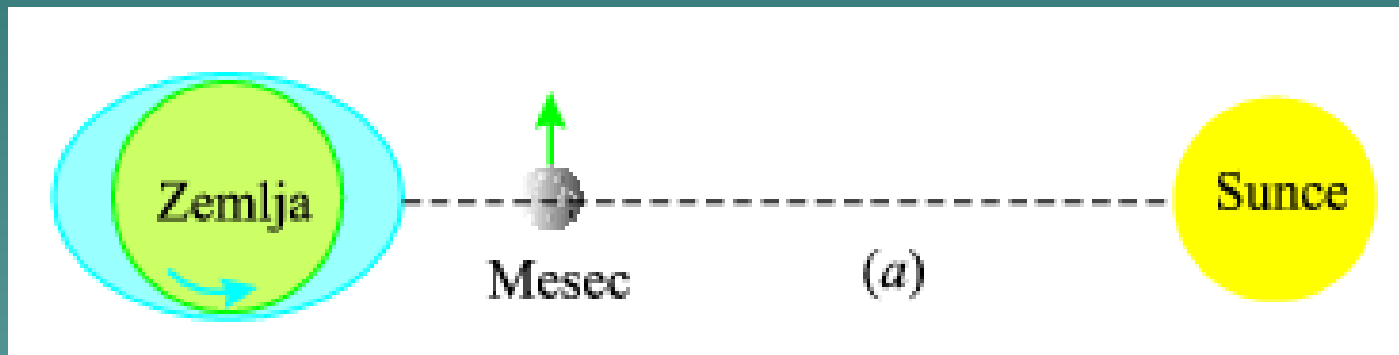
- да ли Сунце, као најмасивније тело у планетарном систему има

- Месец привлачи Земљу јаче него воду са друге стране

- Земља ротира око своје осе а места на којима су плиме задржавају свој положај у односу на Месец

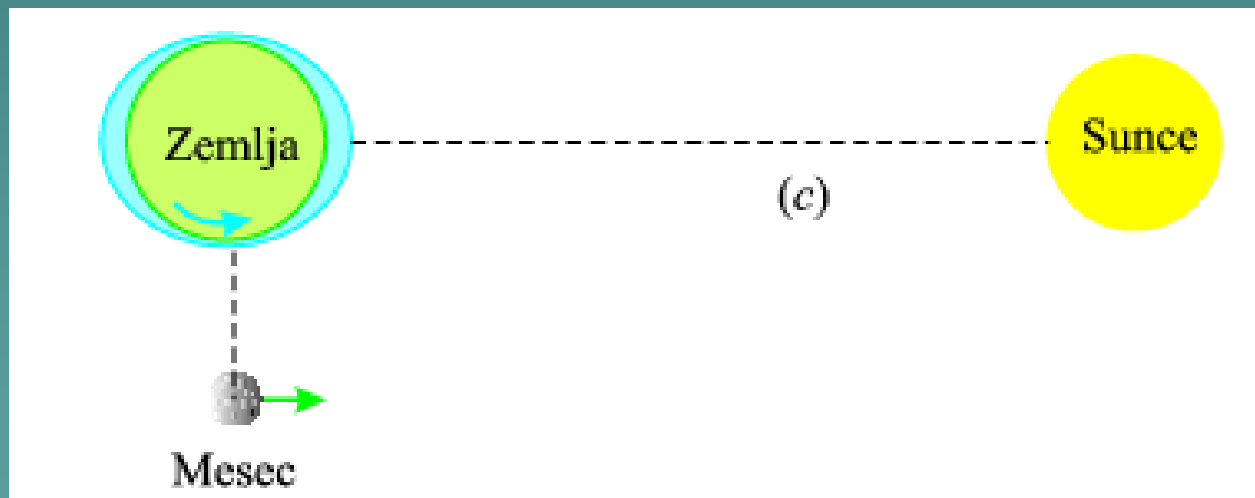
# Утицај Сунца на плиму и осеку

- ◆ утицај Сунца је половина утицаја Месеца
- ◆ највеће плиме – пролећне – када су Земља, Месец и Сунце у једној линији



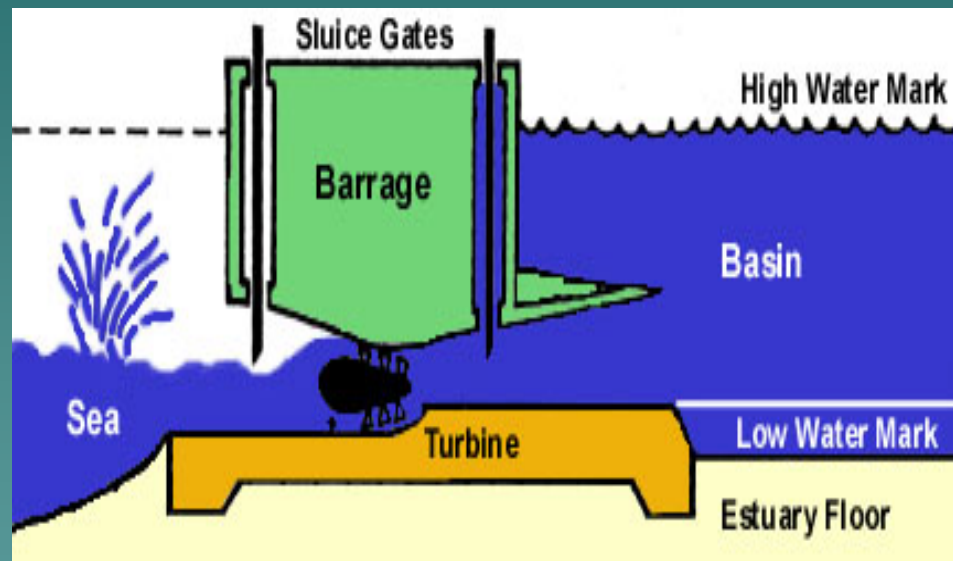
# Утицај Сунца на плиму и осеку

- ◆ утицај Сунца је половина утицаја Месеца
- ◆ најниже када је Сунце под правим углом у односу на линију која спаја положаје Земље и Месеца



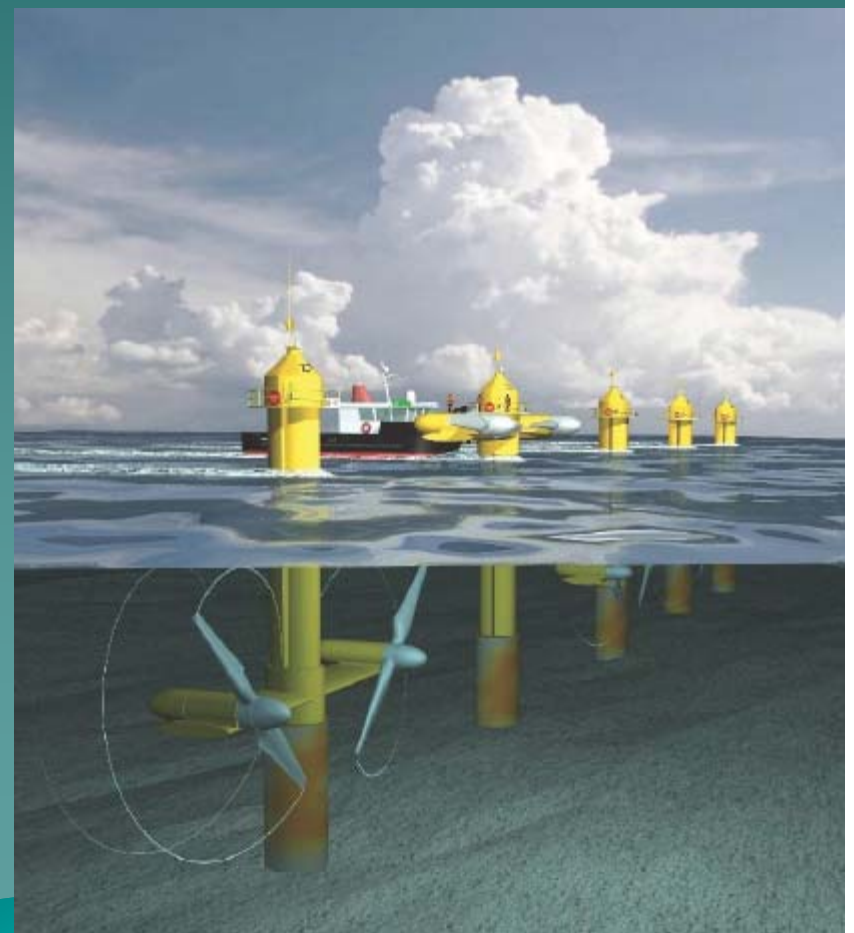
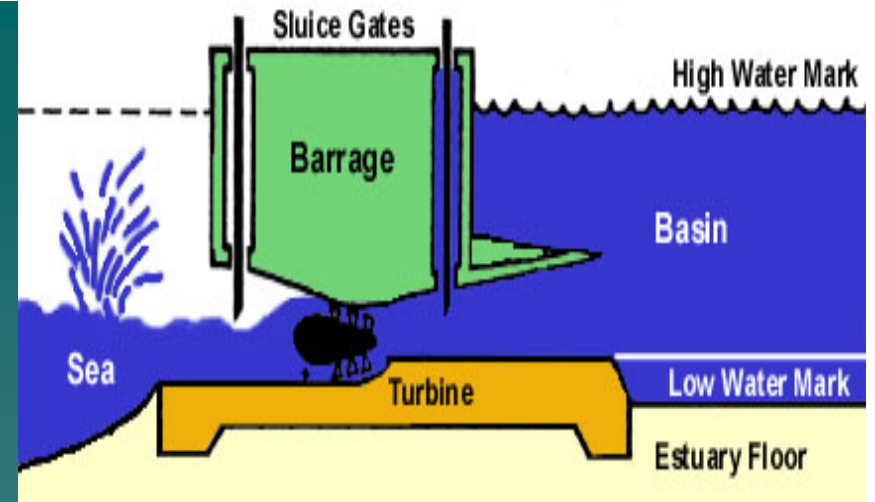
# Коришћење плиме за производњу енергије

- ◆ Брана се прави да одвоји залив од мора.
- ◆ она дозвољава плими да прође кроз њу и напуни базен.
- ◆ када дође до осеке, вода пролази кроз турбину, покреће је и генерише струју.



# Коришћење плиме за производњу енергије

- ◆ Брана се прави да одвоји залив од мора.
- ◆ она дозвољава плими да прође кроз њу и напуни базен.
- ◆ када дође до осеке, вода пролази кроз турбину, покреће је и генерише струју.





# Коришћење плиме за производњу енергије\*

- ◆ Нека је разлика у висини између плиме и осеке  $R$ , површина залива иза бране  $S$ , густина воде  $\rho$ . Њена маса је онда  $m = \rho SR$ . Центар гравитације (нападна тачка силе теже) се налази на  $R/2$  (ниво воде иза бране није стално  $R$  када она почне да истиче)
- ◆ Потенцијална енергија која се ослободи при кретању воде у једном плимском циклусу је

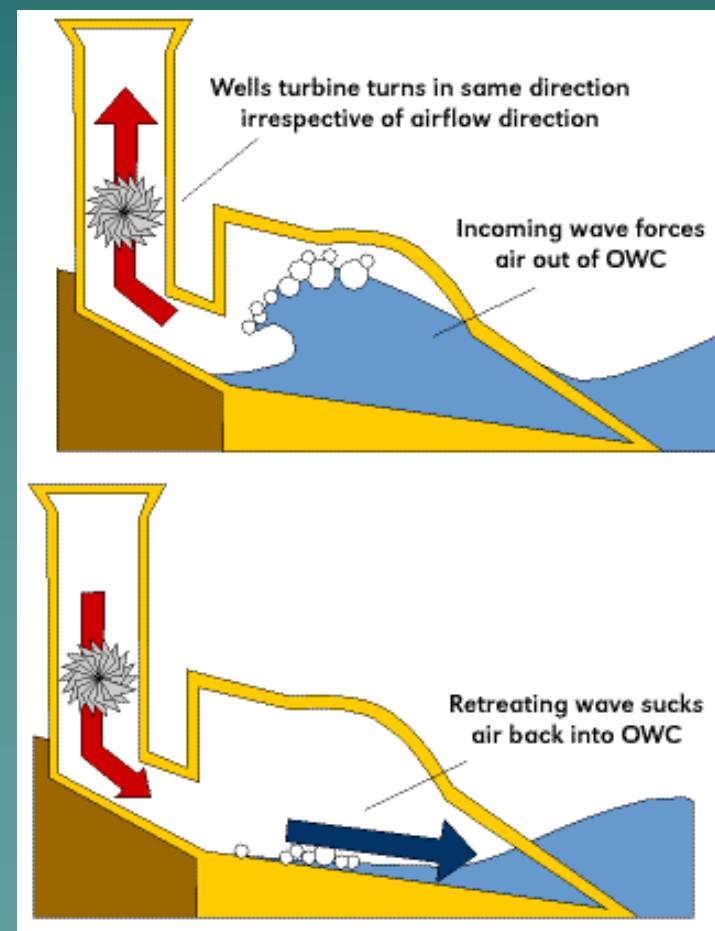
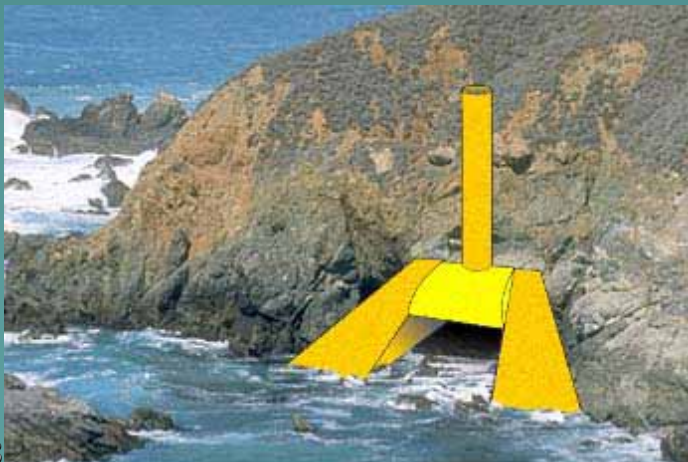
$$E_p = mg \frac{R}{2} = \frac{R^2 S \rho g}{2}$$

- ◆ Просечна снага која се ослободи по једном плимском циклусу периода  $\tau$  је

$$\bar{P} = \frac{E_p}{\tau} = \frac{R^2 S \rho g}{2\tau}$$

# Коришћење таласа за производњу енергије

- ◆ Осцилујући водени и ваздушни стуб
- ◆ Долазећи талас изазива померање ваздушног стуба на горе у цеви и тера турбину да се okreће
- ◆ Одлазећи талас вуче за собом ваздух и тако опет okreће турбину



# Таласи на мору-”гравитациони”\*

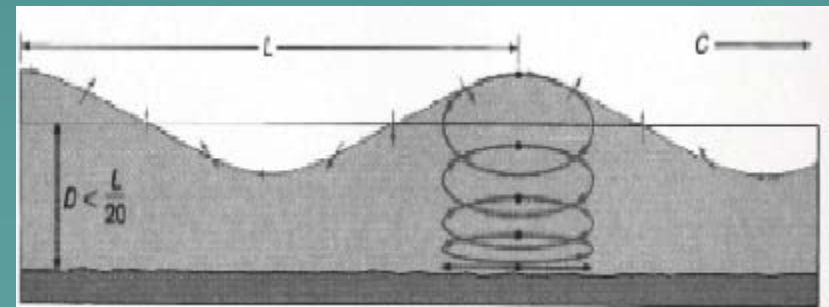
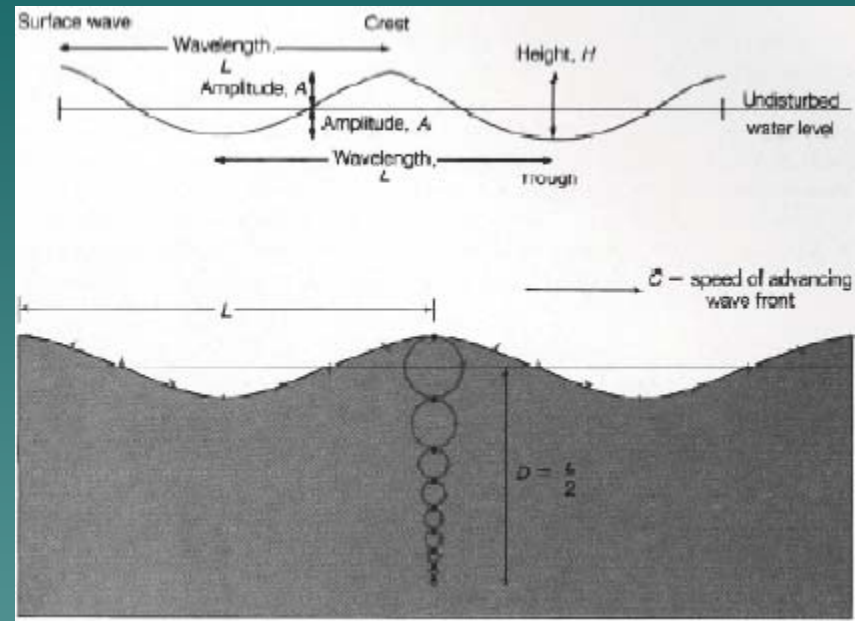
- ◆ Таласе на мору изазива ветар када прелази по површини воде
- ◆ Таласна дужина  $l$ , амплитуда  $A$  и висина  $H=2A$
- ◆ Дубока вода ( $h > l/2$ ), фазна брзина таласа је

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$$

- ◆ Плитка вода ( $h < l/20$ )  $c = \sqrt{gh}$

- ◆ Општи случај-између ова два ( $l/2 < h < l/20$ )

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi h}{\lambda}\right)}$$



# Енергија таласа\*

- ◆ Таласи су хармонијски систем. Енергија садржана у таласу (по јединици хоризонталне површине) може да се запише као

$$E = \frac{1}{2} \rho g A^2 = \frac{1}{8} g \rho H^2$$

- ◆ Снага

$$P = \frac{E}{T} = \frac{1}{16\pi\lambda} \rho g^2 H^2 T$$

- ◆ Реални таласи су суперпозиција више таласа-усредњавање и обрачун по таласној дужини даје

$$\bar{P} = \frac{1}{64} \rho g^2 H_s^2 T_s$$

- ◆ где је  $H_s$  – значајна висина (просечна висина таласа=4хстандардна девијација елонгације) а  $T_s$  значајни период – период доминантне осцилације
- ◆ Типичан талас на океану има амплитуду око 1 метар и садржи у себи око  $70 \text{ kW m}^{-1}$

# Предности плиме, осеке и таласа

- ◆ Обновљив
- ◆ има је довољно (процена је да може да произведе 16% потребне енергије.)
- ◆ Нема загађења (осим у току изградње)
- ◆ Вода је бесплатан извор
- ◆ Углавном не спречава миграцију водених животиња

# Недостаци плиме, осеке и таласа

- ◆ Утиче на приобални морску флору и фауну
- ◆ скупе су (око 1.2 милијарди долара.)
- ◆ има негативан утицај на туризам (мења визуелни изглед обале, спортски риболов, пливање, ...)
- ◆ одржавање је скупо
- ◆ трансфер произведене енергије је скуп
- ◆ произведена снага није константна (због промене таласа)

# Енергија плиме данас

Плима се веома мало користила кроз историју. Данас су направљене инсталације на више места у свету

- Француска (La Rance, 240 MW)
- Велика Британија
- Бивши СССР
- Канада
- САД

У принципу је могуће добити велику количину енергије на овај начин али је то, са данашњом технологијом, још увек релативно скупо

# Ветар

- ◆ стара идеја – 1800. године, више од 10 000 ветрењача у Великој Британији
- ◆ модерне турбине – пропелери са две или три лопатице – пречник 33 м
- ◆ генеришу око 300 kW при брзини ветра око 50 км на час (6 по Бофоровој скали)
- ◆ Острво Фаро, 50 MW, што чини око 90% потреба, а цена је 4/13 цене енергије добијене сагоревањем фосилних горива.
- ◆ велики системи – фарме ветрова.
- ◆ велике фарме су непопуларне јер нарушавају природну лепоту





# Ветар

- ◆ Кинетичка енергија јединице запремине ваздуха

$$E_k = \frac{\rho u^2}{2}$$

- ◆ Запремина ваздуха која прође кроз попречни пресек  $S$  за време  $t$  је

$$V = Sut$$

- ◆ Снага је

$$P_0 = \frac{\frac{\rho u^2}{2} uSt}{t} = \frac{\rho u^3 S}{2}$$

- ◆ Снага по јединици површине је

$$\frac{P_0}{S} = \frac{\rho u^3}{2}$$



# Ветар

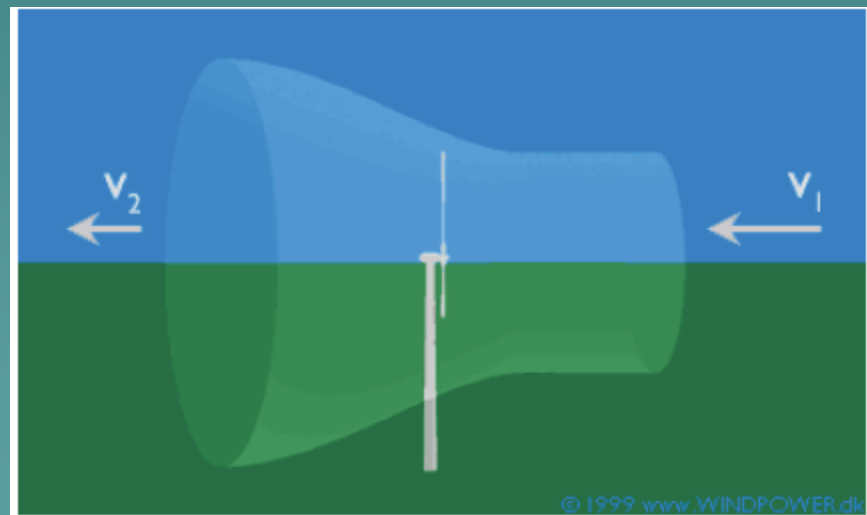
- ◆ Ако ветар дува под углом који није прав и то треба узети у обзир

$$\frac{P_0}{S} = \frac{\rho u^3}{2} \cos \beta$$

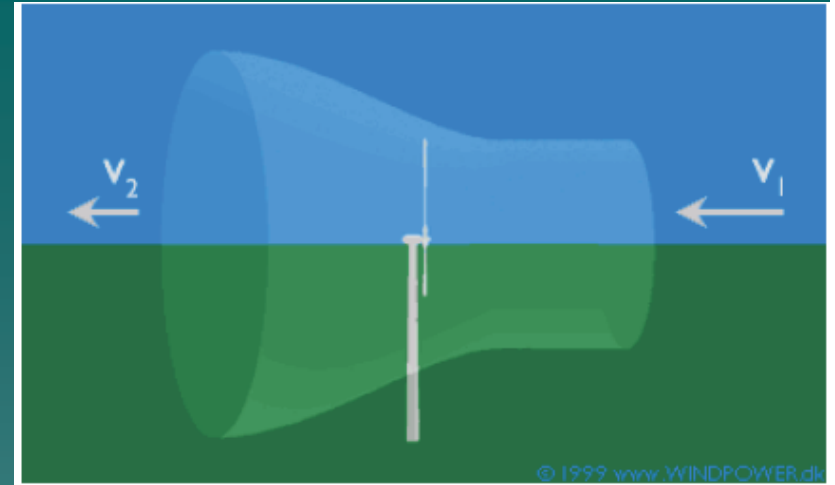
- ◆ Ово је максимална снага у ветру коју није могуће екстраховати у потпуности

- ◆ Једначина континуитета (за нестишљив флуид) гласи

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$



# Снага ветра-Бецов лимит



- ◆ Након турбине, ваздух задржава неку брзину, што лимитира снагу која може да буде екстрахована (Бецов лимит)

- ◆ Тачан израз за снагу садржи и коефицијент перформансе

$$\frac{P_0}{S} = C_p \frac{\rho u^3}{2} \cos \beta$$

$$C_p = 4\varepsilon(1 - \varepsilon)^2$$

$$\varepsilon = (v_1 - v_2) / v_1$$

- ◆ Максимум искоришћења је за  $\varepsilon = 1/3$ !
- ◆ Опсег вредности овог коефицијента
- ◆ Од свих обновљивих извора ветар је најкомпетитивнији фосилним горивима

$$C_p = (0,4 - 0,59)$$

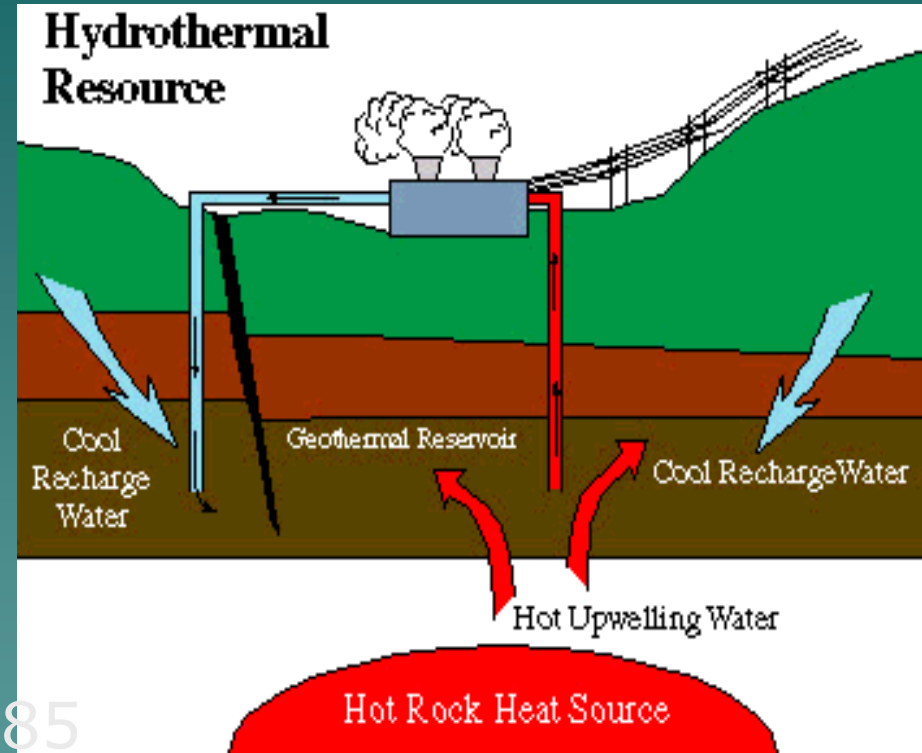
# Weibull-ова расподела\*

- ◆ Вероватноћа да ветар има брзину  $v$  је дата двопараметрарском расподелом

$$f(v) = \frac{\beta}{\alpha} \left( \frac{v}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-(v/\alpha)^\beta}$$

- ◆ фактор скале  $a=5,1\text{m/s}$ . Параметар облика  $b=1,5$

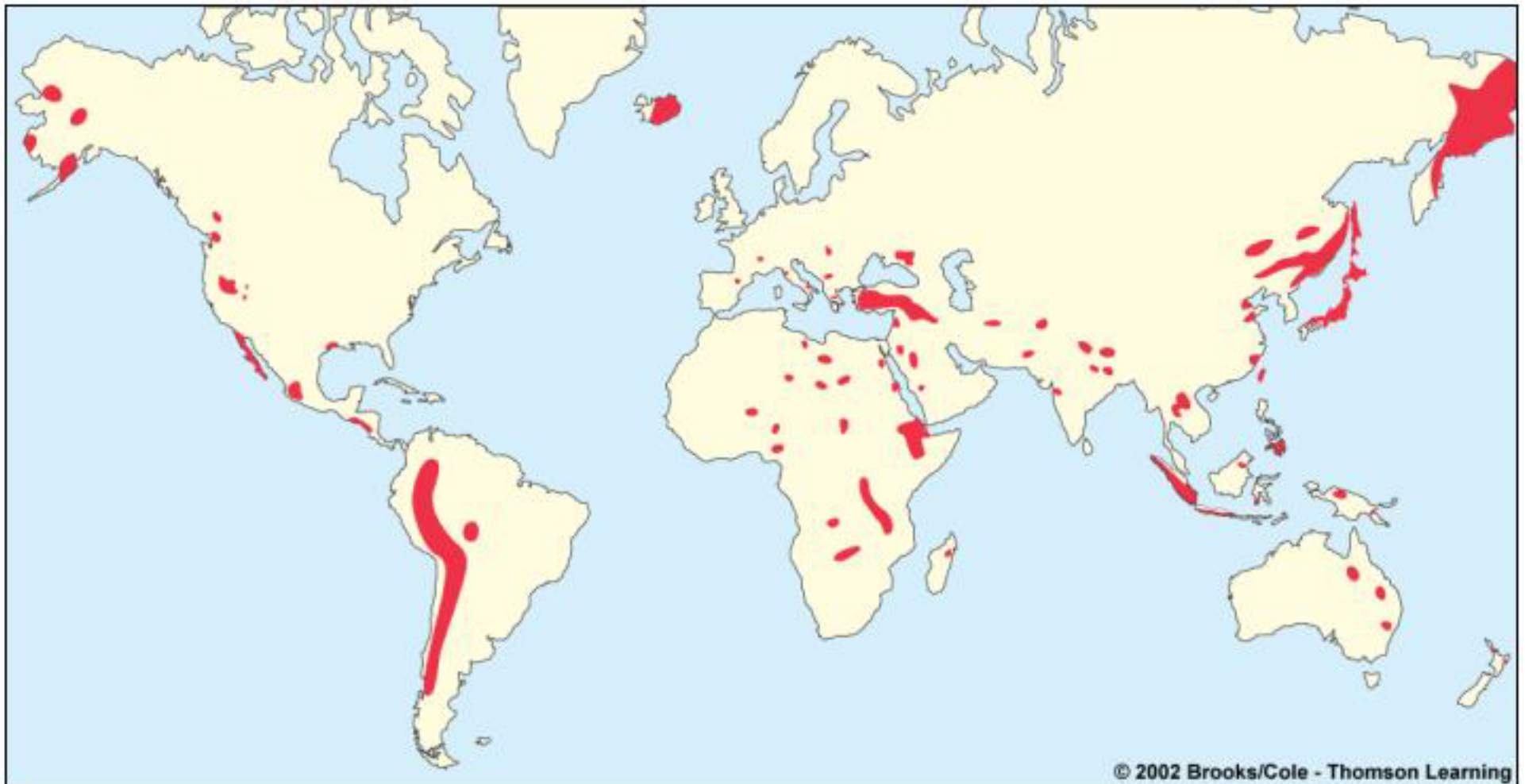
# Геотермална енергија



1.3 GW капацитет у 1985

- из топлоте која потиче из унутрашњости земље.
- произведена радиоактивним распадом
- најчешћа је хидротермална – подземне воде долазе у додир са загрејаним стенама и испарава

# Геотермални резервоари



# Биомаса као гориво

- ◆ **Биомаса** - било која органска супстанца (материја биљног или животињског порекла) која може бити коришћена као извор енергије.
  - дрвеће,
  - покошени усеви,
  - морска трава,
  - отпаци животињског порекла,
  - стајско ђубриво, ...
- ◆ Биомаса - трансформисана Сунчева енергија ускладиштена у биомаси кроз процес **фотосинтезе** (биљке користе угљен диоксид, воду и одређене минерале да направе угљене хидрате).
- ◆ Најчешћи начин да се из биомасе добије енергија је сагоревање биомасе.
- ◆ Биомаса је коришћена хиљадама година и она је најпознатији извор енергије.
- ◆ То је обновљиви извор енергије јер је снабдевање њоме неограничено-увек може да се засади и порасте за релативно кратко време.



# Биомаса као гориво

- ◆ Постоји 4 главна типа биомасе:
  - дрвеће и пољопривредни производи,
  - чврсти отпаци,
  - земни гас и
  - алкохолна горива.
- ◆ Сагоревање дрвећа је најчешћи начин за коришћење енергије биомасе и на њега отапада 90% од укупне енергије добијене из биомасе.
- ◆ Сагоревање чврстих отпадака – у термоелектранама – скупље је од угља али нас решава отпада



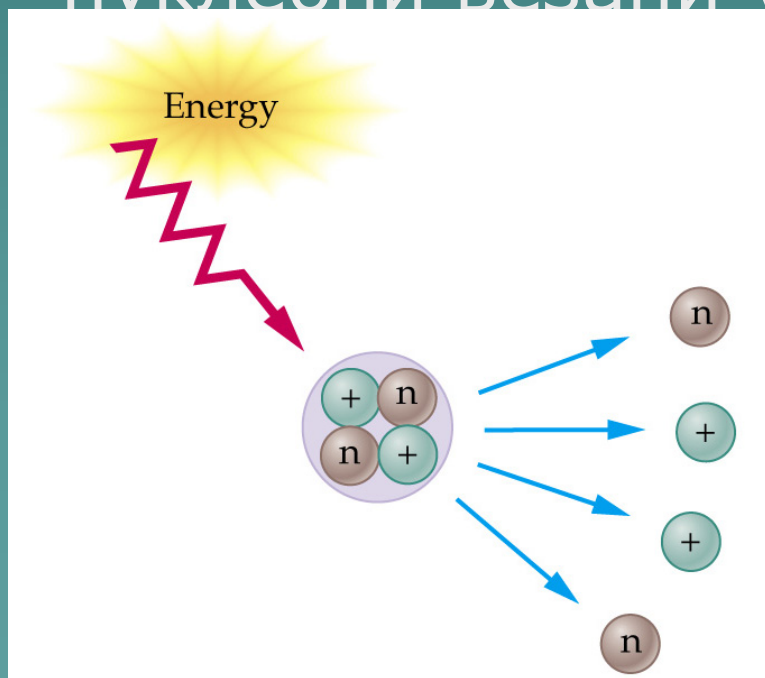
# Биомаса као гориво

- ◆ **метан** – биогаз - за загревање стаклених башти.
- ◆ Кукуруз, пшеница и друге житарице могу да се користе за производњу разних врста течних горива.
- ◆ Најчешћи су етанол и метанол.
- ◆ Данас су ово још увек прилично скупа горива и цена нафте би требало да буде два пута већа да би се производња етанола и метанола исплатила.
- ◆ Мешање 10% етанола и 90% бензина даје гориво које се зове **гасохол**.
- ◆ Гасохол по цени може да се пореди са ценом бензина и може да се користи као погонско гориво за моторе.
- ◆ Он такође има високу октанску вредност и чистије сагорева од бензина.

# Енергија везе: да ли је $2 + 2 = 4$ ?

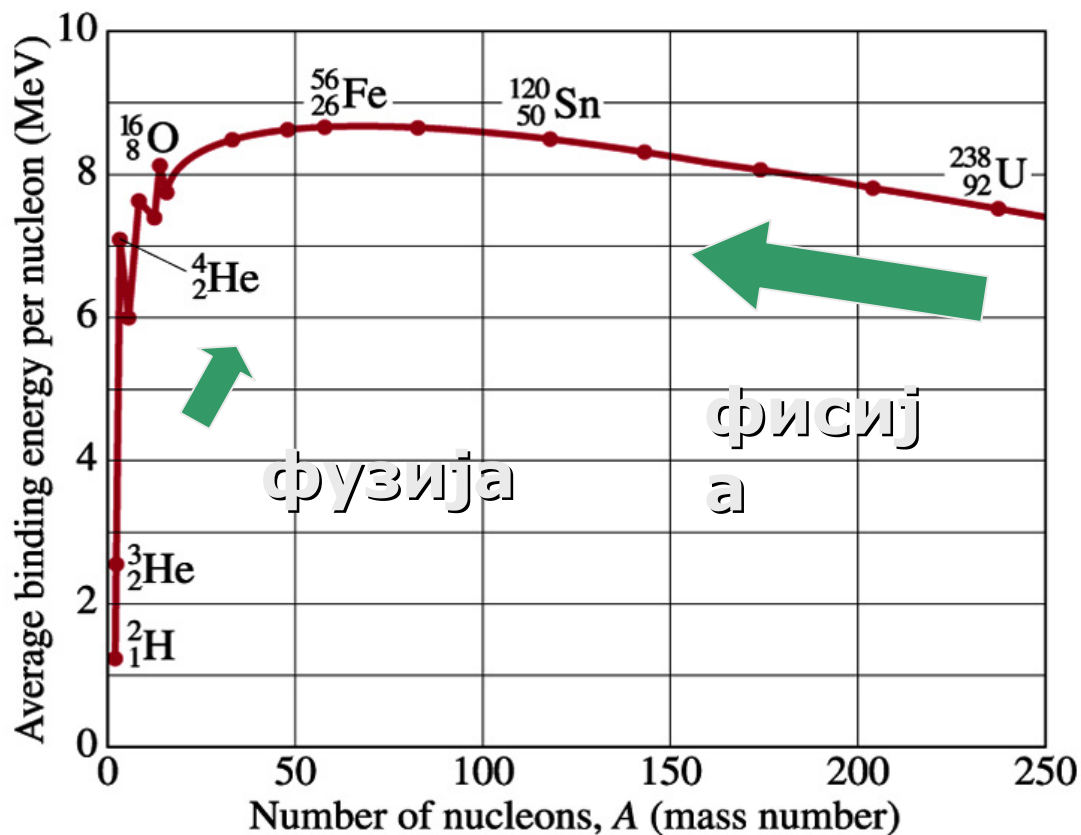
Минимална енергија која треба да се доведе стабилном језгру да би се оно разбило на нуклеоне који га чине се зове ЕНЕРГИЈА ВЕЗЕ. Та енергија показује колико су јако нуклеони везани у језгро

**Маса  $\alpha$ -честица је МАЊА од збира маса два протона и два неутрона од којих се састоји! Тај мањак је енергија везе Не.**



# Енергија везе језгра

- ✓ Обично се рачуна енергија везе по нуклеону (да би се упоређивало)
- ✓ Максималну енергију везе имају елементи око гвожђа! На том месту крива има максимум!



Енергија се ослобађа када се:

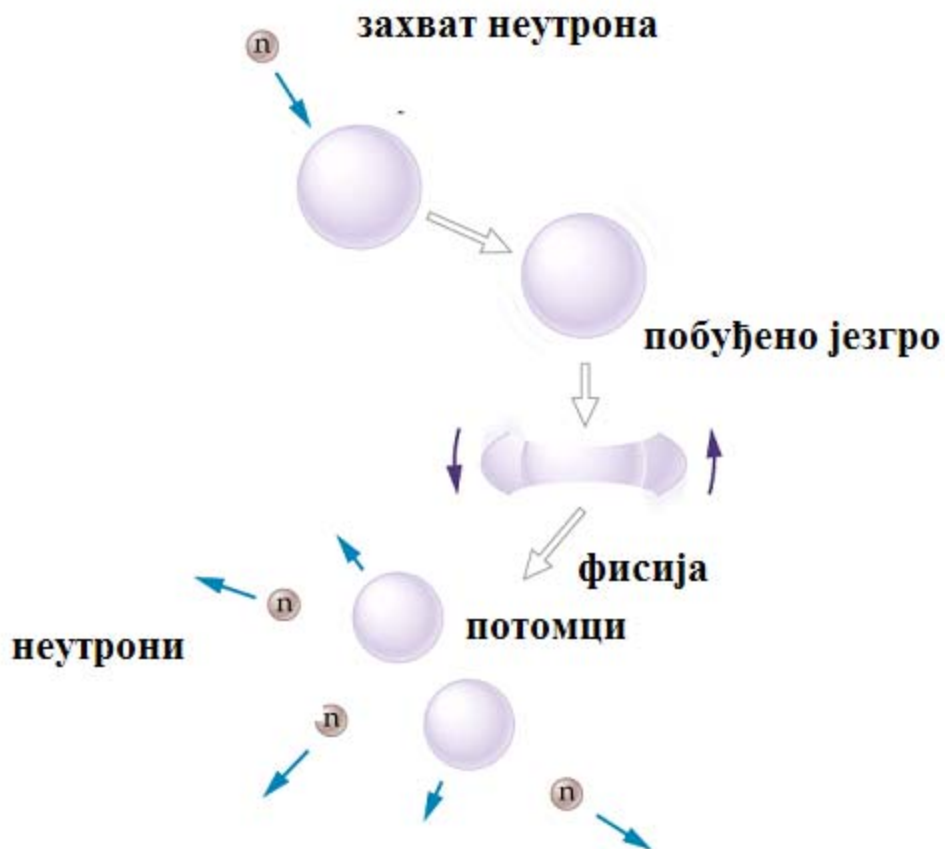
- мала језгра комбинују у велика (нуклеарна фузија)
- Велика цепају у мања

# Нуклеарна фисија

✓ **Лиза Мајтнер, Ото Хан и Фриц Штрасман, 1939:** Велика језгра могу да се поделе на **два** мања (до тада су биле избацавање мање честице из језгра). Како овај процес личи на процес дељења ћелија назван је **фисија**. Пример: **Фисија урана**.

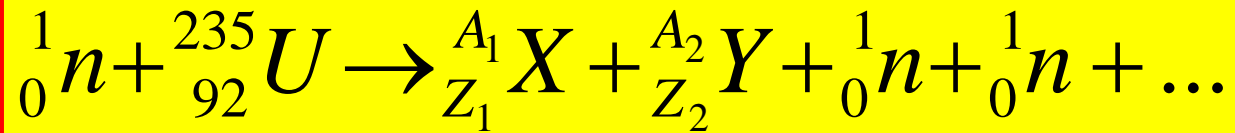
✓ Да би се она изазвала потребни су спори неутрони (тешка вода- уместо водоника има деутеријум).

✓ Догађа се ланчана реакција када **неутрон** бива захваћен од стране језгра које се након тога цепа, емитује више неутрона итд.

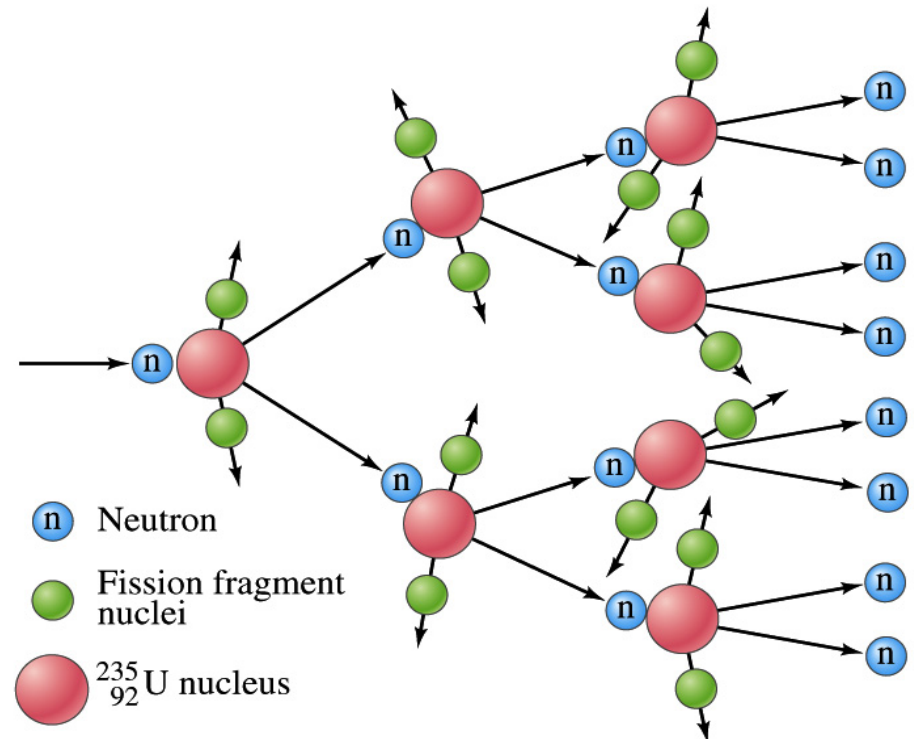
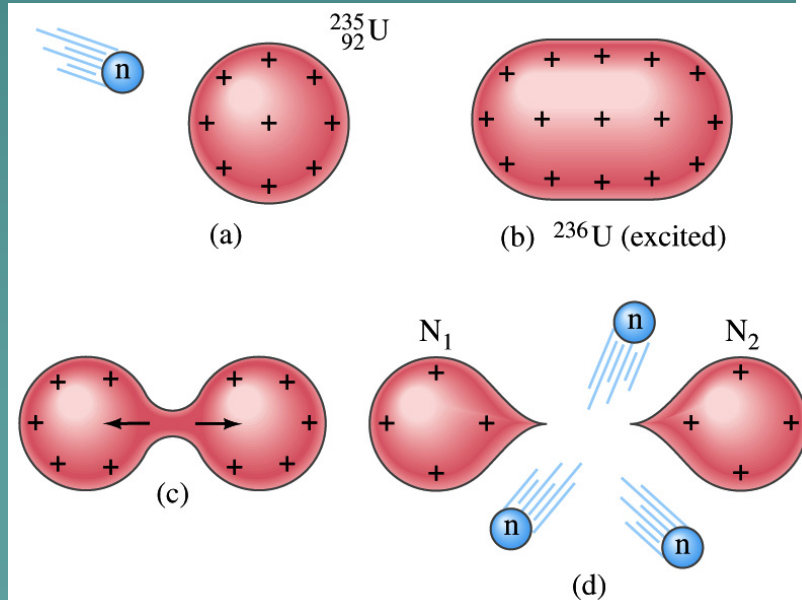


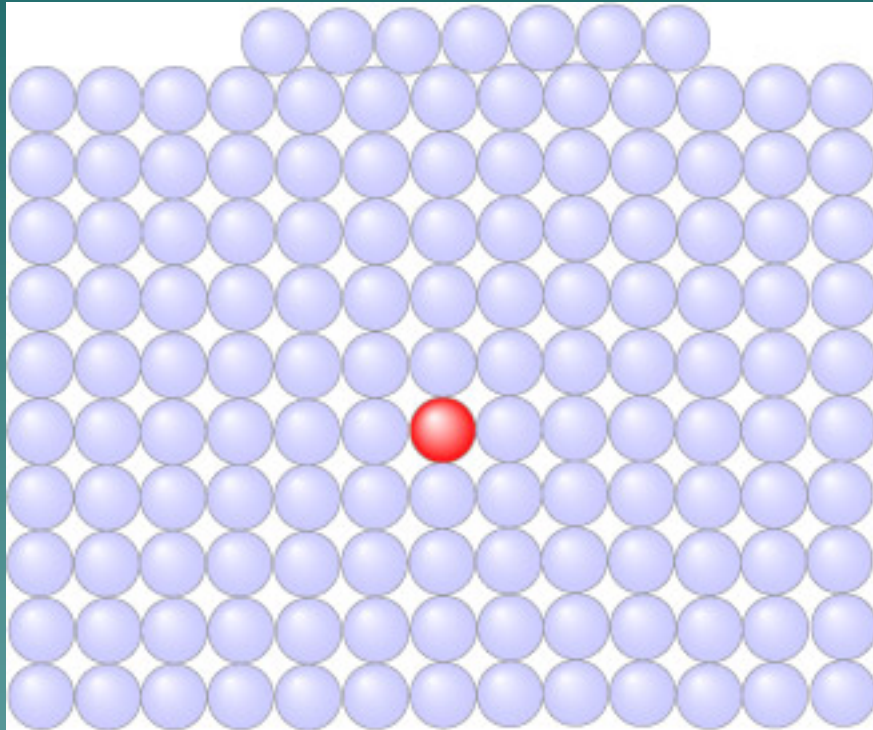
Током другог светског рада САД су направиле прву нуклеарну бомбу: **Пројекат Менхетн**

# Нуклеарна фисија и ланчана реакција



ослобађа се 240 MeV





У природном урану,  
само 1 атом од 137  
је  $^{235}\text{U}$ . Остали су  
атоми  $^{238}\text{U}$ , који има  
исте хемијске  
особине.

Технологија  
сепарација  $^{235}\text{U}$  од  
 $^{238}\text{U}$  зато није  
тривијална

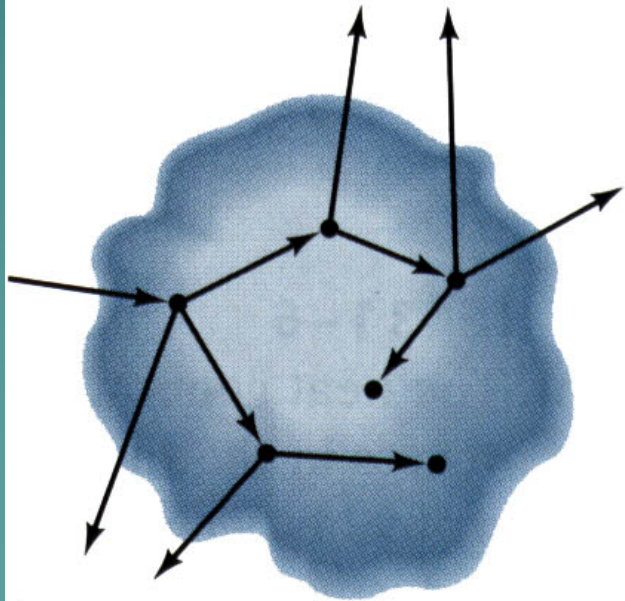
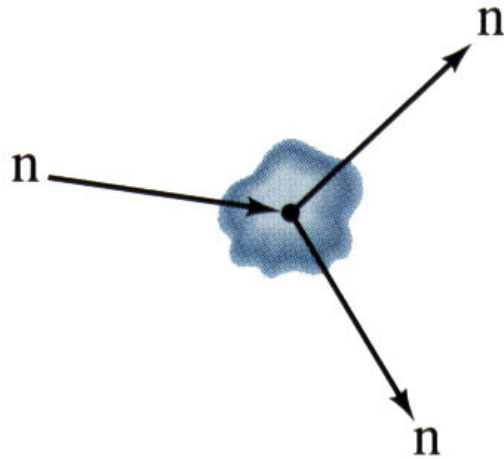
# Улога модератора:

У неким ситуацијама, неутрони могу да се крећу превеликим брзинама...

Да би се то избегло користи се модератор неутрона који их успорава тако да могу да се сударе са језгрима и изазову њихово цепање

У првим реакторима, ту улогу је вршио угљеник.

# Критична маса



Ако имамо малу количину језгара "родитеља", неутрони које произведемо неће успети да поцепају језгра већ ће изаћи ван препарата. У том случају располажемо **субкритичном масом.**

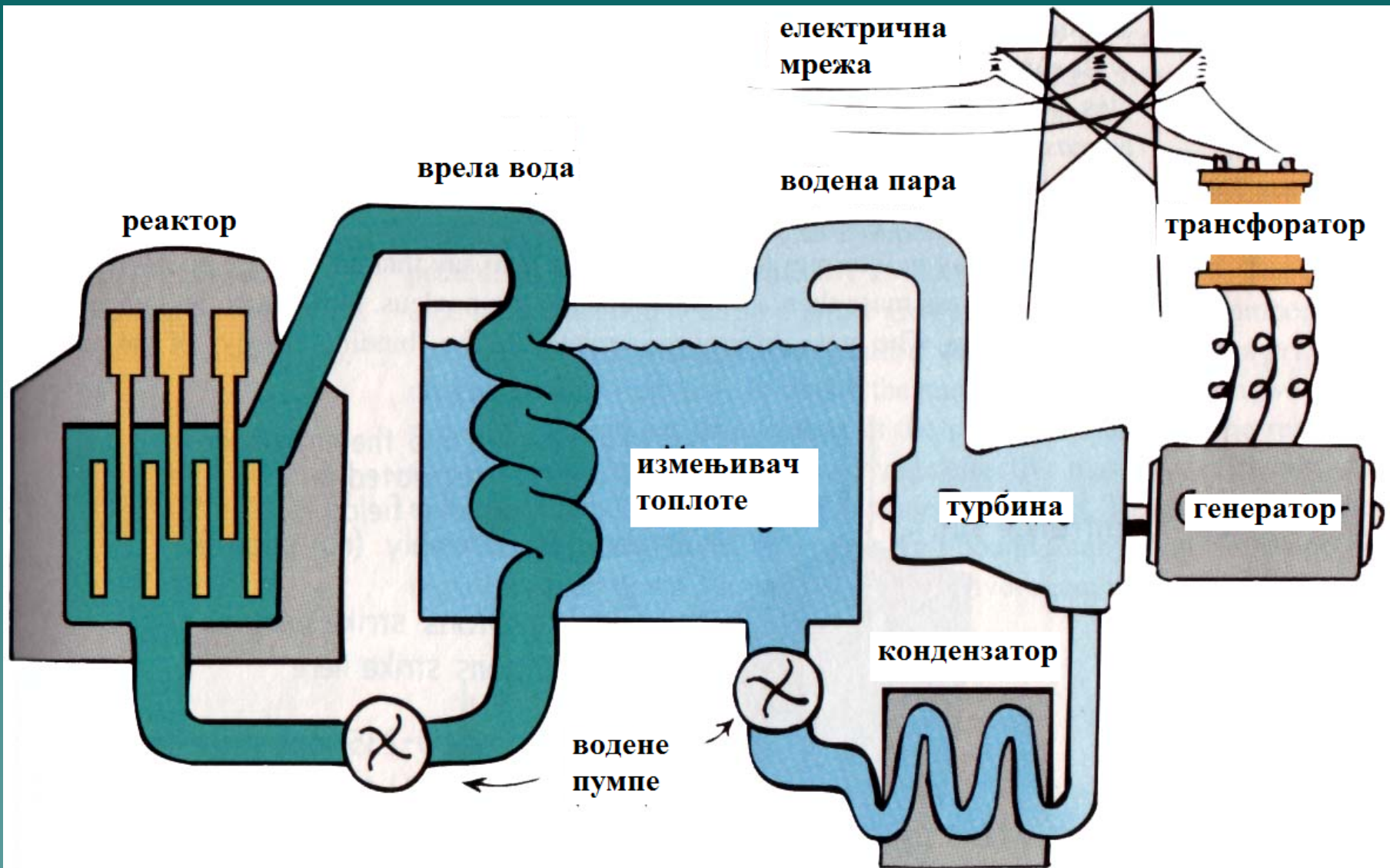
То значи да је неопходна нека "критична маса" да би се реакција наставила... Ако је маса много већа од критичне зове се **суперкритична....**



# Нуклеарне електране

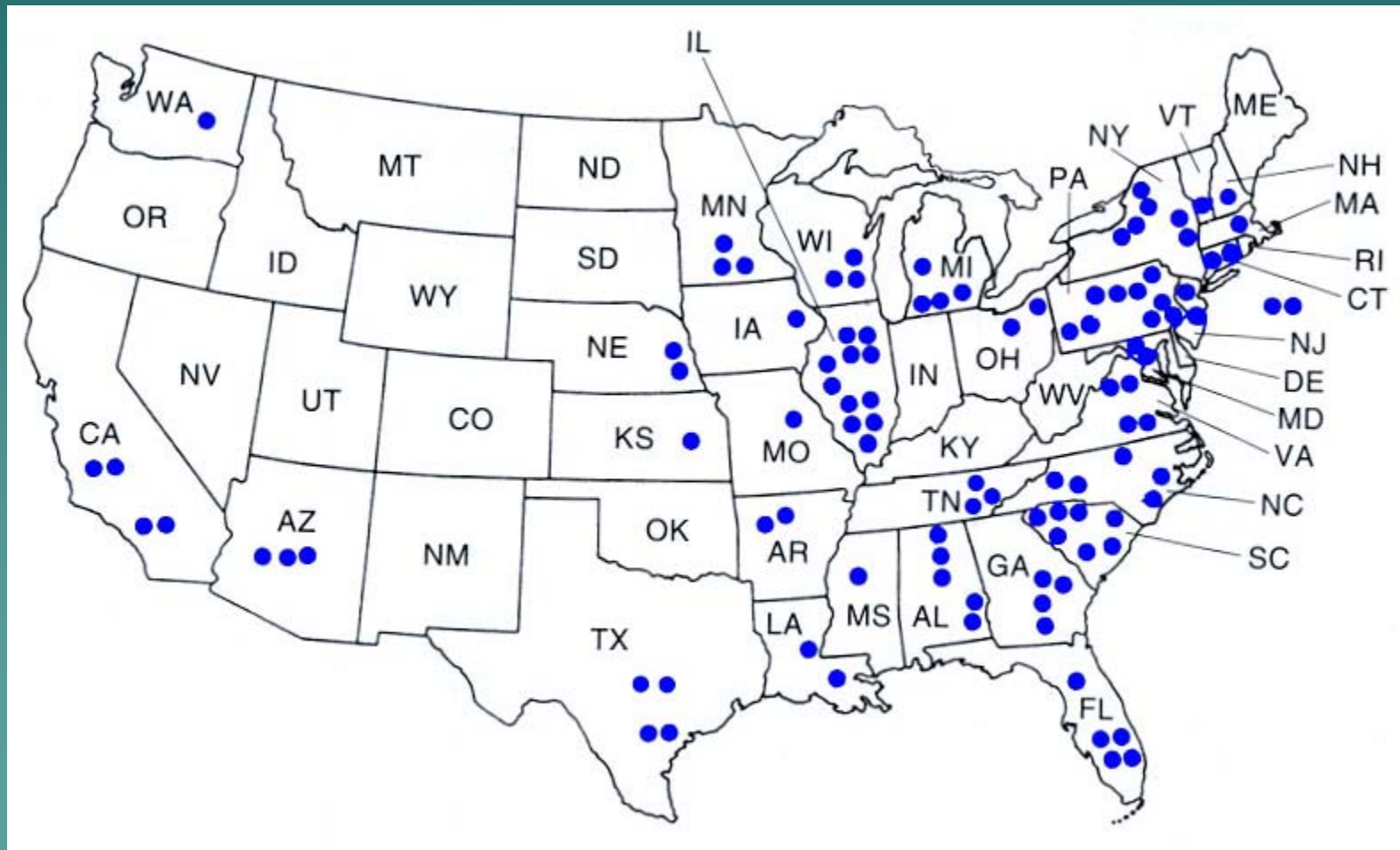
Користе се за генерисање електричне енергије. У ствари при нуклеарним реакцијама се ослобађа велика количина топлоте која се користи да загреје воду која онда испари и покреће турбине.





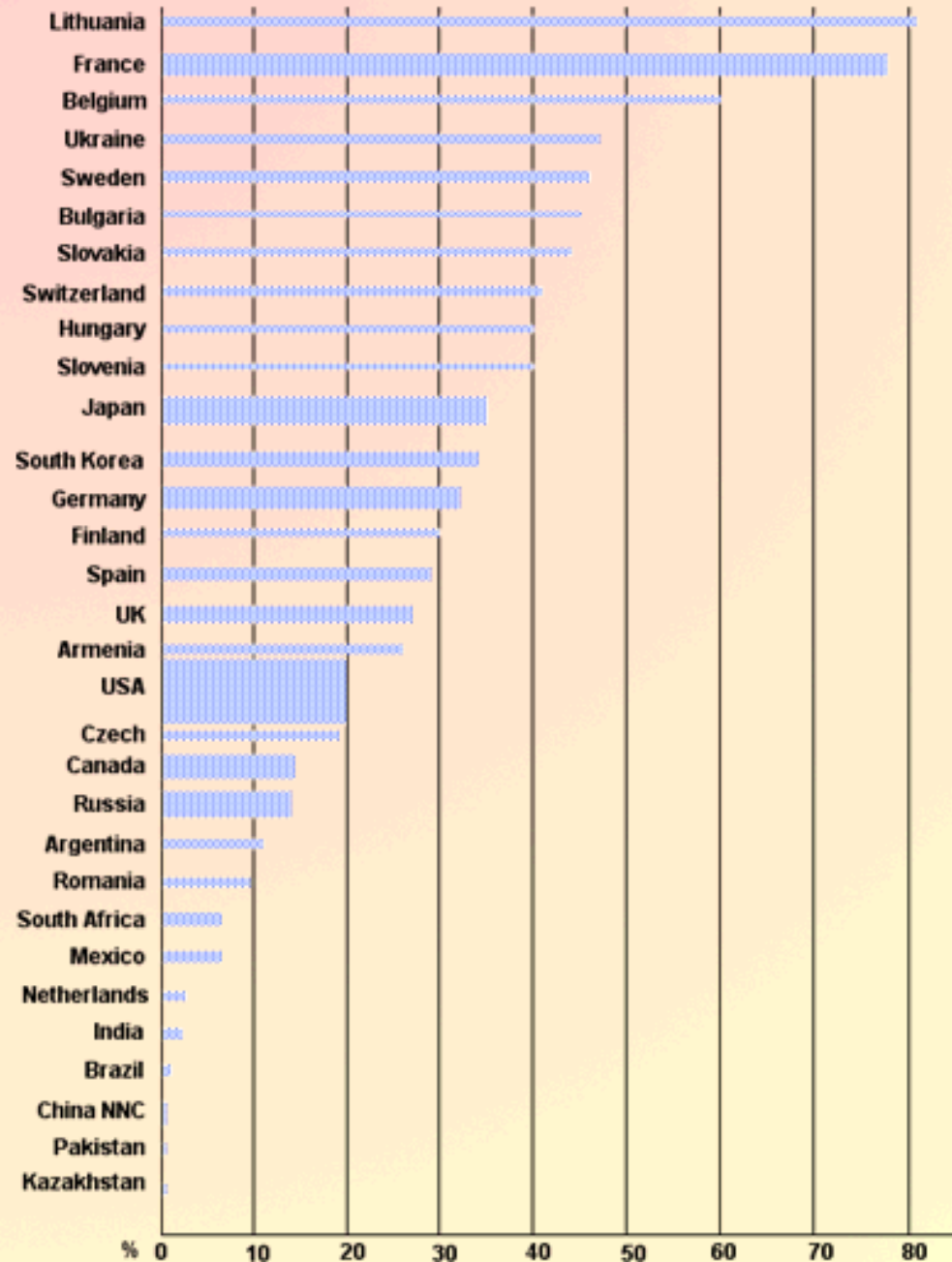
Приметимо да постоје два одвојена водена система

# Нуклеарне електране у САД



- ◆ Процент нуклеарне енергије у укупној производњи енергије
- ◆ (1999. године су биле 452 електране у свету, од тога преко 100 у САД )

**NUCLEAR ELECTRICITY GENERATION %**  
(World 16%)



# Нуклеарне електране у свету



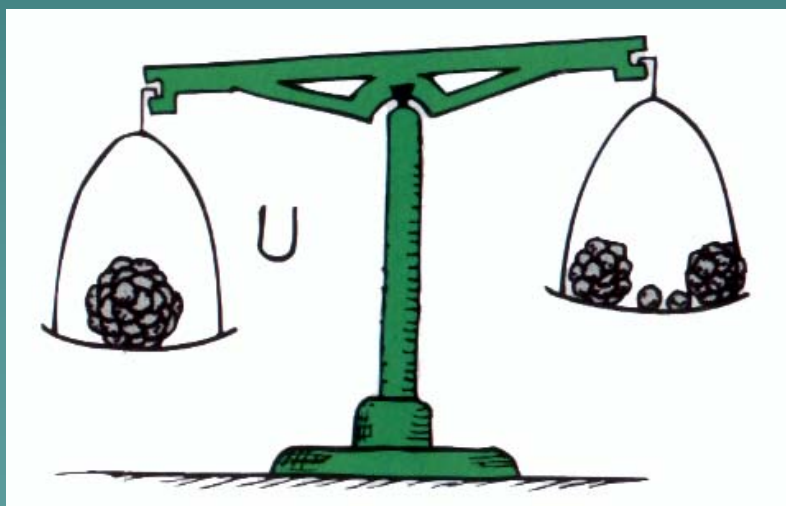
# Нуклеарне електране у Европи



# Еквивалентност масе и енергије

При фисији се ослобађа ОГРОМНА количина енергије.  
Одакле та енергије???

Ако би измерили родитељско језгро и потомке  
приметили би да немају једнаку масу...



Ова разлика у маси је позната  
као дефект масе. тај део масе  
који је нестао је у ствари  
конвертован у енергију

$$E = mc^2$$

Мала количина масе може да се  
конвертује у велику количину  
енергије

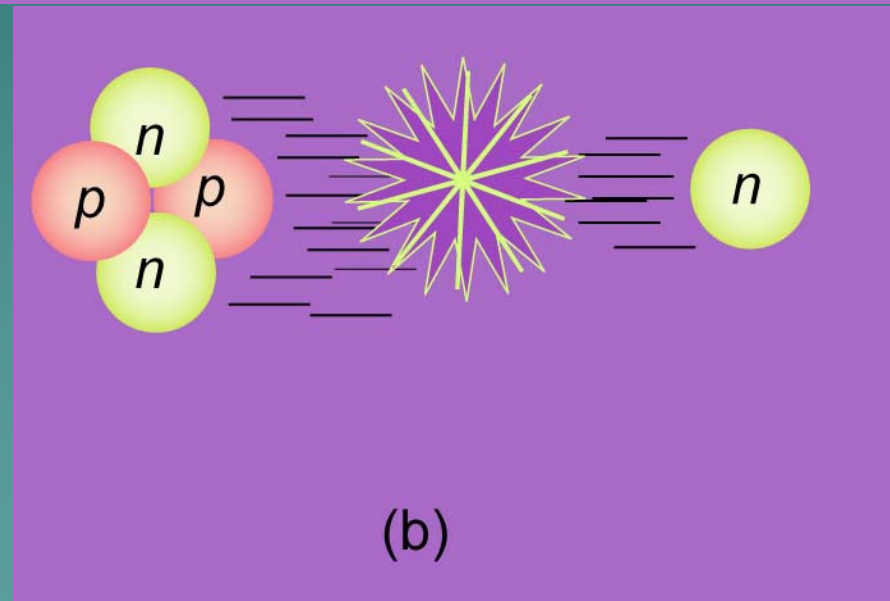
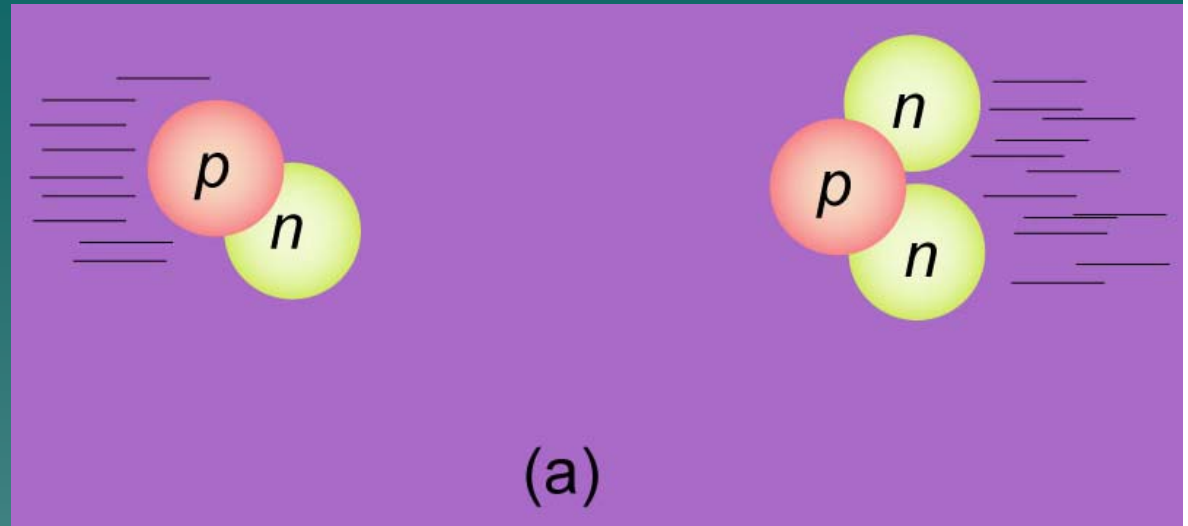
# Нуклеарна фузија

- ✓ Фузионе реакције теку на сунцу, где се лаки елементи (H) комбинују и производе масивније – He...
- ✓ На Сунцу се око **600,000,000 t** H конвертује у He сваке секунде. Сунце добија енергију на тај начин у такозваном протон-протон циклусу, који је описао Ханс Бете.
- ✓ На неким другим звездама се фузионише He или чак и неки други масивнији елементи!
- ✓ Термонуклеарна фузиона реакција се одвија и у H-бомби (фузиона бомба).

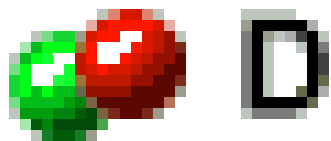
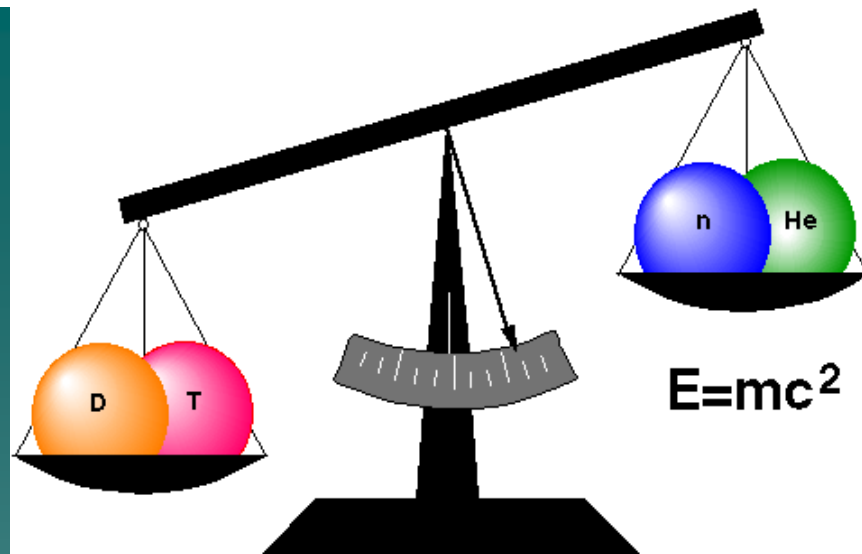
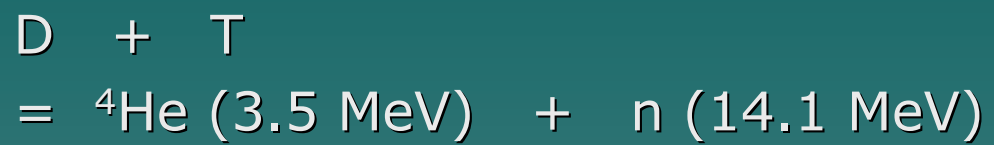
✓ <sup>5/13/2012</sup> Проблем је да се креира контролисана



- ◆ Фузија деутеријумског и трицијумског језгра у хелијум
- ◆ Ослобађа се око 17,6 MeV енергије.
- ◆ Деутеријум чини око 0,015% обичног водоника.
- ◆ Трицијум је радиоактиван али се он троши као гориво у процесу.

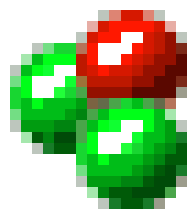


# Фузија



D

T



# Будућност фузије

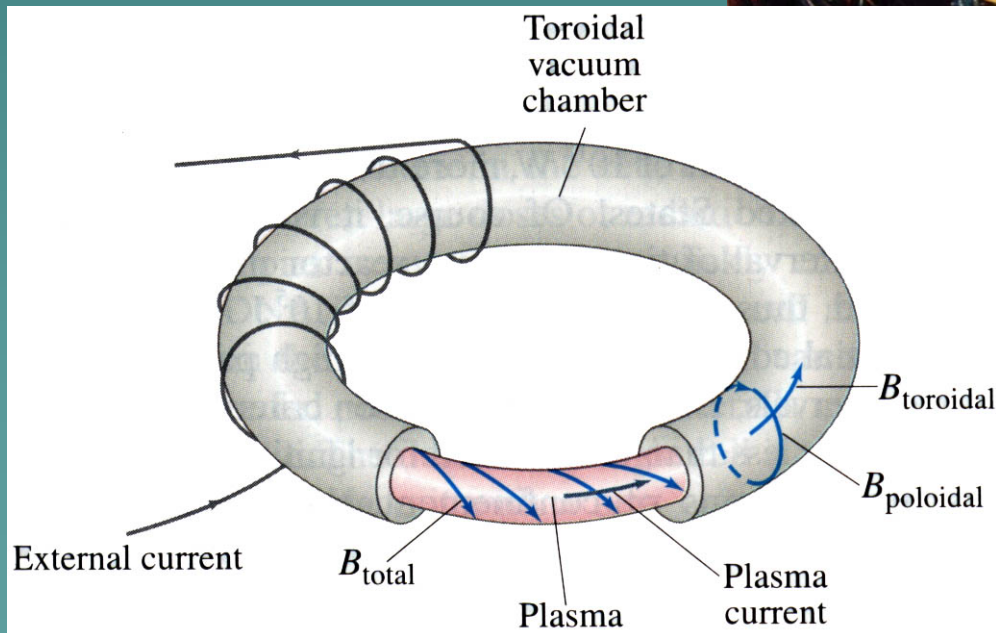
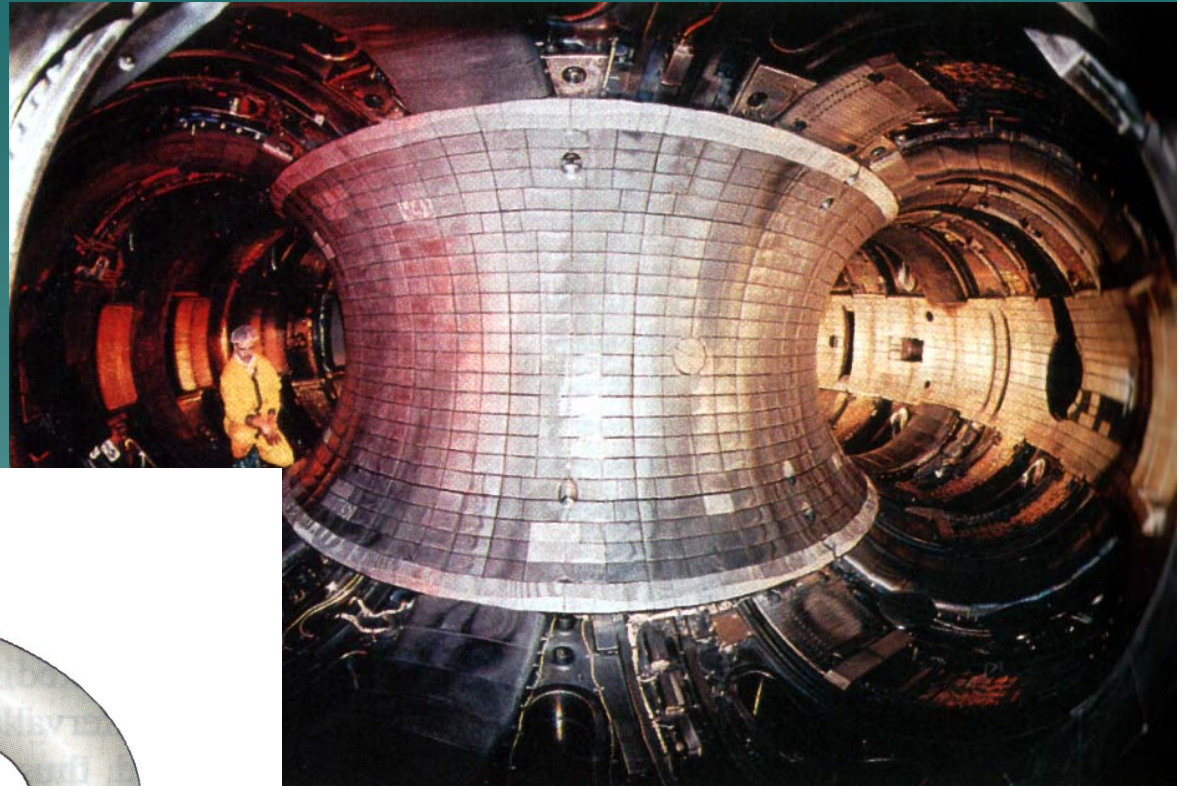
Главни проблем је одбијање протона.

Да би се фузионисали протони, морају да буду веома брзи, односно “топли” – да би пришли довољно близу једни другима да нуклеарне силе буду јаче од електростатичких.

Снажни ласери могу да загреју водоник довољно.

Ласер од  $10^{14}\text{W}$  нпр.

# Тороидалне коморе са плазмом и магнетима



# Предности фузије:

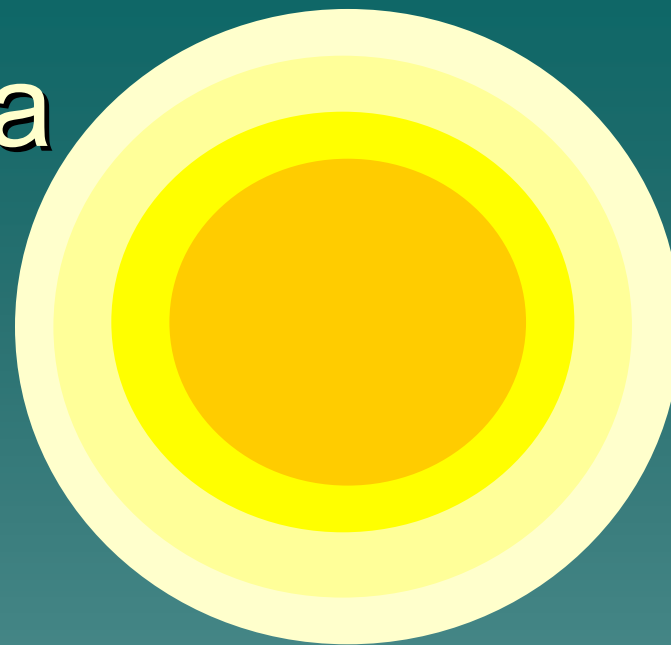
Једини потребан материјал је водоник (има га у води).

Једини продукт је хелијум (може да се користи за балоне).

Нема радиоактивног отпада.

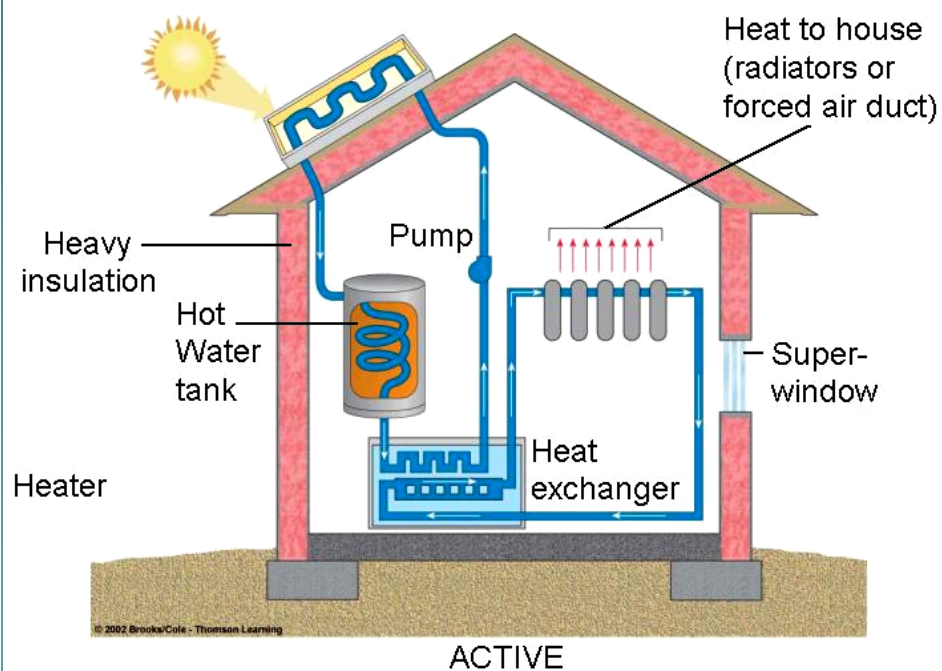
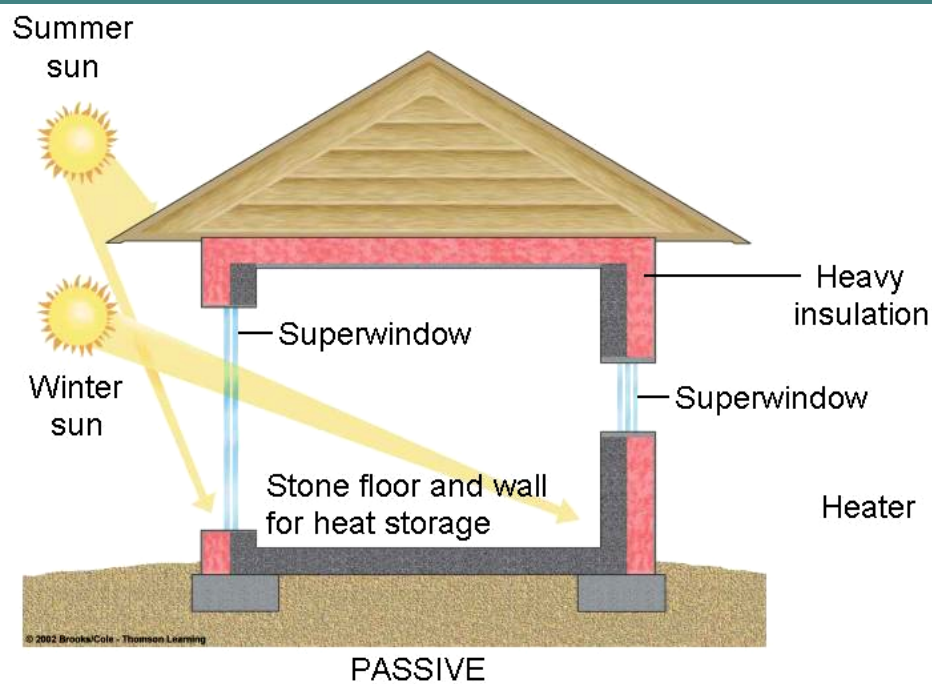
Велика продукција енергије.

# Соларна енергија

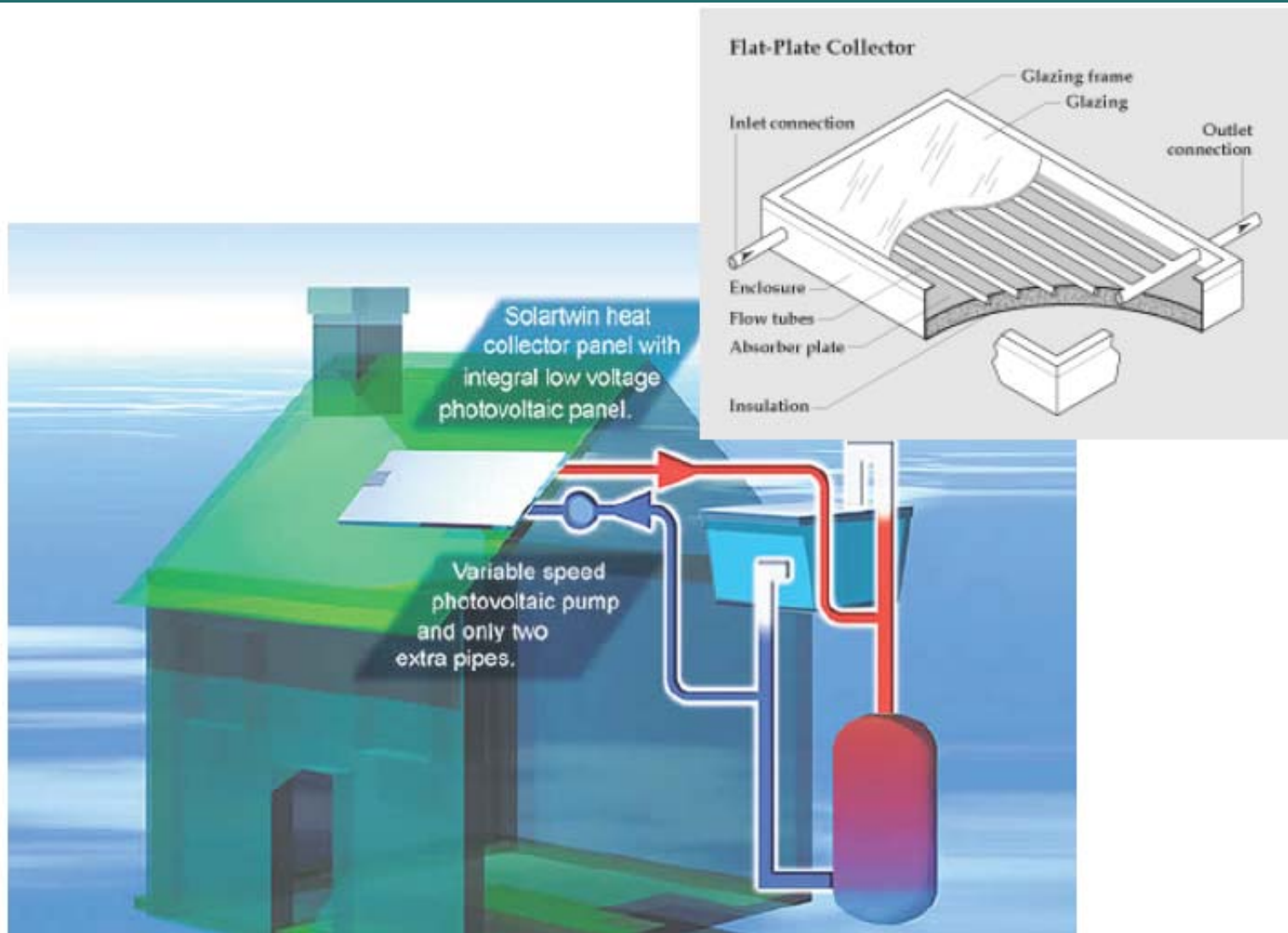


# Соларна енергија за добијање топлоте и струје

- Пасивно соларно грејање
- Активно соларно грејање



# Соларни грејач воде (бојлер)



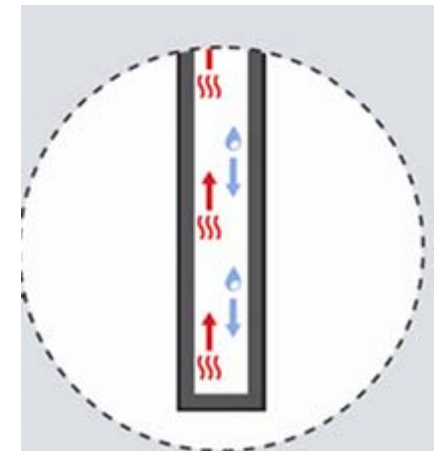
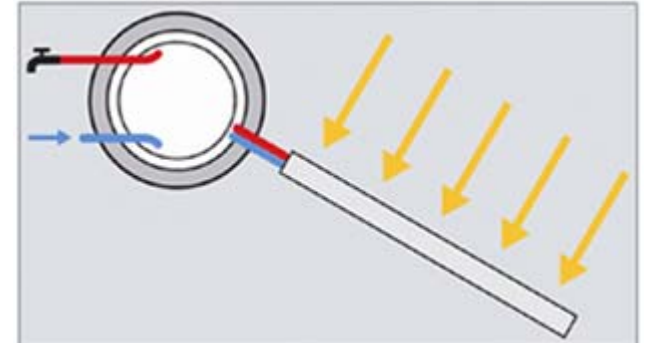


# Вакуумски соларни системи за грејање воде



# Вакуумски системи за грејање воде

- Вакуумирана цев дуплих зидова (слично термос боци)
- Спољашност је провидна – пропушта сунчево зрачење са минималном рефлексijом (мање од 10%)
- Унутрашња добро апсорбује а због вакуума губици топлоте су веома мали
- Предност у односу на плочасте колекторе – облик цеви. Целог дана Сунце загрева једну половину



## Концентратори



# Фотоефекат

- ◆ (неки) Фотони могу да избију електроне из (неких) метала
- ◆ Једино фотони који имају довољно велику енергију
- ◆ Енергија избијених електрона зависи од фреквенције упадних фотона
- ◆ Последица квантне природе фундаменталних честица (фотони и електрони)

Енергија фотона

$$h\nu = \Phi + \frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

Кинетичка енергија електрона

F-излазни рад метала

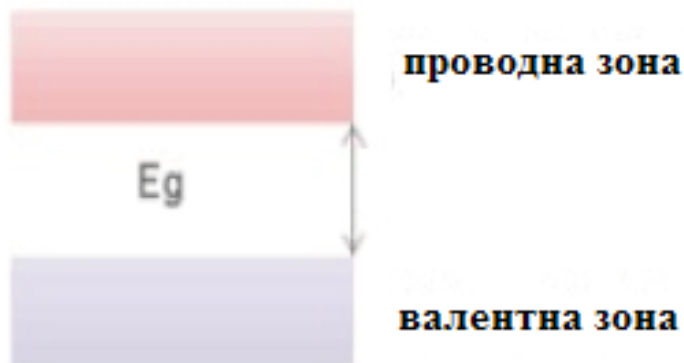
## Метали



## Полупроводници



## Изолатори



# Полупроводници

- ◆ Проводна и валентна зона
- ◆ Код метала се преклапају
- ◆ Код изолатора, велики процеп између њих а проводна зона је празна
- ◆ Код полупроводника енергијски процеп је мали, тоplotно побуђење може да буде довољно да неки електрони пређу у проводну зону
- ◆ Додавање примеса (допирање) може да промени карактеристике енергијског процепа

# Фотонапонске ћелије

- ◆ Конвертују светлост директно у електричну струју
- ◆ Упадни фотони креирају пар електрон-шупљина
- ◆ Они струје кроз спој два полупроводника (p-n)
- ◆ Енергијски процеп код силицијума је око 1,1 eV, што захтева фотоне од  $\lambda = 1,1 \text{ m}\mu\text{m}$
- ◆ Има их око  $3 \times 10^{21}$  фотона по метру квадратном у секунди
- ◆ При јаком сунчаном дану ћелија површине од  $100 \text{ cm}^2$  даје око 3 A и 0,5 V.
- ◆ Обично се везују у модуле. 30-36 типичних ћелија по модулу даје напон од 12V

# Типови фотонапонских ћелија

- ◆ Монокристални силицијум
  - висока ефикасност, око 15%, прављење једног великог кристала је скупо
- ◆ Поликристални силицијум
  - јефтинији, али му је ефикасност 12%
- ◆ Аморфни силицијум
  - танки аморфни силицијумски слој депонован на супстрату. Дobar за закривљене површине. Ефикасност око 6%
- ◆ Други материјали
  - разне легуре. очекује се да буду јефтиније и ефикасније

# Примена фотонапонских ћелија

- ◆ Општа примена
  - Напајање електричном енергијом домова у селима,
  - дигитрони, сатови, говорнице, ...
- ◆ Специјалне намене
  - телекомуникације
  - метеоролошке станице
  - за сателите и космичке летелице (100 W-неколико kW)



# Oxford Solar House (Sue Roaf)



# Vauxhall Bus Station

