



Универзитет “Св.Кирил и Методиј” во Скопје  
Машински факултет - Скопје



**Енергетика** — интердисциплинарна инженерска наука за ефикасно, безбедно и економски исплатливо добивање, претворање, пренос, складирање и искористување на енергијата.

**Основи на енергетика:**

1. Вовед
2. Термичка енергија
3. Примена на механика на флуиди за претворање на енергија
4. Хидроенергија
5. Енергија на ветер
6. Соларна енергија
7. Биомаса
8. Електрична енергија
9. Енергијата и општеството
10. Енергетиката на РМ

# 1. Вовед

## 1.1. Кратка историја на енергетските технологии

- први енергетски уреди
- мотори на пареа
- електромагнетна индукција
- развој на електрични центри

## 1.2. Трендови во енергетиката

## 1.3. Глобално затоплување и ефект на стаклена градина

## 1.4. Единици и димензионална анализа

први енергетски технологии:  
Архимедова завртка – систем  
за подигање на вода – 3-ти век  
пред новата ера. Рачен погон  
или со ножни педали.



**Arhimedov vijak**

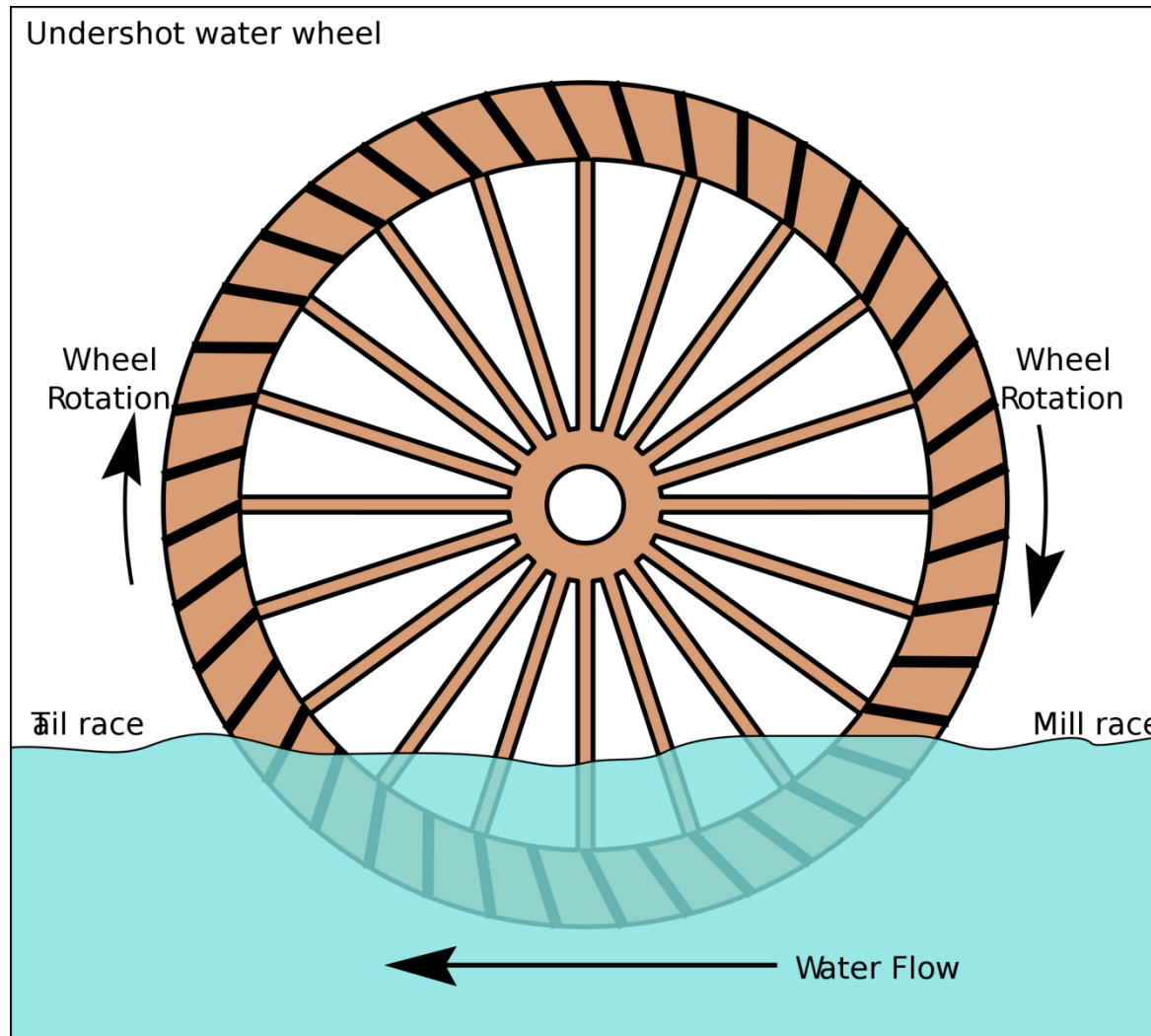
Со Архимедовата завртка –

- Се извлекувала вода од реките
- Се празнело житото од бродовите
- Се извлекувала водата од поплавените рудници

Уредот овозможил развој на водостопанството во Римската империја.

Се користи и денес во водната и хемиската индустрија.

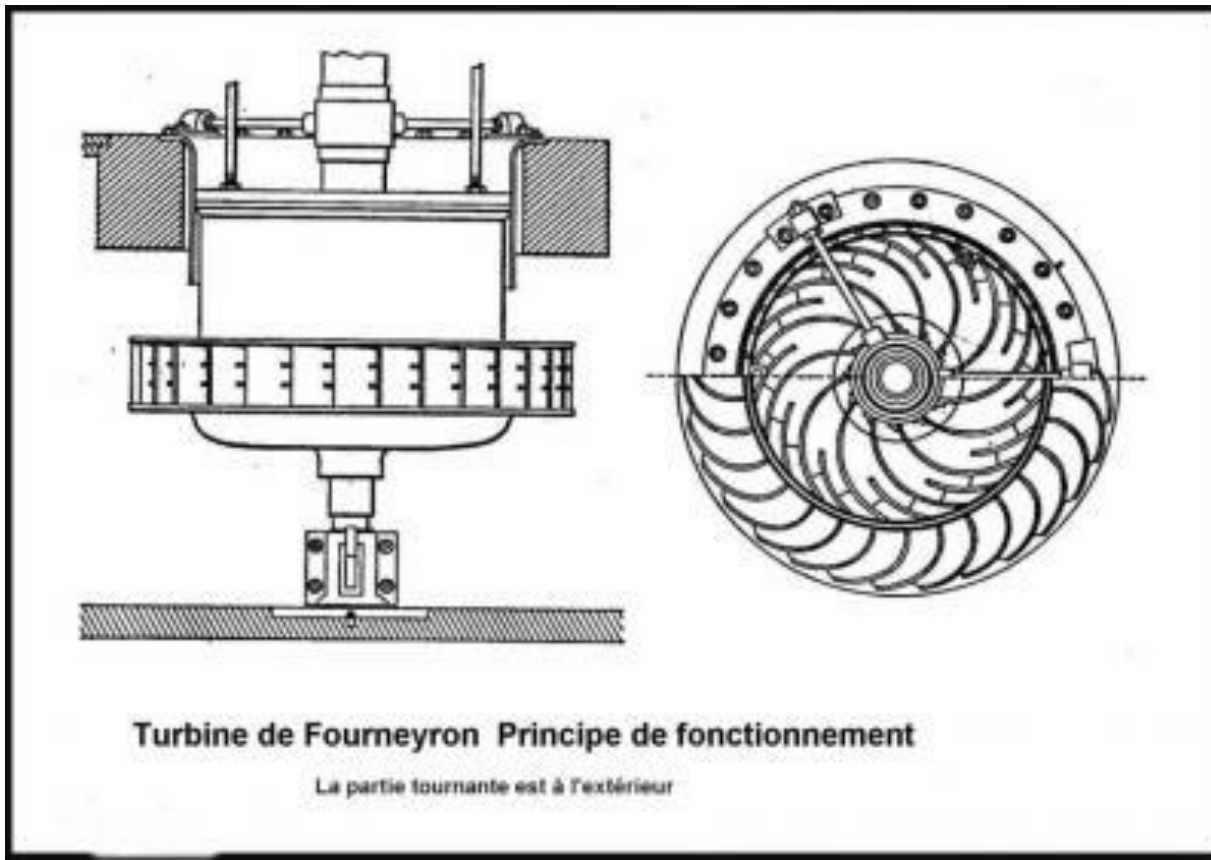
Воденичко тркало: се развива пред 10-ти век од новата ера, во 1086-та година имало околу 5000 воденички тркала



Во 1832-ра година – Фурнирон турбини:

На возраст од 25 години францускиот инженер Фурнирон проектирал нов тип на водно тркало и го нарекол турбина.

Тркалото било хоризонтално, имало 4,5 kW моќност (6 KS), имало 2 типа лопатки: подвижни придвижувачки лопатки што ја насочуваат водата кон фиксираните главни лопатки. Ефикасност од 80 %. Денешните водни турбини- ефикасност 90 %.



Прв парен мотор – Херон од Александрија – прв век од нашата ера: шуплива метална сфера исполнета со пареа, која излегува низ 2 одводи. Кинетичката енергија на парните млазови создава реакција и ротација на сферата во обратна насока од одводите со 1500 вртежи во минута.

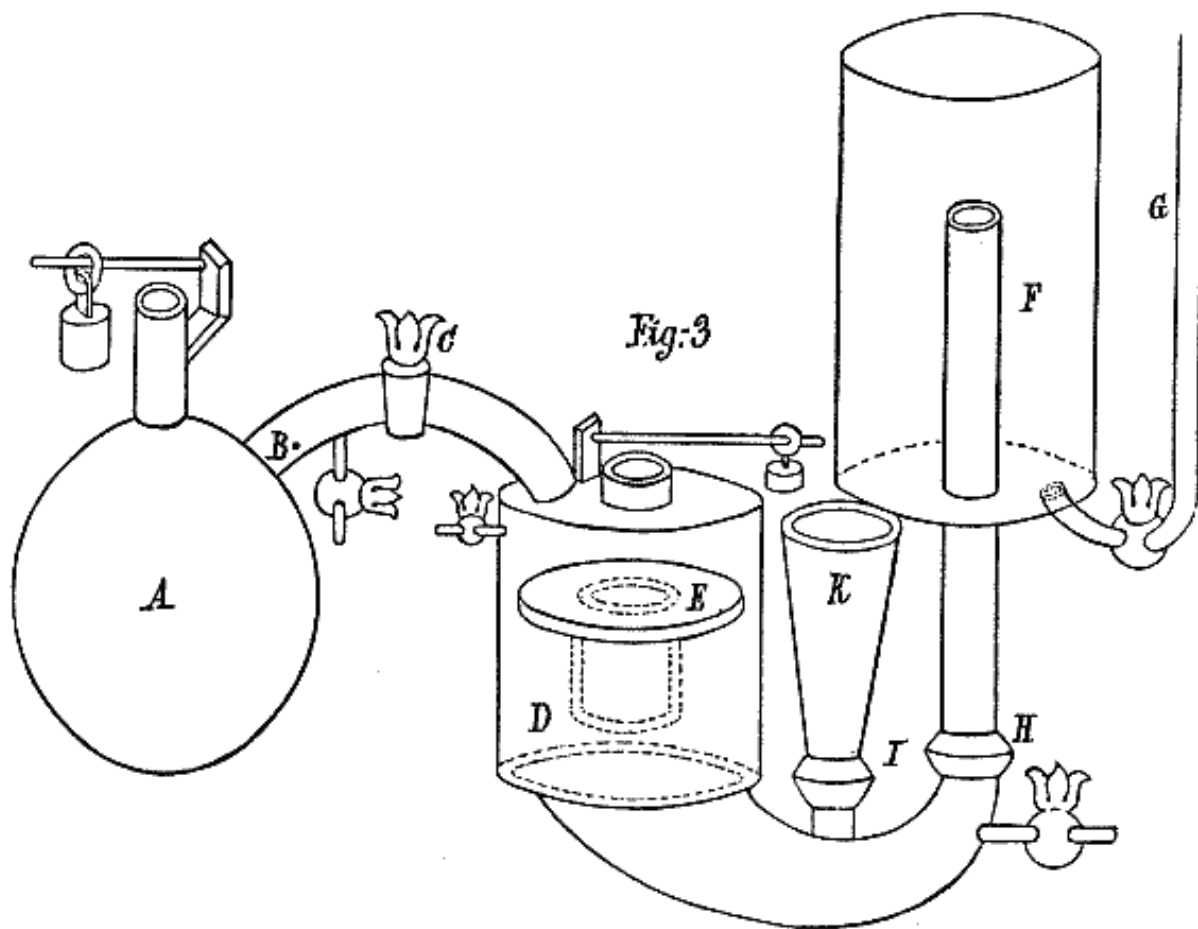


Германскиот научник Ото фон Герике во 1654 во Магдебург, Германија го извел експериментот со т.н. “Магдебуршки хемисфери”: споил 2 шупливи бакарни полусфери и од нив со пумпа го извлекол воздухот, т.е. створил вакуум. Полусферите биле споени само со силата на атмосферскиот притисок која била толкава што 16 коњи не успеале да ги раздвојат.



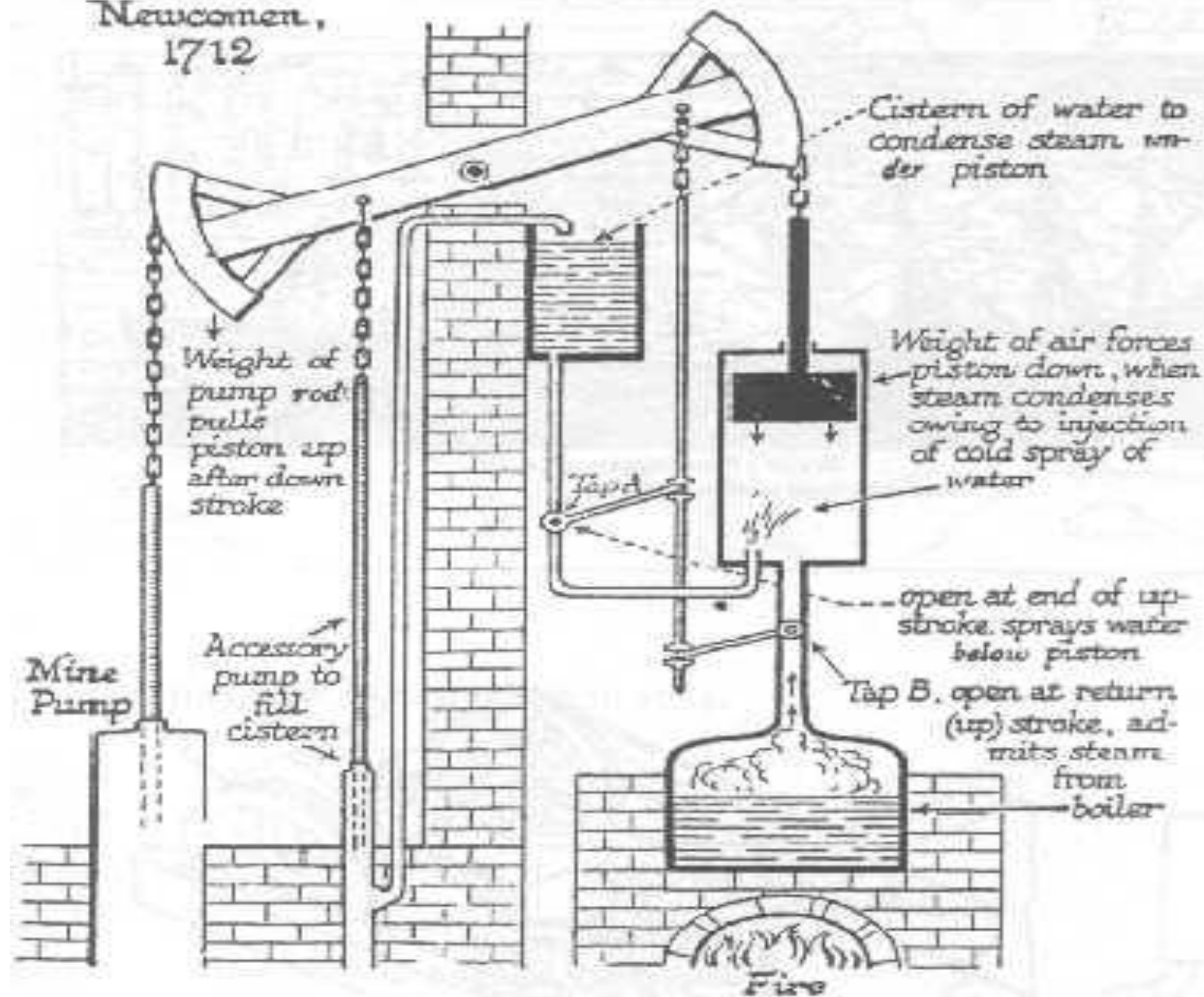


Парен мотор на Денис Папин – 1688, Марбург, Германија:  
со пареа произведена во бојлерот А се подига водата во  
цевката G на посакувана висина. D – сад со вода, I, H, C –  
вентили, E – клип, K – обнова на снабдување со вода



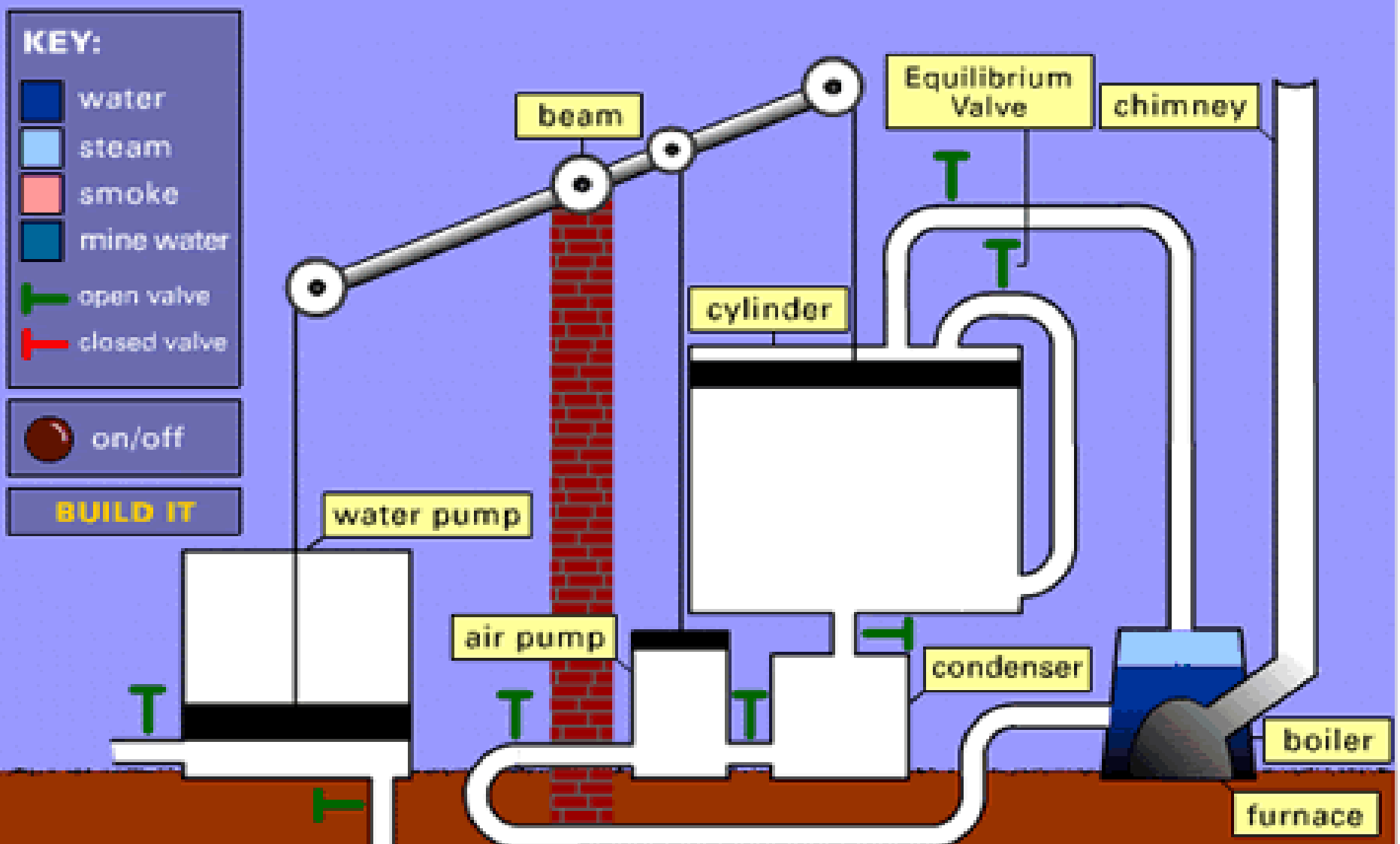


Newcomen,  
1712



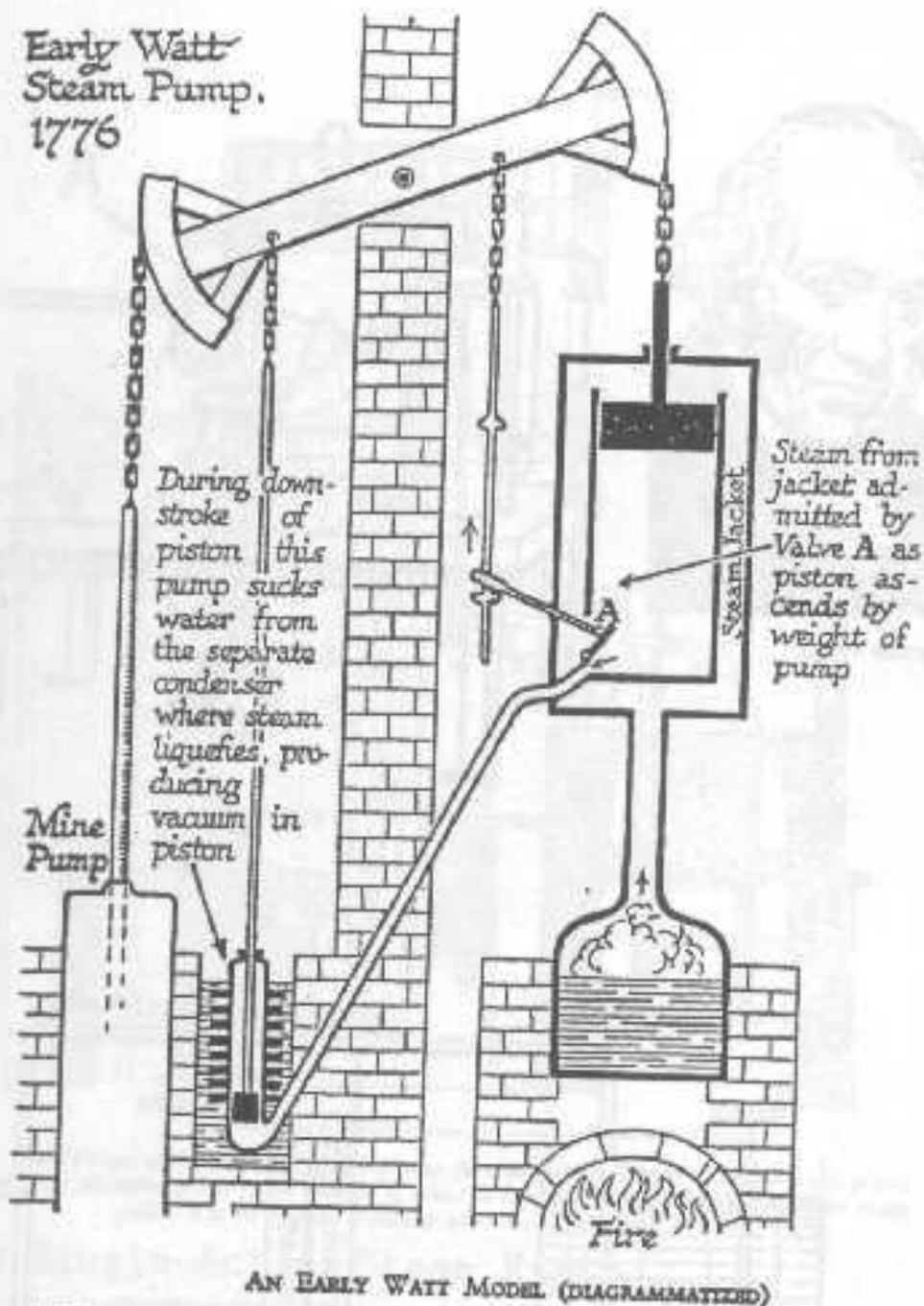
DIAGRAMMATIC VIEW OF NEWCOMEN'S ATMOSPHERIC OR  
FIRE ENGINE (1712)

Џемс Ват – 1769, почеток на индустриската револуција:  
пареата кондензира во посебна комора – кондензатор, за да  
може да се задржи температурата на ѕидовите на бојлерот.



Главниот проблем кај машината на Њукомен е што водата што се шприцува во цилиндерот за да кондензира пареата исто така ги лади и ѕидовите на цилиндерот и со тоа ја намалува ефикасноста на следните удари.

Кај машината на Ват пареата од главниот врел цилиндер се вшмукува во надорешен кондензатор каде кондензира во вода и предизвикува вакуум во главниот цилиндер. Со тоа се задржува температурата на ѕидовите на главниот цилиндер и се зачувува топлината.



(a)



(б)



Котел

(в)



Кондензатор

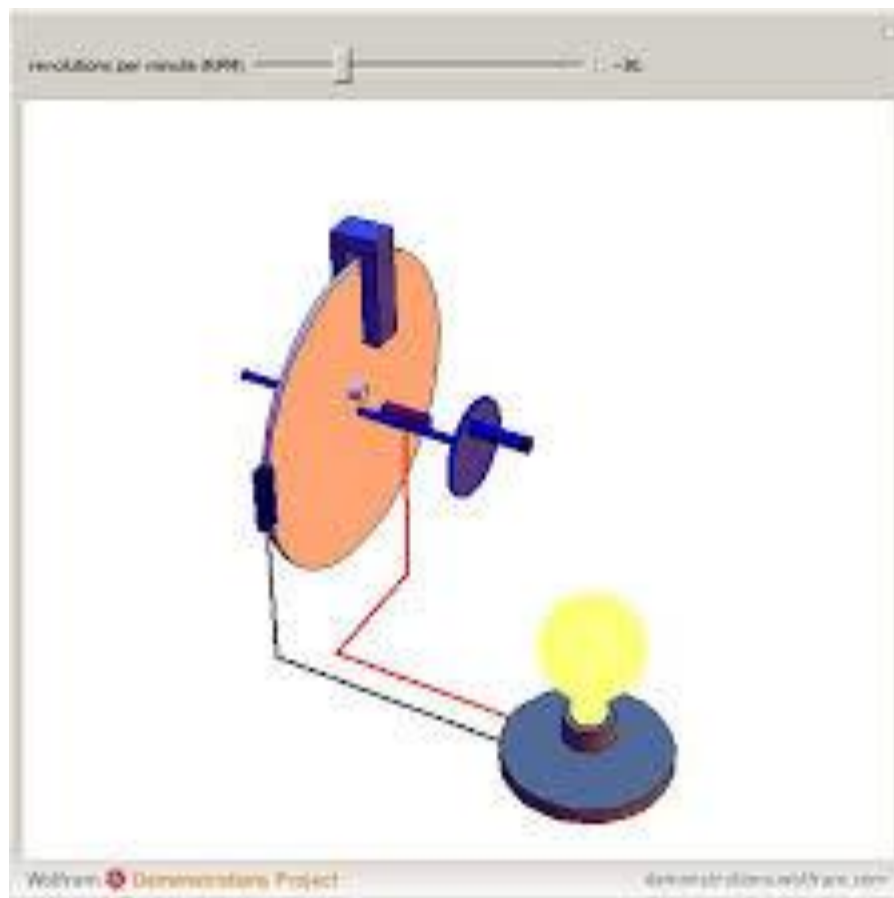
Млаз  
студена  
вода

Котел

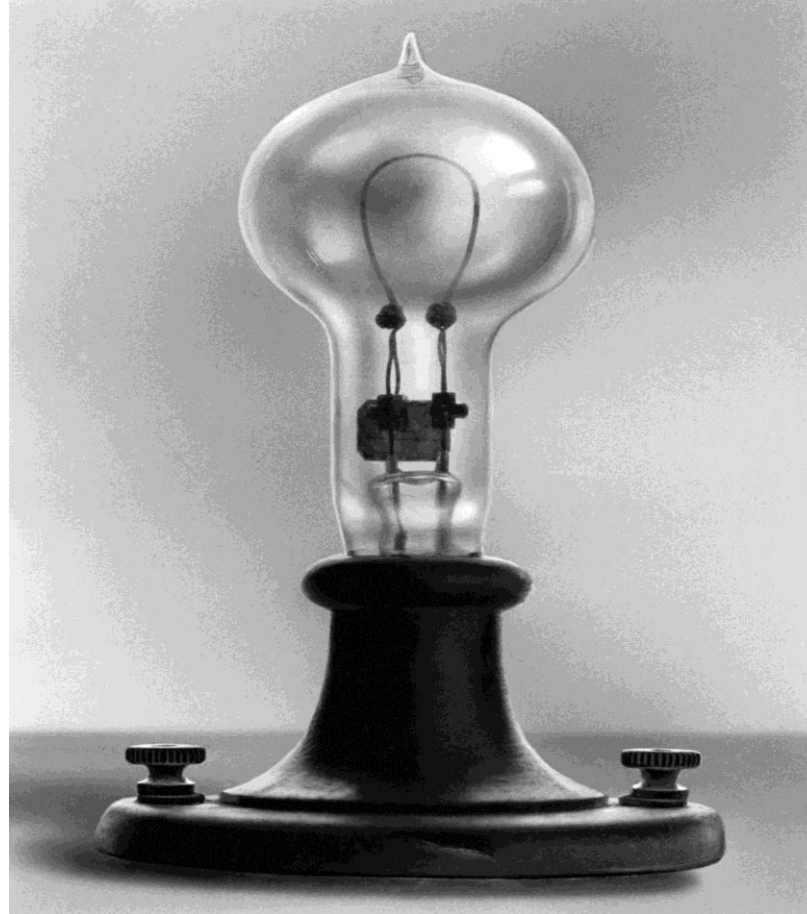
**Приказ 1.3** Еволуција на дизајнот на првите парни мотори: (a) Папин; (б) Њукомен; (в) Ват

Чарлс Парсонс во 1884 – ротациска турбина на пареа. Брод со 3 такви турбини бил побрз од тогашните најбрзи патролни бродови.

Мајкл Фарадеј во 1831 – пронаоѓање на динамото, вовед во електричното осветлување. Постојана струја се индуцира ако бакарен диск ротира помеѓу половите на силен магнет.



Томас Едисон – 1879, патент за електрична светилка со вжарено влакно (карбонизиран памучен конец што светли во вакуум околу 40 часа).





Томас Едисон, 1880 – систем за електрична дистрибуција, 1881 – прва електрична централа – 160 kW.

Во касните осумдесетти години од 19-ти век – војна на струите:  
Едисон – еднонасочна струја, Вестингхаус и Тесла – наизменична струја.

Прва голема електрична централа Тесла-Вестингхаус – 1895, на Нијагарините водопади, со фурнирон турбини – почеток на електрификацијата на светот.

Дистрибуцијата на наизменичната струја од електраните до потрошувачите има пониски трошоци од дистрибуцијата на едонасочната струја, и затоа има предност.

Едонасочната струја обично се користи на кратки растојанија помеѓу местата на производство и потрошувачка, а исклучиво се користи во современите електронски уреди (компјутери, телефони), стартување на возила, телекомуникациски уреди и сл.

Прва половина на 20-ти век – центри на јаглен и хидроцентри

Втора половина на 20-ти век – нуклеарни електрани.

Во Франција – 75% од електричната енергија е од нуклеарни електрани.

Најголеми несреќи – Три милји (САД) – 1979, Чернобил (СССР) – 1986, по што дојде до сериозен прекин на изградба на нови реактори.

Обновливите извори на енергија (соларна енергија, енергија на ветер) слабо се користеа се додека цената на нафтата беше ниска.

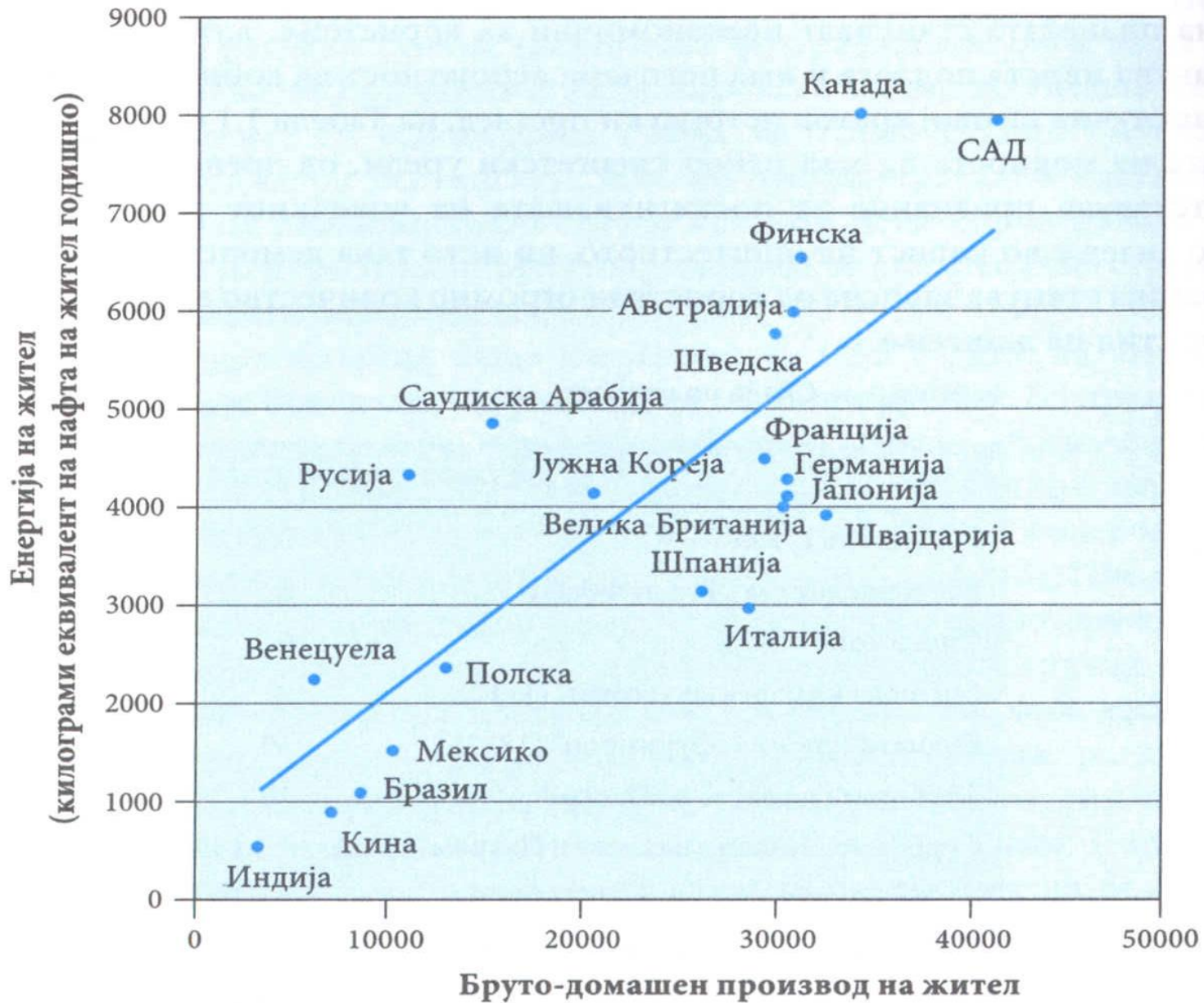
Со порастот на цените на нафтата, поскапите фосилни горива, и негативните ефекти од глобалното загревање, почнуваат вложувања во истражувањата на ветерната енергија и соларната енергија, и нивна се поголема примена.

## Споредба на моќностите:

1.	Воденичко тркало	0,2 kW
2.	Велосипедист на Тур де Франс	0,5 kW
3.	Коњ	0,7 kW
4.	Мотор на пареа Њукомен (1712)	4 kW
5.	Водна турбина Фурнирон (1832)	30 kW
6.	Турбина на пареа Парсонс (1900)	1000 kW
7.	Турбина на ветер на Смит и Патнам (1942)	1300 kW
8.	Гасна турбина Боинг 747 (1969)	60000 kW
9.	РЕК Битола (1980-тите)	600000 kW
10.	Нуклеарна централа Сајзвел (1992)	1200000 kW
11.	Централа на јаглен Дракс	3900000 kW

# 1.2. Трендови во енергетиката

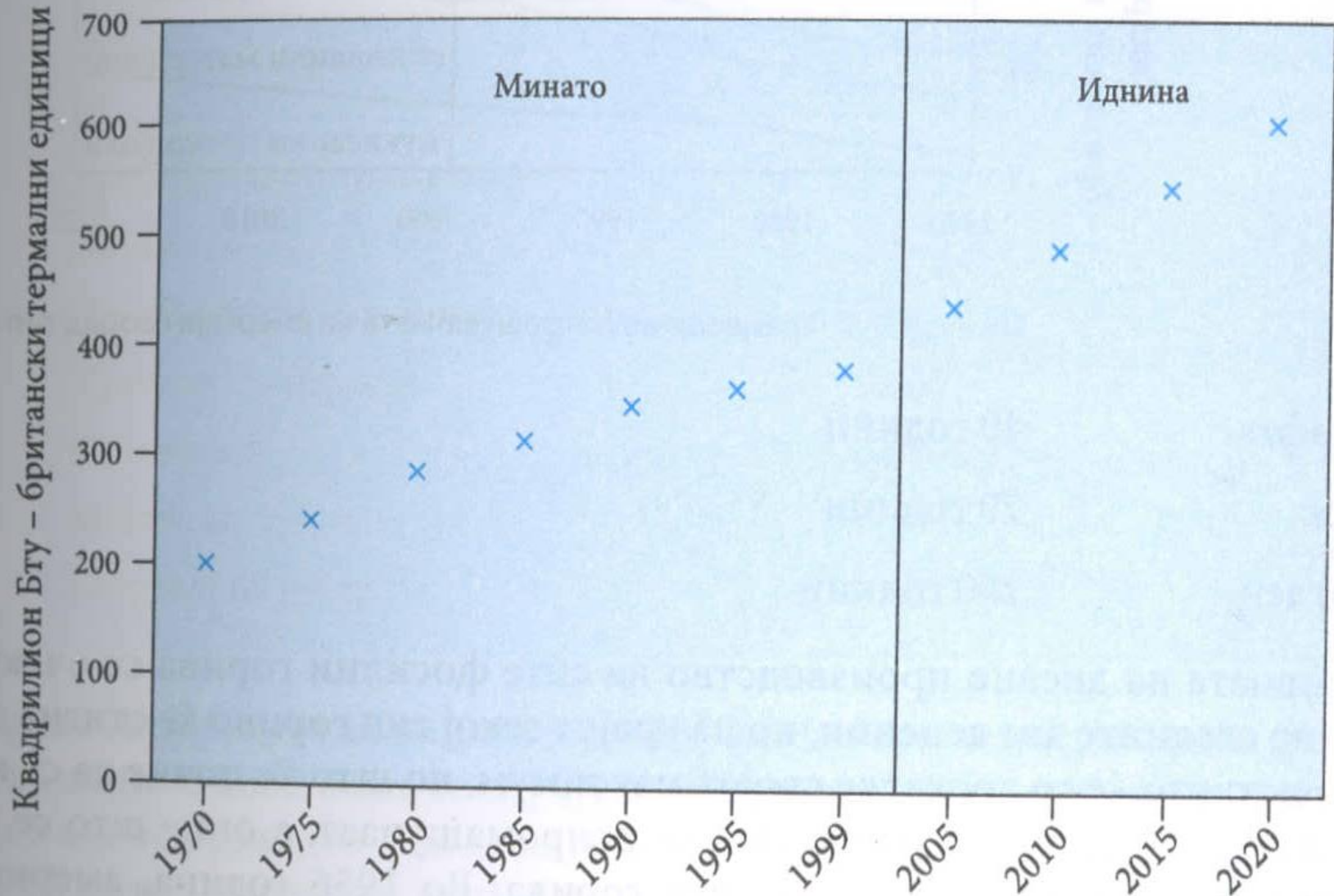
Корелација меѓу стандард на живеење и потрошувачка на енергија по жител



# Споредба на потрошувачката на енергија во 1992 и прогнозите за 2025

	Население ( $\times 10^9$ )	Енергија по жител (киловати)	Целосна потрошувач на енергија (TW)
1992 година			
Развиени земји	1.2	7.5	9.0
Помалку развиени земји	4.1	1.1	4.5
<i>Вкупно</i>	5.3		13.5
2025 година			
Развиени земји	1.4	3.8	5.3
Помалку развиени земји	6.8	2.2	15.0
<i>Вкупно</i>	8.2		20.3

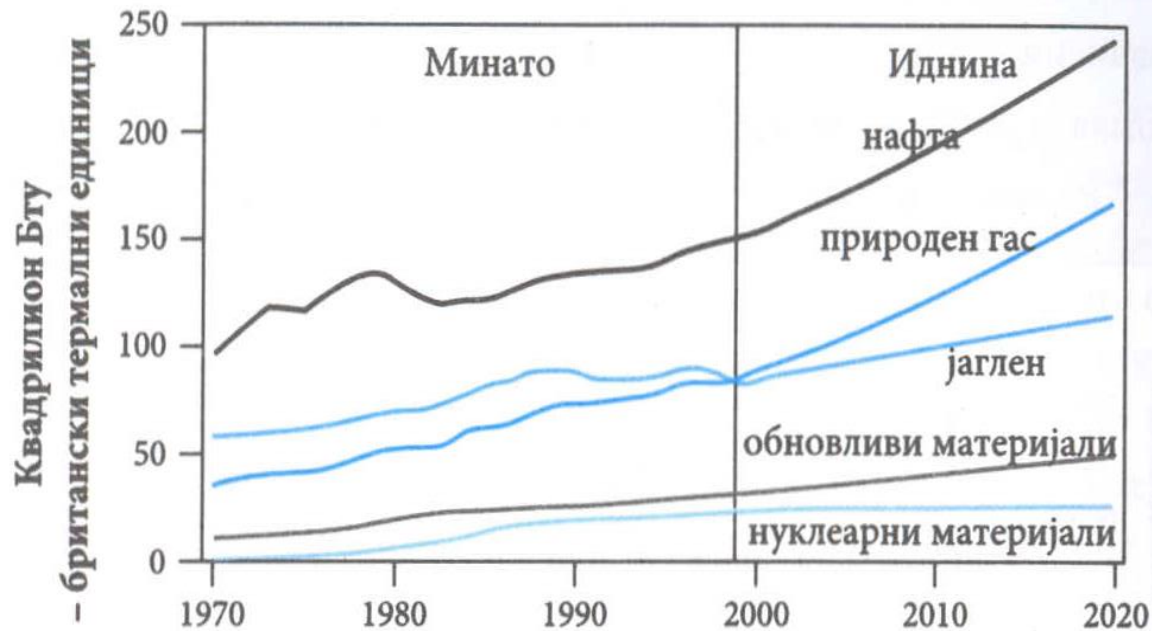
# Потрошувачка на енергија во светот – 1970 – 2020 (квадрилион = $10^{15}$ , 1 BTU = 1055 J)



Приказ 1.6 Светска потрошувачка на енергија 1970-2020

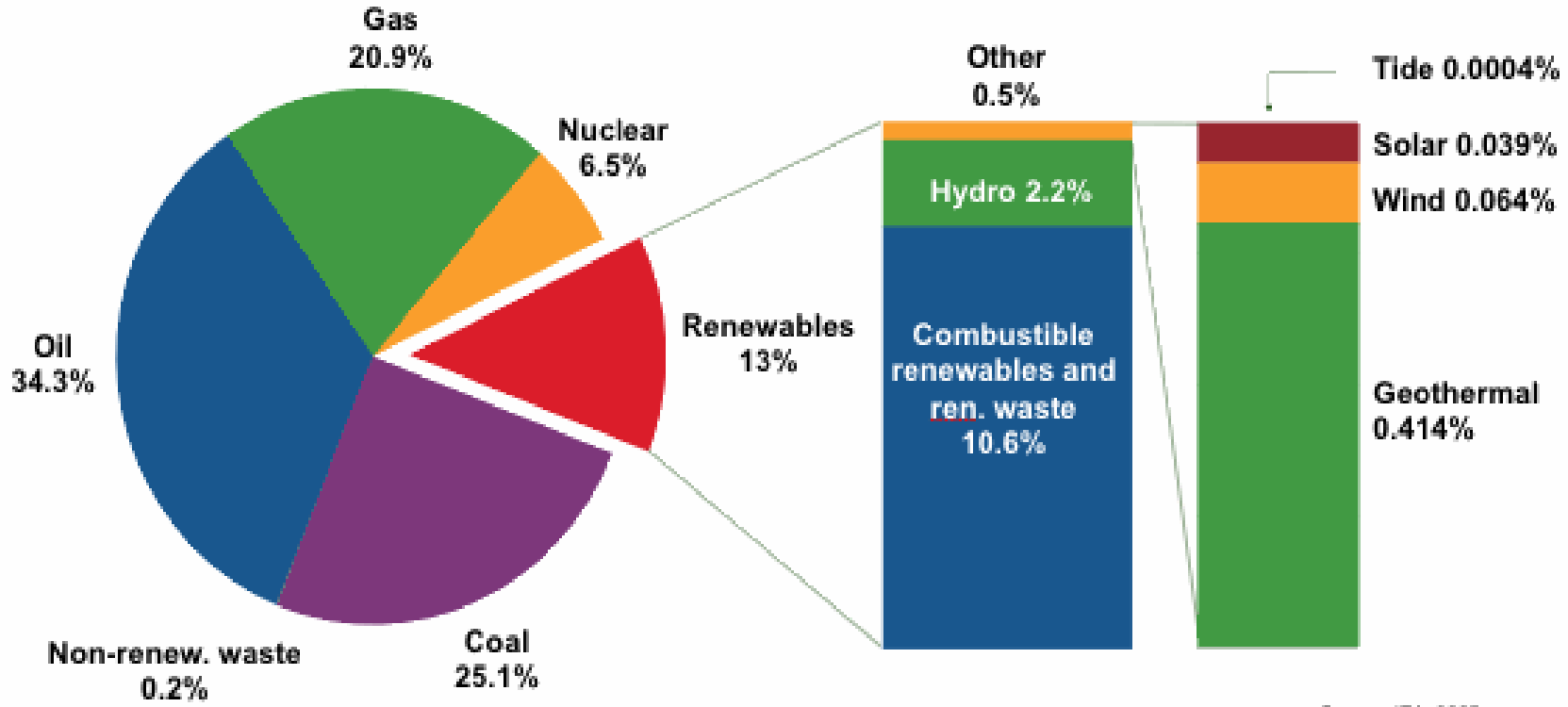
Табела 1.3. Примарно гориво (% од вкупно)

	2000	2010	2020
Нафта	39.2	36.4	34.4
Гас	23.0	23.8	25.5
Јаглен	23.8	25.3	26.1
Нуклеарни материјали	6.5	5.7	5.4
Обновливи материјали	7.6	8.9	8.7



Приказ 1.7 Трендови во потрошувачката на енергија според тип гориво.

-Нафта, јаглен и гас во 2003 – 86% од целото производство на примарна енергија



Source: IEA, 2007

## Fuel Share of World Primary Energy Supply



-Зголемена потрошувачка на јаглен – Кина и Индија, имаат големи резерви

-Според EIA (United States Energy Informative Administration) резервите на горива се (за потрошувачка како во 2002):

Нафта 40 години, гас – 70 години, јаглен – 250 години

Слика 1.8. Зголемување на емисиите на јаглороден диоксид според тип на гориво 1970 – 2020



Табела 1.4 Емисији на јаглероден диоксид од различни извори (анализа на животниот ц

Извор	Емисија на јаглероден диоксид (килограм киловат- час)
Дрво (без повторно садење)	1.5
Јаглен	0.8–1.05
Природен гас (комбиниран циклус)	0.43
Нуклеарна енергија	0.006
Фотонапон	0.06–0.15
Хидроелектрика	0.004
Енергија на ветер	0.003–0.022

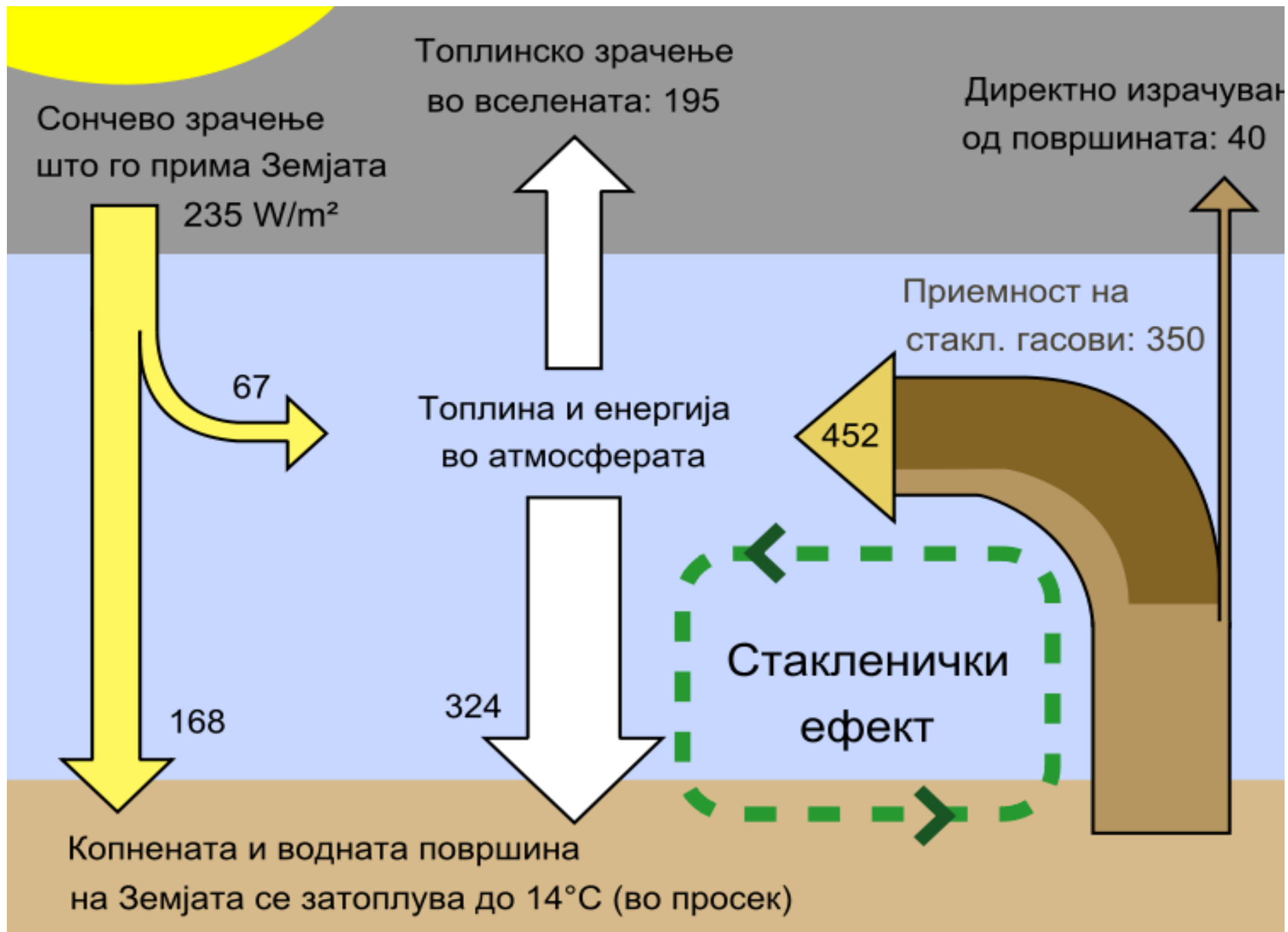
## 1.3. Глобално затоплување

**Глобалното затоплување** се должи на [ефектот на стаклена градина](#) и е проблем поврзан со можните глобални климатски промени предизвикани од зголеменото ниво на таканаречените [стакленички гасови](#) во [атмосферата](#).

Зголеменото присуство на овие гасови резултира со глобално покачување на температурата и има бројни негативни, дури и непоправливи ефекти врз животната средина.

[Стакленичките гасови](#) имаат исти својства како стаклените панели на една стаклена градина и не и дозволуваат на [топлината](#) да ја напушти планетата.

Ефект на стаклена градина - колку повеќе има стакленички гасови, толку повеќе топлина е заробена. [Жозеф Фурје](#), 1827 година – прв го открил ефектот на стаклената градина.



Стакленичките гасови се природни и кога се во соодветна количина тие се од голема корист за Земјата - го овозможуваат животот.

Без стакленичките гасови сончевата енергија која доаѓа до Земјината површина би била оддавана назад во вселената, и температурите би биле околу  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Стакленичките гасови апсорбираат дел од сончевата енергија која се рефлектира од површината на Земјата и се оддава назад во [атмосферата](#).

Со нормална количина на стакленички гасови, температурата се зголемува за околу  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ефектот на стаклена градина ја одржува топлината на нашата планета.

Кога ефектот на стаклената градина е премногу силен, тогаш температурите растат пребрзо и превисоко. Дури и најмалите зголемувања на температурата може да имаат сериозно влијание врз животите на луѓето, животните и растенијата.

Гасови кои во најголема мерка придонесуваат за ефект на стаклена градина се следните:

озон ( $O_3$ )

метан ( $CH_4$ )

водена пареа ( $H_2O$ )

јаглерод моноксид ( $CO$ )

јаглерод диоксид ( $CO_2$ )

азотсубоксид ( $N_2O$ )

сулфур хексафлуорид ( $SF_6$ )

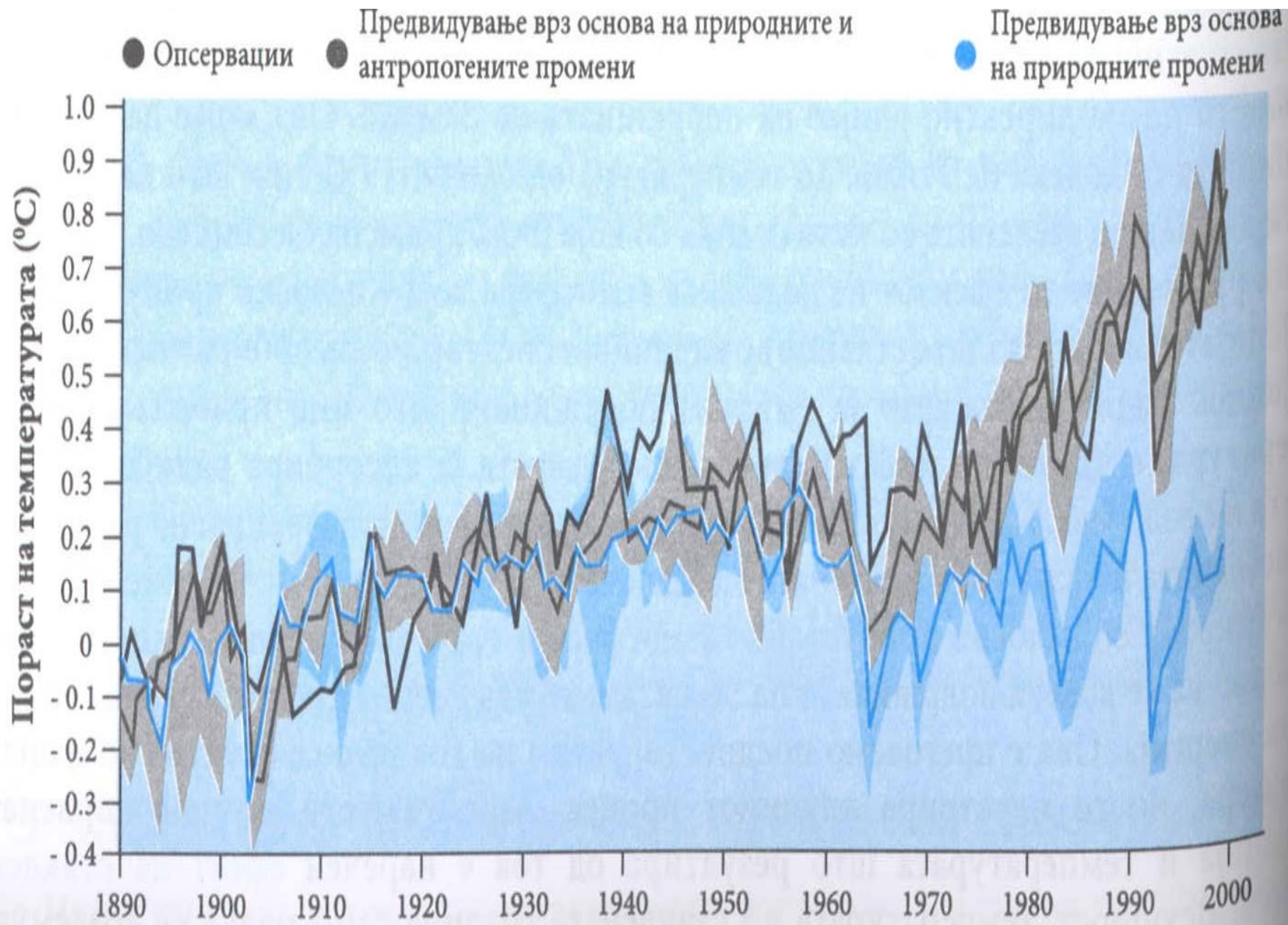
## Последици од глобално затоплување

- топење на мразот на поларните делови од планетата
- пораст на нивото на [морето](#)
- временски непогоди: зголемен број на суши и пожари, зголемување на облачноста, [поплави](#), урагани
- влијание врз здравјето на луѓето: смртоносни топлотни бранови, лош воздух, алергии и астма
- изумирање на животински видови

Планетата во минатото столетие се затоплила за 0,6 °C.

Со компјутерски симулации на климата за двојно зголемување на CO<sub>2</sub> во атмосферата се добива затоплување од 1,5 °C до 4,5 °C.

Од 1990 до 2100 – пораст од 1,4 до 5,8 °C.



**Приказ 1.9** Криви што ја покажуваат глобалната температура 1890-2000. Мерења; предвидени само CO<sub>2</sub>



Доколку не се превземат мерки за решавање на глобалното затоплување:

- Нивото на  $\text{CO}_2$  ќе се зголемува постојано. Во текот на последниот век тоа се зголемило за цели 30 %.

Ако не се редуцира порастот на популацијата и употребата на фосилни горива нивото на  $\text{CO}_2$  ќе се дуплира некаде во средината на [21 век](#).

- Топењето на поларните санти мраз доведе до покачување на нивото на водата во морињата за 25 cm во последните 100 години.

- Ако се дозволи температурата да порасне за 4 степени, тогаш целосно ќе се стопи поларниот мраз што ќе предизвика зголемување на нивото на морето за 70-80 m.

Кјото протокол - 1997, прв меѓународен договор за намалување на емисиите на стакленички гасови во периодот 2008 – 2012, за 5% од вредностите во 1990.

Во сила е од 2005, потписници се 192 земји, но не и USA и Австралија. Во 2012 Канада истапи од протоколот.

Во 2014 во Париз е преговарано за договор со обврска сите главни загадувачи да плаќаат за емисиите на јаглерод диоксид.

Но, Кина, Индија и USA не ја прифаќаат оваа правна обврска.

**Табела 1.5** Единици поврзани со енергијата и стапки на конверзија

Количество	Единица	Дефиниција
Сила	њутн (N)	Сила потребна да се забрза 1 kg за $1 \text{ m s}^{-2}$
Енергија	џул (J)	Работа извршена со сила од 1 N при движење 1 kg на 1 m
Моќност	ват $W = \text{J s}^{-1}$	1 џул во секунда
Енергија	киловат на час (kWh)	$10^3 \times 60 \times 60 = 3,6 \times 10^6$ џули $\approx 3411$ Бту $\approx$ 859,6 килокалории
Енергија	калории	Енергија потребна да се загрее 1g вода за 1°C
Енергија	Бту	Енергија потребна да се загрее 1lb вода за 1°F $1,055 \text{ kJ} \approx 0,293 \text{ kWh}$
Енергија	барел	42 американски галона $\approx 35$ стандардни галона тони $\approx 159$ литри
Еквивалент на гориво	1 тон нафта	1,5 тони тврд јаглен $\approx 3,0$ тони лигнит $\approx 12$ тони кокса
Моќност	1 коњска сила	550 lb во секунда $\approx 0746 \text{ kW}$