



Univerzitet Crne Gore  
Mašinski fakultet



ENERGETSKA  
EFIKASNOST  
U CRNOJ GORI

# OSNOVI ENERGETSKOG BILANSA

Prof. dr Igor Vušanović

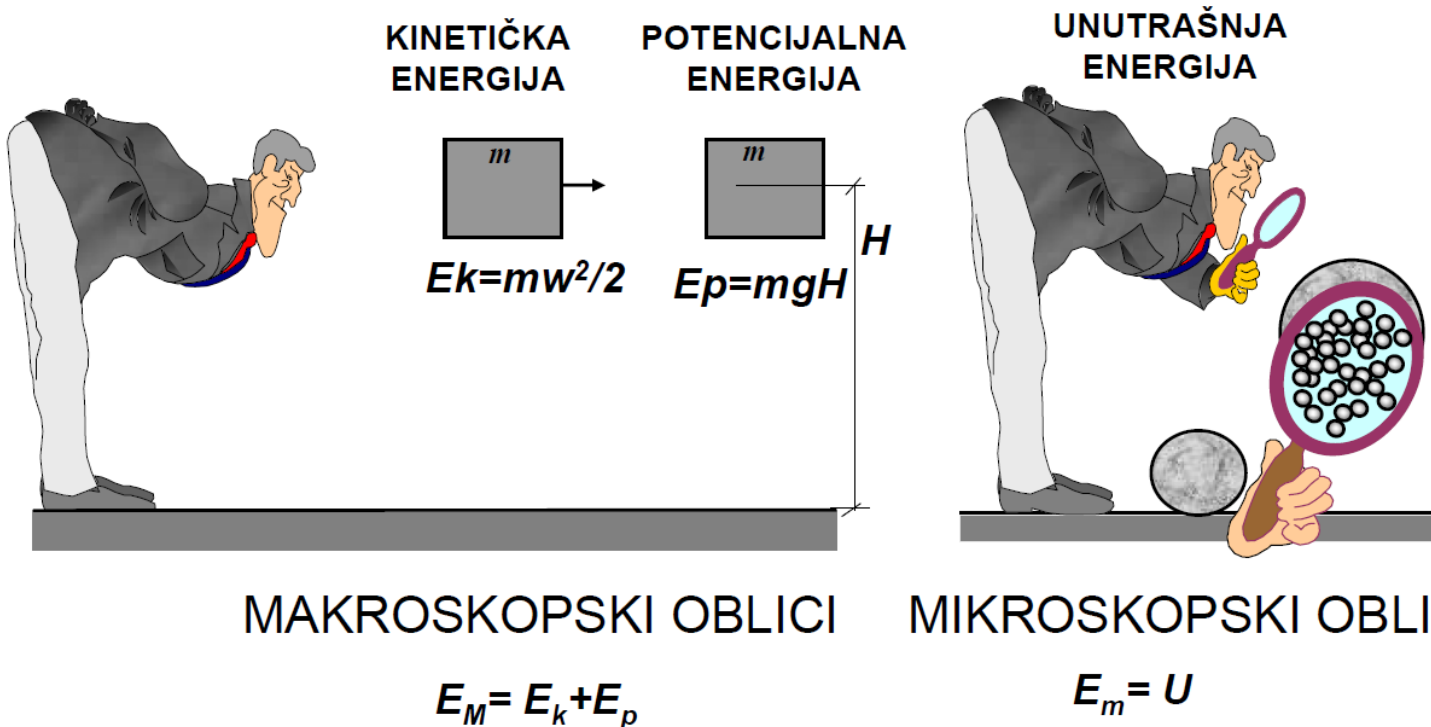
Mašinski fakultet UCG

[igorvus@ucg.ac.me](mailto:igorvus@ucg.ac.me)

# ENERGIJA: OBLICI - KVALITET

ŠTA JE ENERGIJA?

ENERGIJA JE VELIČINA STANJA!



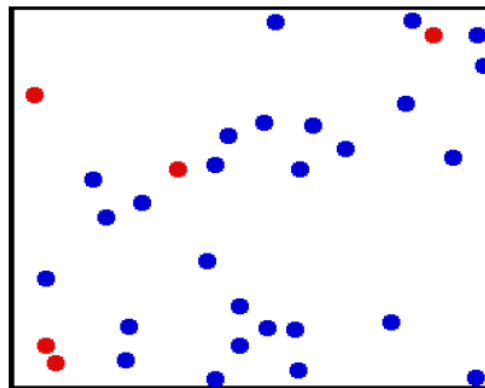
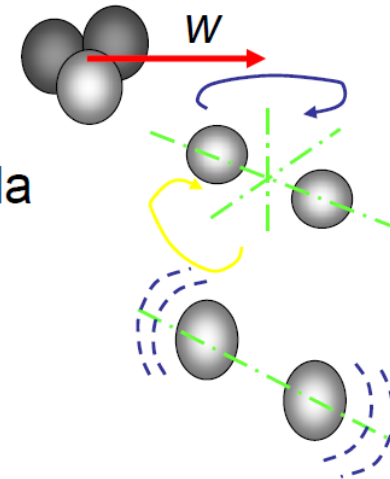
## Unutrašnja energija $U$ [J], $u$ [J/kg]

### MIKROSKOPSKI OBLIK ENERGIJE

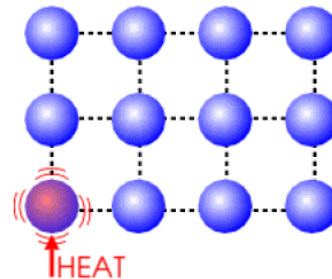
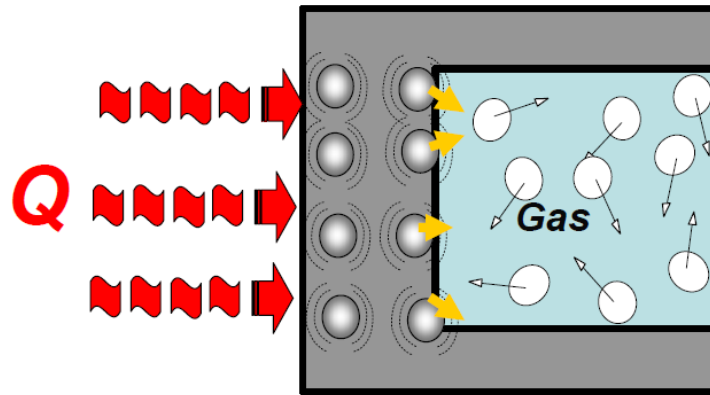
Energija **translatornog** kretanja molekula

Energija **rotacije** usled rotiranja molekula

Energija **vibracije** molekula



# TOPLOTA – $Q$ [J]

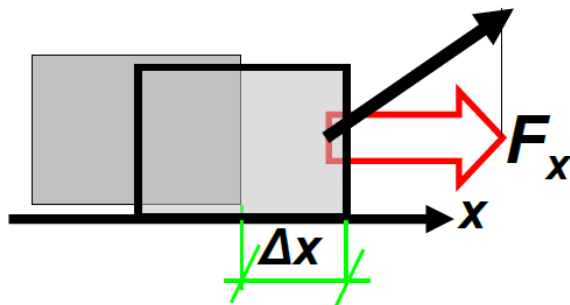


Toplota je  
transfer dezorganizovane energije. 45

## **RAD – $W$ [J]**

Rad predstavlja skalarni proizvod sile i puta.

Rad je transfer organizovane energije



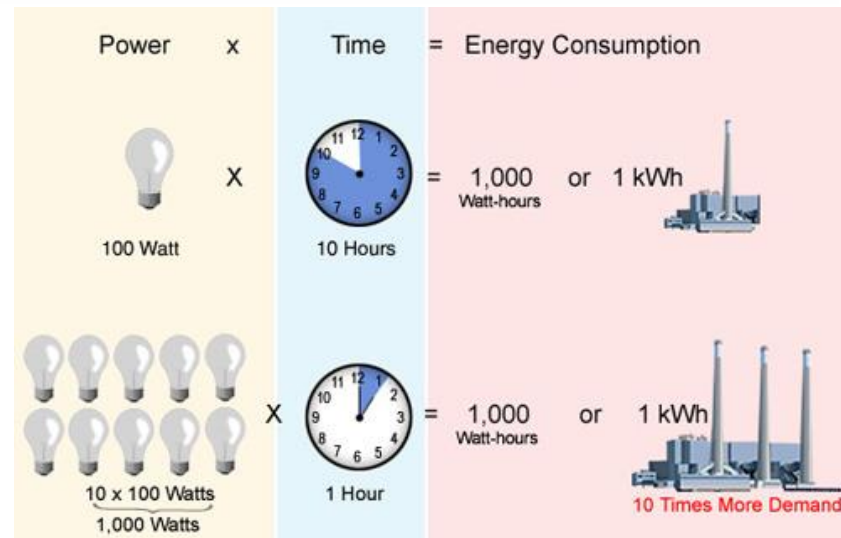
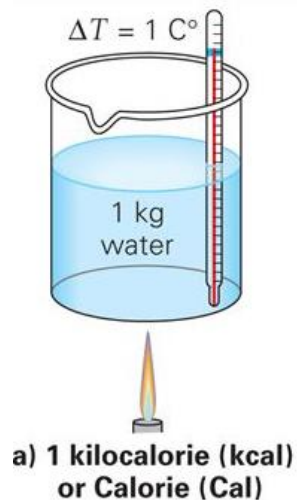
$$\Delta W = F_x \Delta x$$

Ukupan rad:

$$W \approx \Sigma F_x \Delta x,$$

# Jedinice za energiju

	kcal	kJ	kWh
1 kcal =	1	4,1868	$1,163 \cdot 10^{-3}$
1 kJ =	0,2388	1	$2,7778 \cdot 10^{-4}$
1 kWh =	859,845	3 600	1



# Porijeklo različitih oblika energije

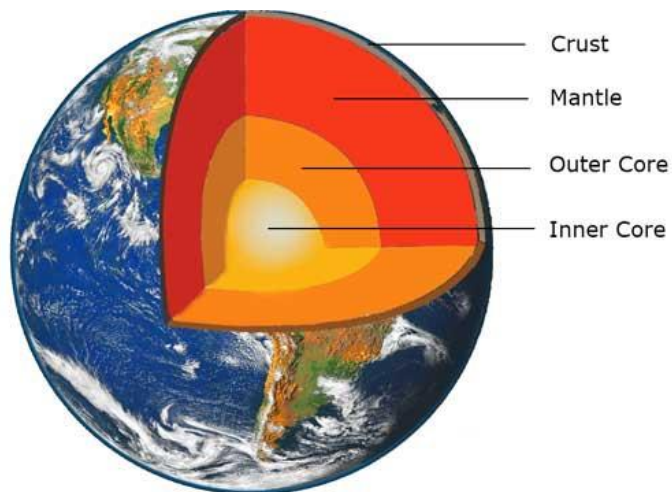
## Sunčeva energija

- trenutno sunčevo zračenje
- hidroenergija
- energija vjetra
- biomasa
- fosilna goriva



## Energija koja potiče od nastanka planete Zemlje

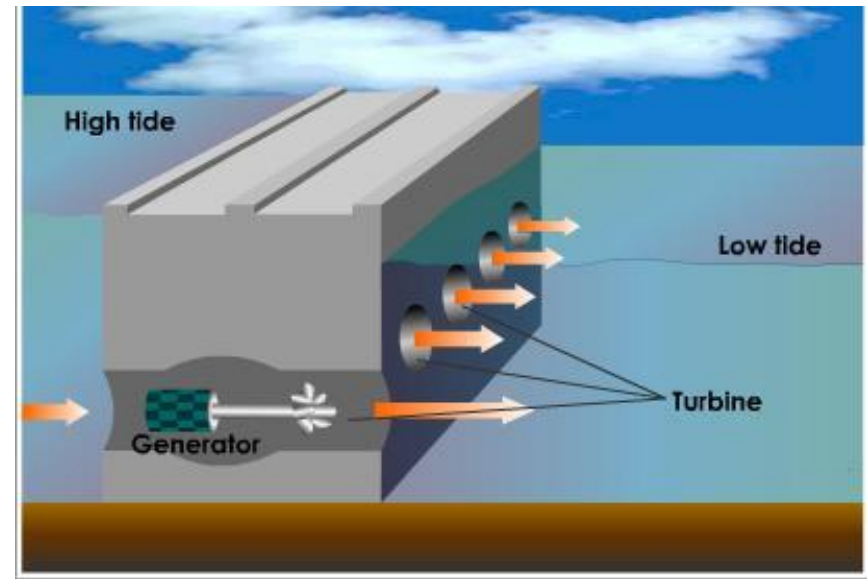
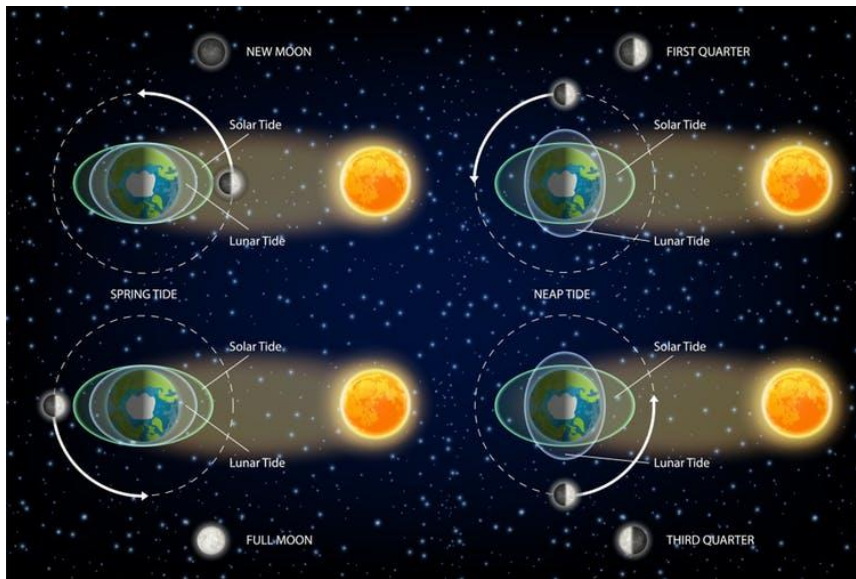
- nuklearna goriva
- geotermalna energija





# Energija koja zavisi od međusobnog položaja i gravitacionih polja Sunca i Mjeseca

## Energija plime i osjeke



# Oblici energije prema stepenu transformacije

Prema stepenu transformacije u odnosu na pojavne oblike koji se trenutno nalaze u prirodi oblici energije mogu da budu:

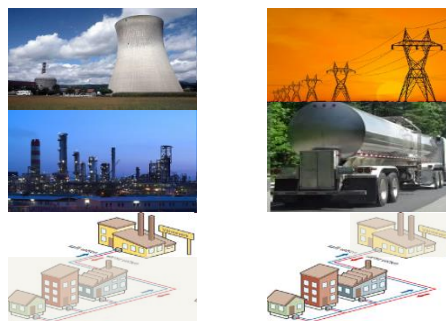
1. Primarni oblici energije
2. Sekundarni oblici energije
3. Finalna energija
4. Korisna energija

Primarna energija



Transformacija

(termoelektrane, rafinerije, sistemi daljinskog grijanja)



Prenos,  
Distribucija



Finalna energija



## Primarna energija

Primarna energija je energija koja se trenutno nalazi u prirodi i koja nije prošla nijedan proces transformacije

Prema udjelu koji imaju u ukupnoj energiji koja se koristi, primarni izvori energije mogu da budu:

- **Konvencionalni** (drvo za ogrijev, ugalj, nafta, gas, hidroenergija, nuklearna goriva)
- **Nekonvencionalni** (trenutna sunčeva energija, biomasa i biogoriva, energija vjetra, energija talasa, energija plime i osjeke, geotermalna energija)

Prema brzini nastajanja i trošenja postojećih rezervi primarni izvori energije mogu da budu:

- Neobnovljivi: fosilna i nuklearna goriva
- Obnovljivi: trenutno sunčevo zračenje, hidroenergija, energija vjetra, energija plime i osjeke, energija talasa, energija biomase, geotermalna energija

#### NEOBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

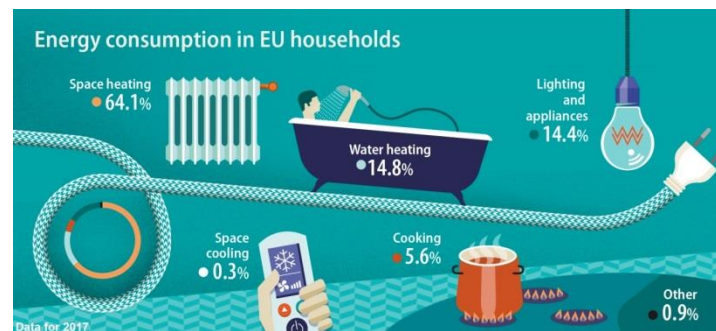


#### OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

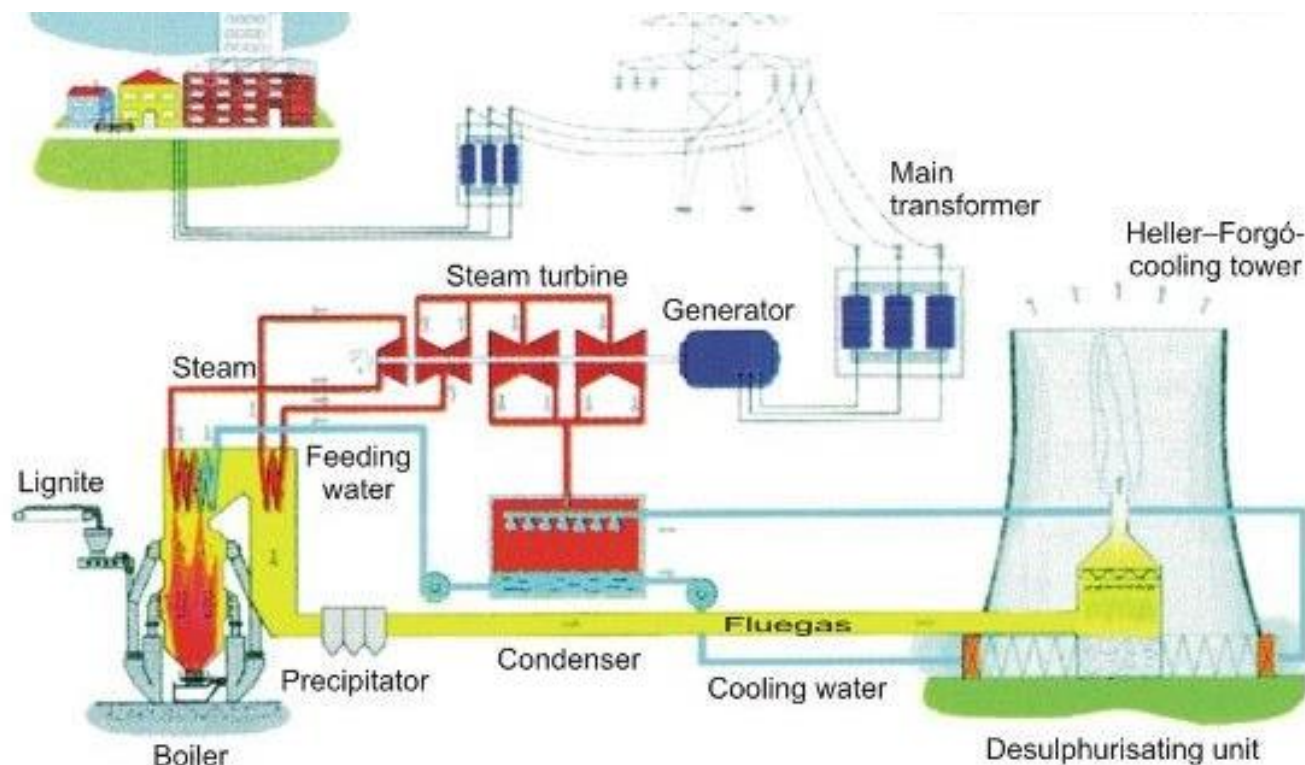


## Sekundarna energija

- Energija se u prirodi obično ne nalazi uvijek u obliku koji je nama potreban, ni na mjestu na kojem nam je potrebna.
- U odgovarajućim tehnološkim procesima oblici energije dostupni u prirodi se transformišu u željeni oblik i prenose do mjesta potrošnje.
- U ovim procesima transformacije samo dio energije ide prema krajnjem potrošaču, dok ostatak ide u neke druge neželjene oblike ili se izgubi u transportu do mjesta potrošnje.



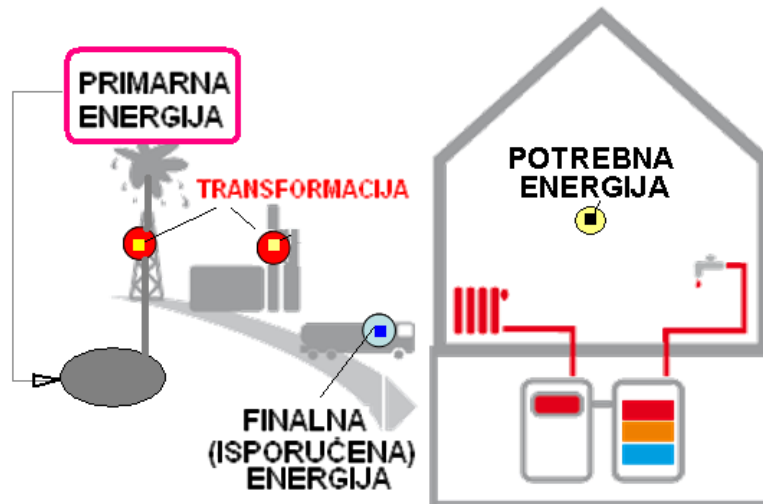
Primarni oblici energije se najčešće ne mogu neposredno koristiti, već se prije upotrebe moraju transformisati u neki drugi oblik, odnosno u tzv. sekundarnu energiju.



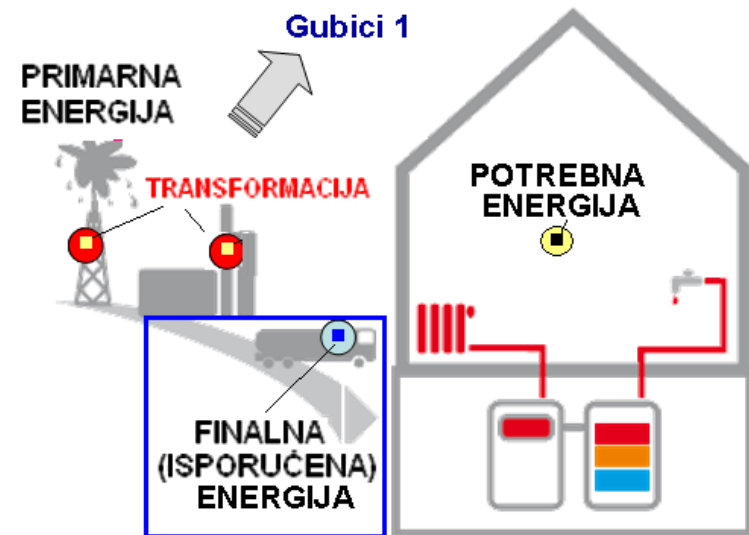
## Finalna energija

Finalna energija je oblik energije koji dolazi do krajnjeg korisnika energije, tj. energija koja se dopremi do granica objekta krajnjeg korisnika

**PRIMARNA ENERGIJA** JE ENERGIJA U SVOM PRIRODNOM AMBIJENTU I PRIJE BILO KAKVE MANIPULACIJE/TRANSFORMACIJE



**FINALNA ENERGIJA** JE OBLIK ENERGIJE KOJI SE ISPORUČUJE POTROŠAČU NA "PRAGU"



## Konverzija

(kotlovi, klima uređaji,  
sijalice, rerne, itd.)



## Korisna energija

### Korisna energija:

energija koja je dostupna  
potrošačima za pokrivanje  
specifičnih potreba, nakon  
posljednje konverzije na  
samoj opremi/uređajima  
potrošača.

npr: 1 kWh **finalne energije**  
kroz sijalicu sa žarnom niti  
konvertuje se u 0.1 kWh  
svjetlosti (**korisna energija**) i  
0.9 kWh toplote (**gubici u  
konverziji**).

Gubici u konverziji

Finalna energija

Korisna energija



Finalna energija je od primarne manja za gubitke nastale tokom procesa transformacije i prenosa.

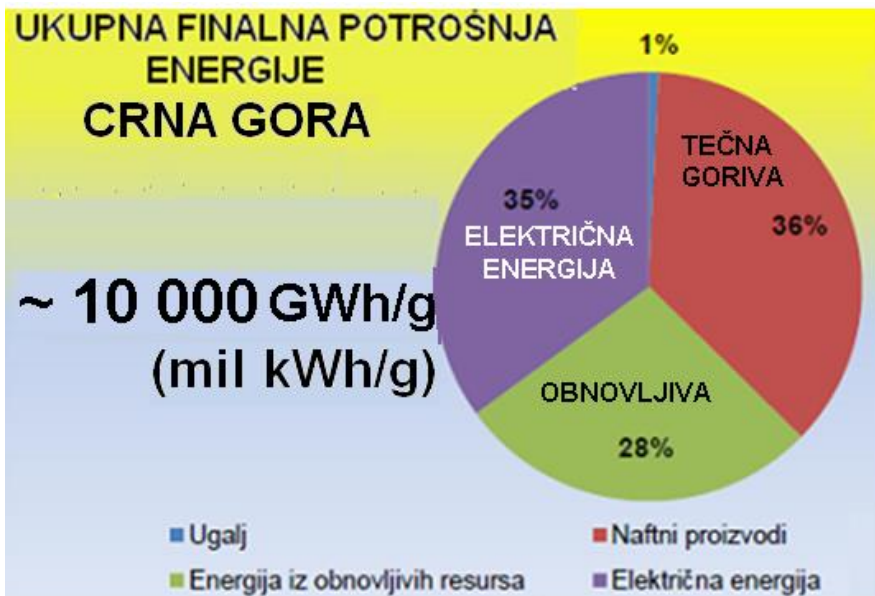
Gubici se uzimaju u obzir preko faktora konverzije, odnosno faktora primarne energije, čije se vrijednosti određuju na nacionalnom nivou.

$$\text{Faktor primarne energije} = \frac{\text{Primarna energija}}{\text{Finalna energija}}$$

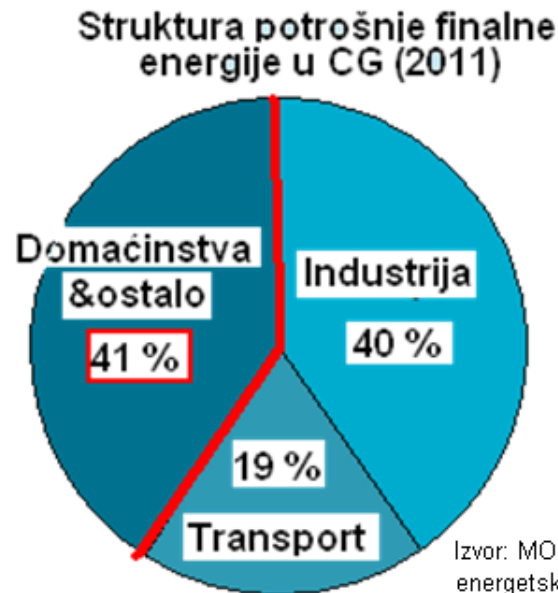
Gorivo	$f_{Pob}$	$f_P$	$K_{CO_2}$
	Obnovljivo	Ukupno	kg / MWh
Lož ulje	0	1.15	270
Gas	0	1.15	200
Lignit	0	1.2	350
Drvo-cjepanice	1	1.15	25
Biomasa*	1	1.1	5
Hidro-elektreane	1	1.5	10
Termo-elektreane	0	4.0	1400
Električna energija [Termo (35% i Hidro(65%))]	0.65	2.4	490
Daljinsko grijanje - kogeneracija	0	0.7	245
Daljinsko grijanje - toplana	0	1.3	455

\*U slučaju lokalnog korišćenja biomase za primarnu energiju uzeti  $f_p = 0.2$  i  $K_{CO_2} = 28$

## Potrošnja finalne energije u Crnoj Gori



Izvor: MONSTAT Statistički energetske bilansi 2005-2011



Izvor: MONSTAT Statistički energetske bilansi 2005-2011

## Korisna energija

Korisna energija je energija koja je krajnjem korisniku na raspolaganju u obliku koji mu najviše odgovara i koju može neposredno koristiti.

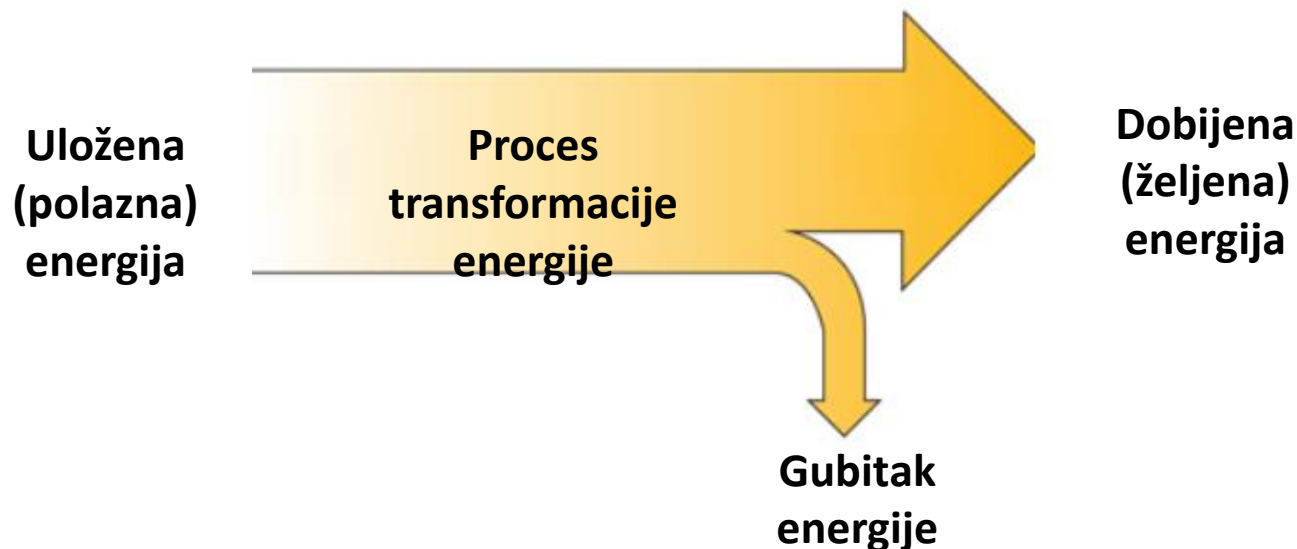
- Toplotna energija
- Mehanička energija
- Svjetlosna energija
- Energija zvuka
- Hemijska energija



# Efikasnost pretvaranja (stepen iskorišćenja) energije

Efikasnost pretvaranja je odnos dobijenog i uloženog oblika energije

$$\text{Efikasnost pretvaranja} = \frac{\text{dobijena (željena) energija}}{\text{uložena (polazna) energija}}$$

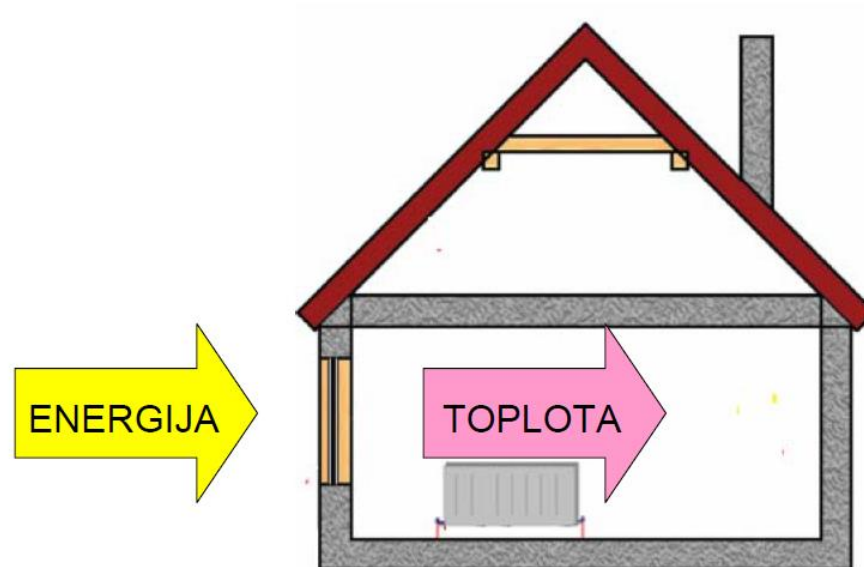


Proces	Transformacija energije	Efikasnost pretvaranja
<b>Proizvodnja električne energije</b>		
Termoelektrana - gasna turbina	Hemijska energija gasa u električnu	Do 40%
Termoelektrana gasna+parna turbina	Hemijska energija goriva u električnu	Do 60%
Hidroelektrane	Potencijalna ili kinetička energija vode u električnu	do 90% (praktično dostignuto)
Vjetrogeneratori	Kinetička energija vjetra u električnu	Do 59%
Fotonaponski paneli	Energija sunčevog zračenja (elektromagnetnih talasa) u električnu	6-40% (zavisno od tehnologije, 15-20% najčešće, 85-90% teorijska granica)
Gorivne ćelije	Hemijska energija u električnu	Do 85%
Proces	Transformacija energije	Efikasnost pretvaranja
<b>Akumulacija električne energije</b>		
Olovne i alkalne baterije	Hemijska energija u električnu	50 – 95%
Nikl-metal hibridne baterije	Hemijska energija u električnu	66%
Litijumske baterije	Hemijska u električnu	80 – 90%

Proces	Transformacija energije	Efikasnost pretvaranja
<b>Motori</b>		
<b>Motori SUS</b>	Hemijska energija goriva u električnu	10 – 50%
<b>Elektromotori</b>	Električna energija u mehaničku	30 99,99%
Proces	Transformacija energije	Efikasnost pretvaranja
<b>Kućni aparati</b>		
<b>Frižider</b>	Električna u toplotnu	120 – 300%
<b>Toplotna pumpa</b>	Električna u toplotnu	175 – 250% vazduh kao izvor toplote 300 – 600 % voda/zemlja kao izvor toplote
<b>Sijalica</b>	Električna u svjetlosnu (elektromagnetni talasi u dijelu vidljive svjetlosti)	~2% inkadescentna ~10 – 20% fluorescentna 15-25% LED
<b>Električni bojler</b>	Električna energija u toplotu	~90 – 95%

## ENERGETSKI BILANS ZGRADE

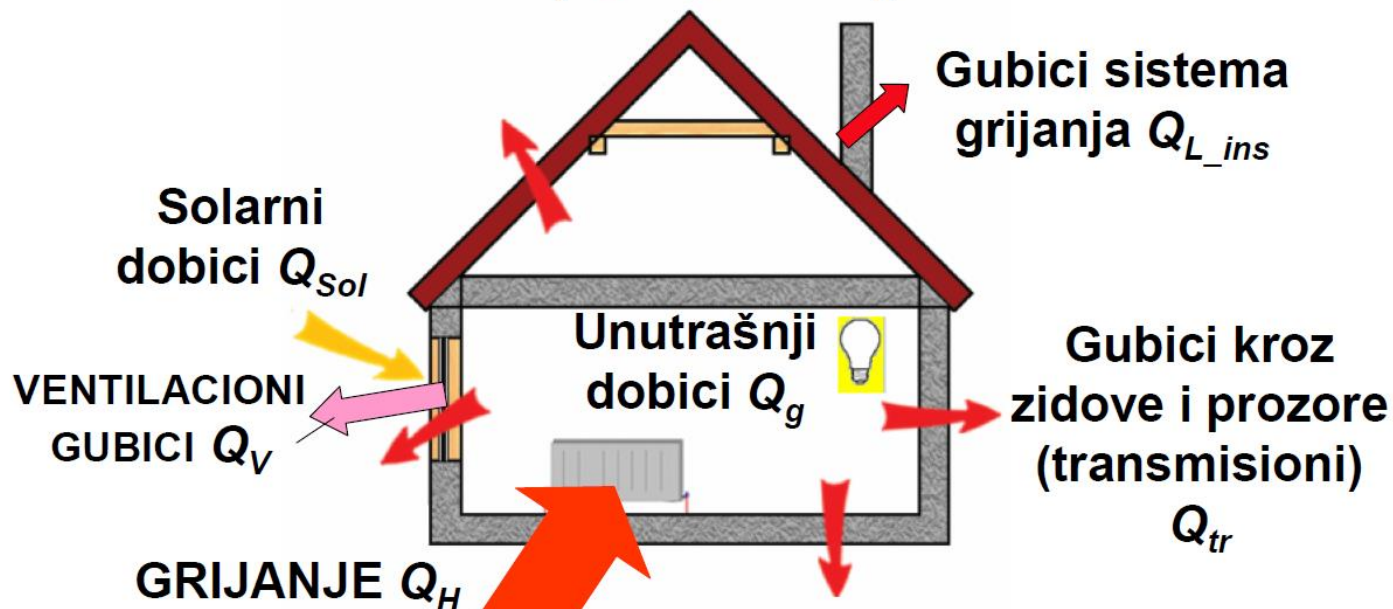
**Svi oblici energije završe kao toplota.**



**ZGRADA SE JAVLJA KAO “TRANSFORMATOR” KOJI SVU  
ENERGIJU PRETVARA U TOPLOTU**

## ENERGETSKI BILANS ZGRADE

$$\dot{Q} + \cancel{m(i + \frac{w^2}{2} + gz)_1} = \cancel{F_T} + \cancel{m(i + \frac{w^2}{2} + gz)_2}$$



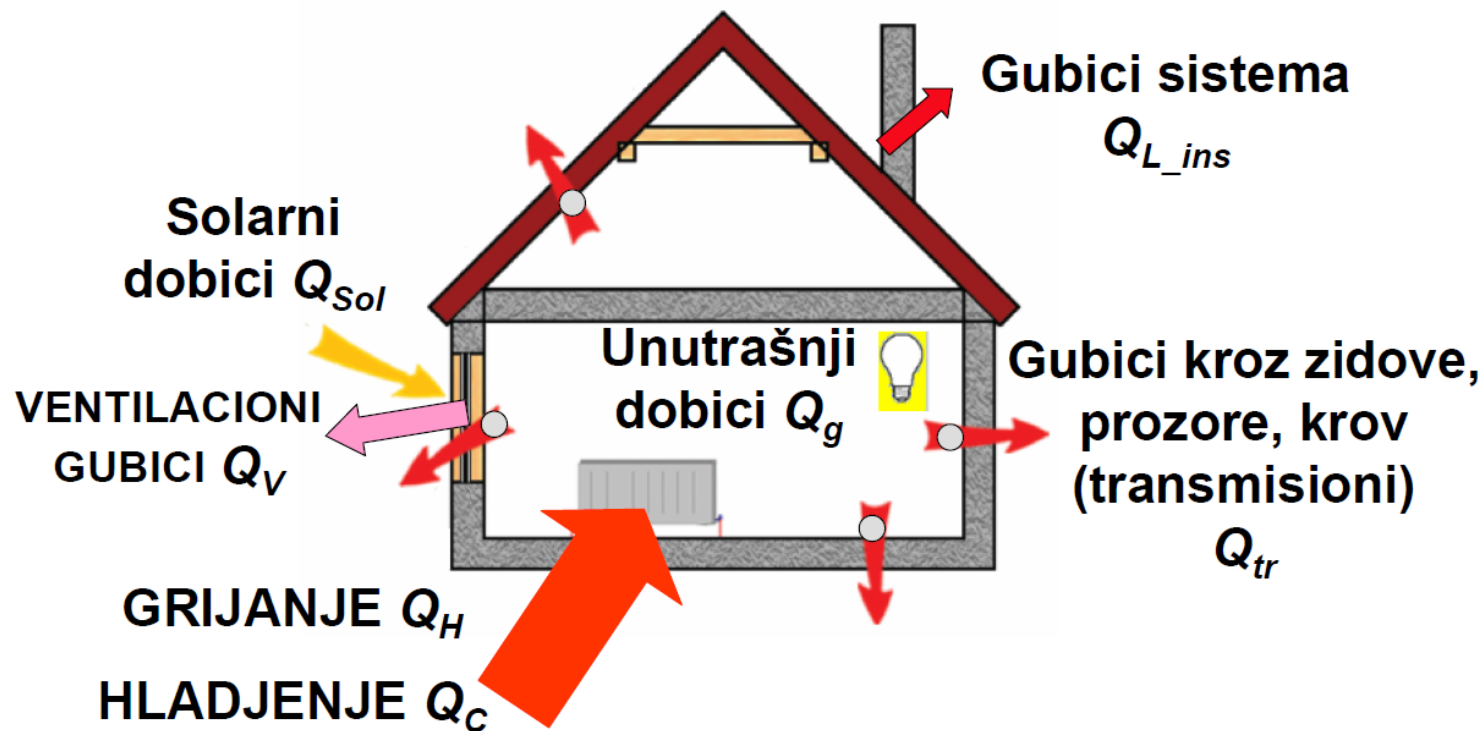
$\dot{Q}$  Grejna snaga ( $Q_H$ ), Gubici grejnog sistema ( $Q_L$ ), Transmisioni gubici ( $Q_{tr}$ ), Solarni dobici ( $Q_{Sol}$ ), Unutrašnji dobici ( $Q_g$ )

$\dot{m}$  Infiltracija i Ventilacija



# ENERGETSKI BILANS ZGRADE

$$\dot{Q} + \cancel{m(i + \frac{w^2}{2} + gz)_1} = \cancel{F_r} + \cancel{m(i + \frac{w^2}{2} + gz)_2}$$



**GRIJANJE + DOBICI = GUBICI**

$$Q_H + Q_{Sol} + Q_g = Q_{tr} + Q_{L\_ins} + Q_V$$

# Osnovni pojmovi – sistemi mjera i jedinica

SI sistem mjera (**S**ystème **I**nternational d'**u**nités)

IP sistem mjera (**I**nch-**P**ound)



**DUŽINA**

Metar - m

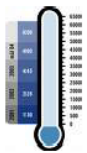
fit – ft = 0.304 m



**MASA**

Kilogram - kg

Libra mase – lb = 0.454 kg



**TEMPERATURA**

Celzijus - C  
Kelvin - K

Farenhajt – F = 5/9 C  
Rankin - R

$$t\ C = (t\ F - 32) \cdot 5/9$$



**VRIJEME**

Sekunda - s

Sekunda - s

$$\text{RAD [J]} = \text{SILA [N]} * \text{POMJERANJE [m]}$$

$$\text{RAD [J]} = \text{SNAGA [W]} * \text{VRIJEME [s]}$$

$$\text{TOPLOTA [J]} = \text{TOPLOTNI FLUKS [W]} * \text{VRIJEME [s]}$$

$$\text{SNAGA [W]} = \text{RAD [J]} / \text{VRIJEME [s]}$$

$$\text{TOPLOTNI FLUKS [W]} = \text{TOPLOTA [J]} / \text{VRIJEME [s]}$$

## ISM

Rad, Toplota [J, kJ, Wh, kWh]

Snaga  $P$  [W]=Rad/Vrijeme  
1 W= 1 J/s

Fluks  $\dot{Q}$  [W]=Toplota/Vrijeme  
1 W= 1 J/s

## ASM

Toplota:

**Britanska Toplotna jedinica [BTU]:**

Toplota potrebna da se 1 lb<sub>m</sub> vode zagrije za 1 F.

**1 BTU≈1055 J**

**Toplotni Fluks [BTU/h]**

1 BTU/h≈1055/3600 W=0.29 W

**Snaga [HP]**

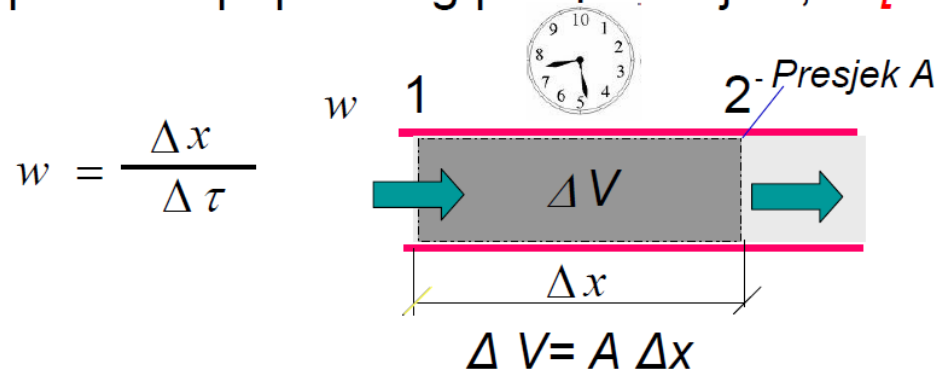
1 HP – Konjska snaga

	kcal	kJ	kWh
1 kcal =	1	4,1868	1,163•10 <sup>-3</sup>
1 kJ =	0,2388	1	2,7778•10 <sup>-4</sup>
1 kWh =	859,845	3 600	1

**Zapreminski protok**  $\dot{V} [m^3 / s]$  je zapremina koja prodje kroz odredjeni presjek u 1 sec.

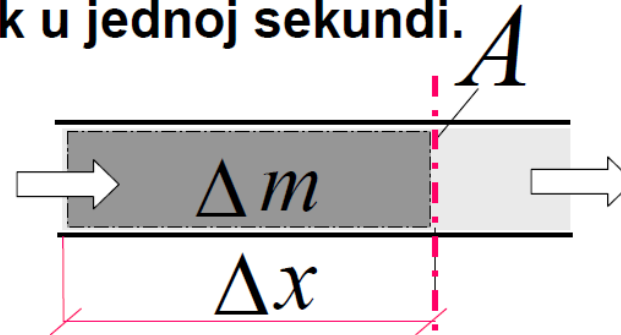
Dakle, ako kroz neki presjek površine  $A [m^2]$  "protekne" fluid zapremine  $\Delta V$  za vrijeme  $\Delta \tau$ , tada se zapreminski protok, dobija kao količnik, tj.  $\dot{V} [m^3 / s] = \frac{\Delta V [m^3]}{\Delta \tau [s]}$

$A [m^2]$  je površina poprečnog presjeka cijevi,  $w [m/s]$  je brzina strujanja.



$$\dot{V} [m^3 / s] = \frac{\Delta V [m^3]}{\Delta \tau [s]} = \frac{A \Delta x}{\Delta \tau} = A [m^2] w [m/s]$$

**Maseni protok** (  $\dot{m}[\text{kg} / \text{s}]$  ) je masa koja prodje kroz odredjeni presjek u jednoj sekundi.



Ako kroz neki presjek protekne masa fluida ( $\Delta m$ ) za vrijeme  $\Delta \tau$ , tada je maseni protok  $\dot{m}[\text{kg} / \text{s}]$ , količnik

$$\dot{m} = \frac{\Delta m[\text{kg}]}{\Delta \tau[\text{s}]}$$

GUSTINA  
 $\rho = m/V$

$$\dot{m}[\text{kg} / \text{s}] = \frac{\Delta m[\text{kg}]}{\Delta \tau[\text{s}]} = \frac{\rho[\text{kg} / \text{m}^3] \Delta V[\text{m}^3]}{\Delta \tau[\text{s}]} = \rho \dot{V}$$

# OSVJETLJENJE

U **IS** sistemu mjera jedinica za jačinu osvetljenja je **lux (lx)** ili  $W/m^2$ .

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / m^2 = 1.46 \cdot 10^{-3} \text{ W} / m^2 (\lambda = 555 \text{ nm})$$

**Lumen (lm)** je jedinica za mjerenje svjetlosnog fluksa.

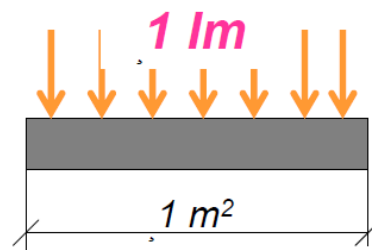
$$1 \text{ lm} = 1.46 \cdot 10^{-3} \text{ W} (\lambda = 555 \text{ nm})$$

Snaga izvora osvetljenja se mjeri u svijećama (**Candel, Cd**).

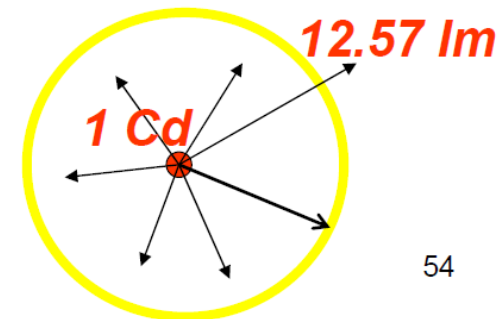
Izvor ima snagu od **1 Cd** ako u jedinični prostorni ugao (**1 Steradiana, 1 Str**) zrači **1 lm**. (Sfera ima  $4\pi = 12.57$  Str).

Ako izvor zrači sferno (ugao  $4\pi$  Sterad), tada postoji veza

$$1 \text{ Cd} = 4\pi \cdot 1 \text{ lm} = 12.57 \text{ lm}.$$



= 1 lx



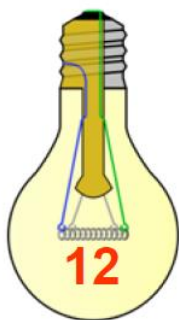
# OSVJETLJENJE

## Jačina osvjetljenja

Dnevno svjetlo	32000 – 100 000 lx
TV studio	1000 lx
Kancelarije	400 lx
Mjesečina	1 lx
Svjetlost zvijezda	$5 \cdot 10^{-5}$ lx

## Efikasnost svjetiljki $\eta_l$ [lm/W]

Sa užarim vlaknom



Fluorescentne  
kompaktne



Fluorescentne



Halogene



LED







**Univerzitet Crne Gore  
Mašinski fakultet**



**ENERGETSKA  
EFIKASNOST  
U CRNOJ GORI**

**Hvala na pažnji!  
Pitanja?**