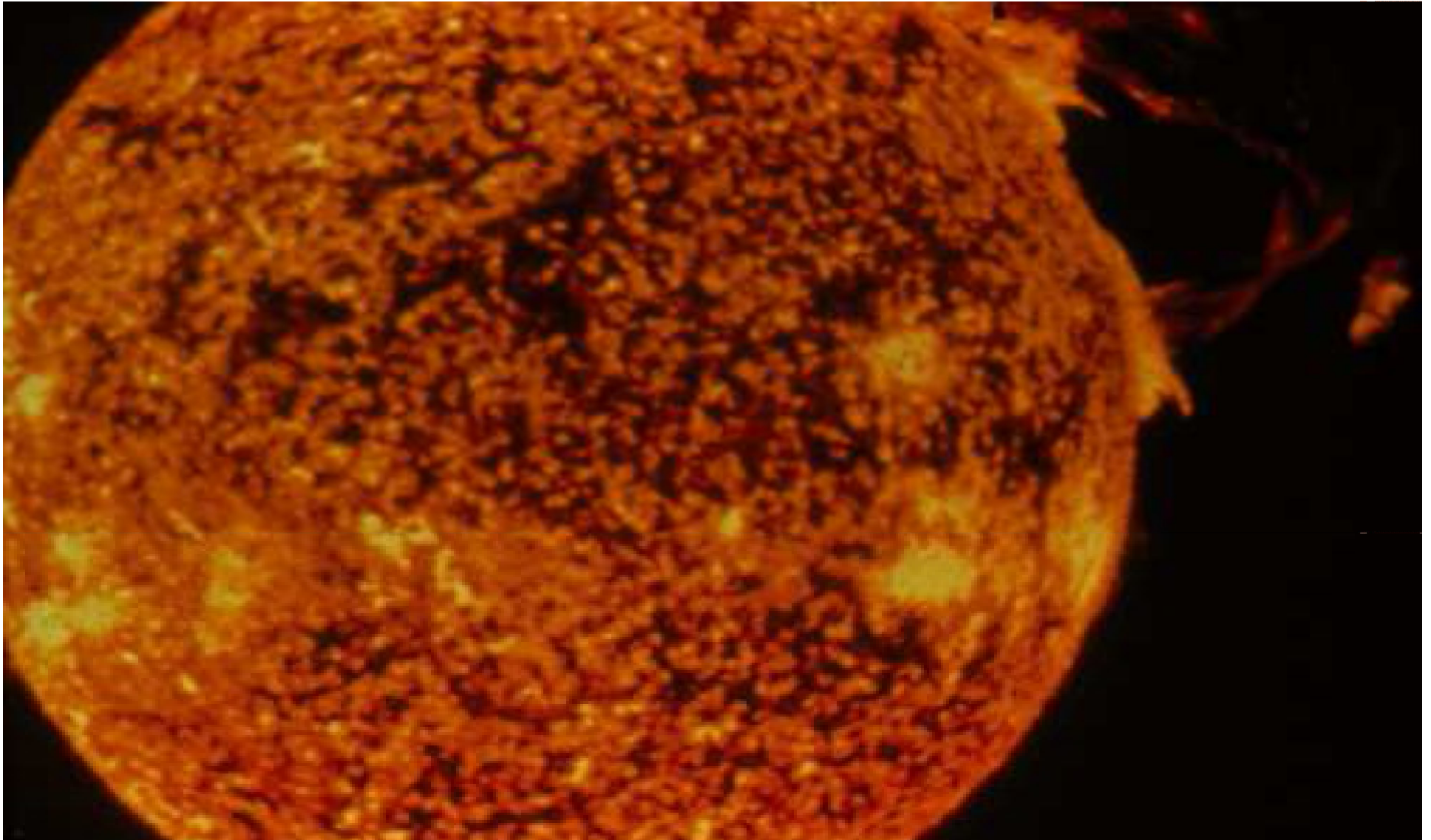


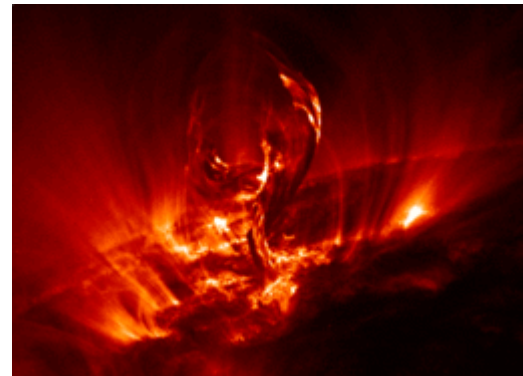
VEŽBA VI

Solarna energija



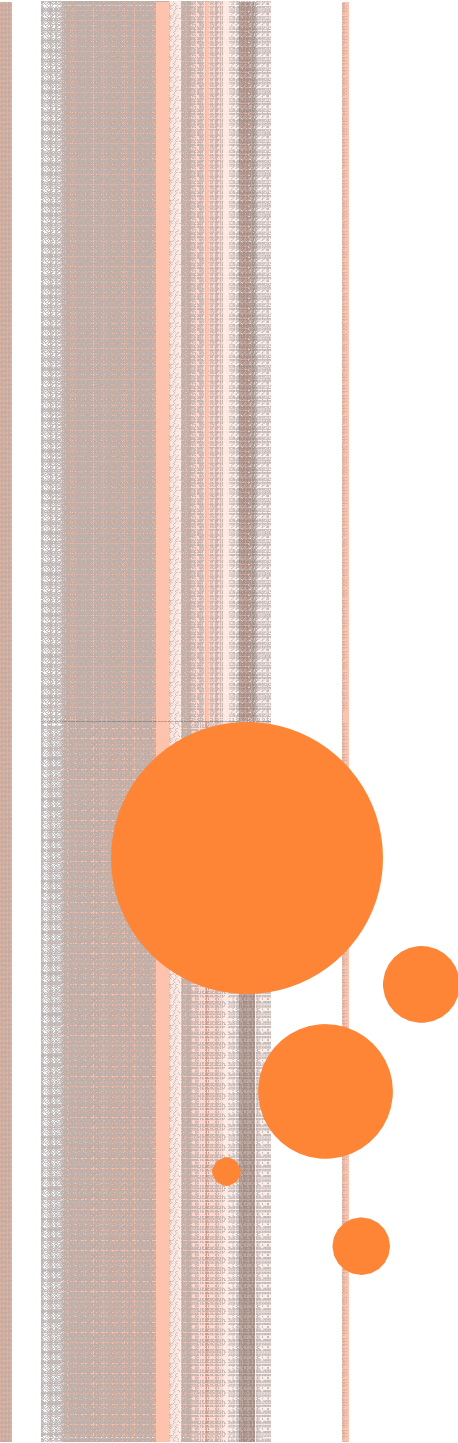
Sunce je 1 400 000 km udaljeno i 330 000 puta teže od Zemlje. To je jedan džinovski termonuklearni reaktor kome pripada 99% mase čitavog sunčevog sistema.

- o Svake sekunde se na Suncu 600 miliona tona vodonika pretvori u 596 miliona tona helijuma, a razlika mase se saglasno Ajnštajnovoj jednačini $E=mc^2$ pretvara u čistu energiju.
- o Oslobođena energija u vidu elektromagnetnih talasa dospeva na Zemlju, a meke od tih talasa opisujemo kao svetlost.



- 0 Ovaj proces nuklearne fuzije traje 4 i po milijarde godina, a procenjuje se da će trajati još 5 milijardi godina.
- 0 Nakon što kompletno vodonično gorivo bude
notrošeno doći će do
gravitacionog kolapsa Sunčevog jezgra i Sunce će
se pretvoriti u crvenog džina.





SUNČEVA ENERGIJA

KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE

- o Prekrivanjem 0.1% kopna na Zemlji sa kolektorima, koji imaju svega 20% stepen korisnosti, obezbedilo bi čovečanstvu sve njegove godišnje potrebe za energijom 1.2×10^{14} kWh.
- o Solarna energija je ekološki prihvatljiva i ima je u izobilju.
- o Njene glavne mane su: mali intenzitet (svega 1 kWh/m²), prekidnost (dostupna samo danju i pri vedrom vremenu) i nejednaka raspoređenost na površini Zemlje.



NAČINI KORIŠĆENJA

- 0 **Aktivni** (sistemi koji koriste sunčevu energiju za transformaciju u druge vidove energije osim toplotne i sistemi za proizvodnju toplotne energije za čije je pokretanje potrebna dodatna energija)
- 0 **Pasivni sistemi** (konstrukcije zgrada, duple fasade i sl.





Pasivni sistem za kuvanje.



Pasivni sistem za sušenje voća.



Pasivni sistem za zagrevanje zgrada.





Sistem za osvetljavanje prostorija koje nisu izložene direktnom sunčevom zračenju pomoću optičkih vlakana. Ovo je takođe pasivan sistem.



SUNČEVU ENERGIJU LJUDI POKUŠAVAJU DA KORISTE ZA:

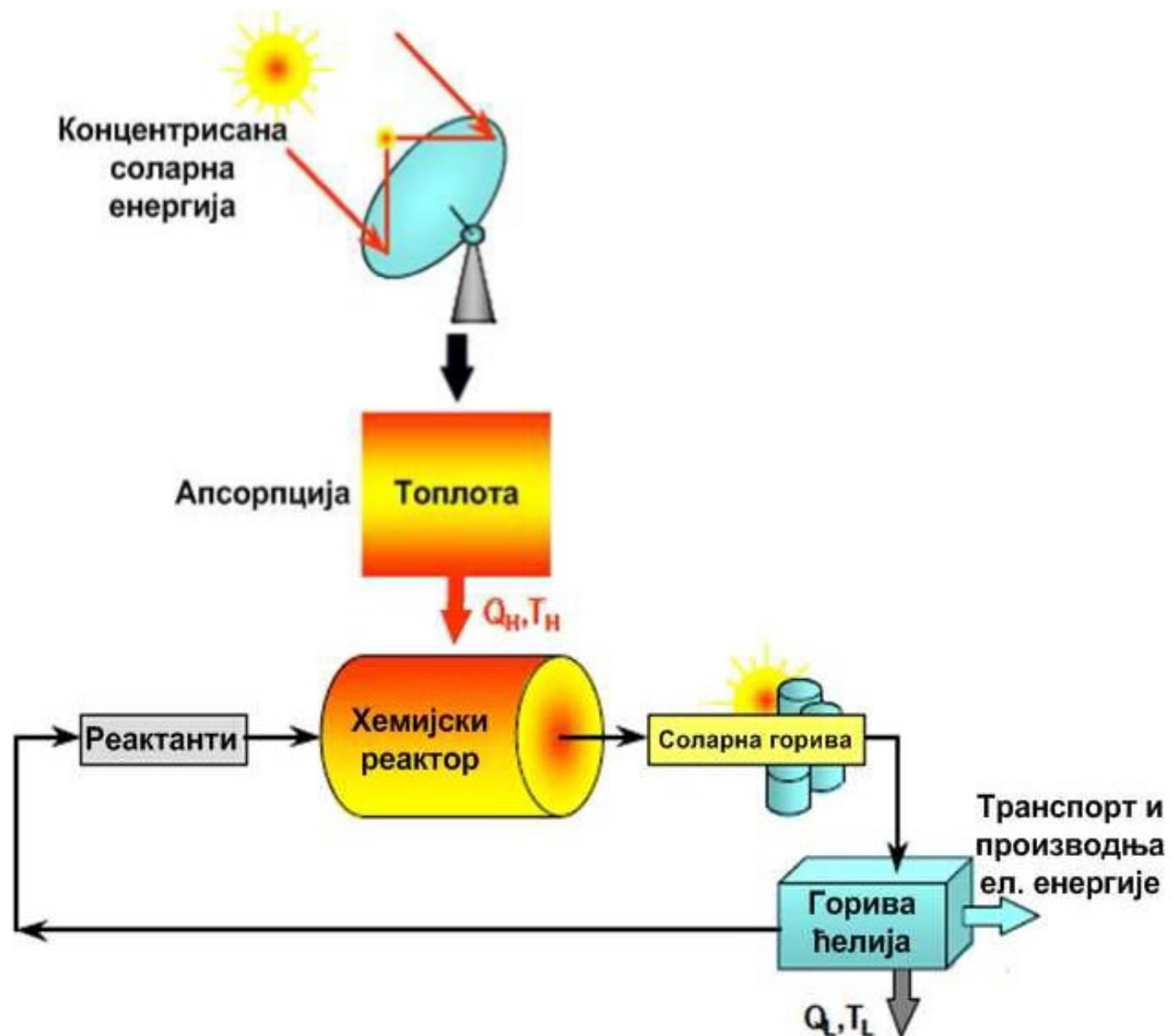
- o Proizvodnju toplotne energije za trenutno i vremenski odloženo korišćenje (sistemi akumulacije – pasivni i aktivni)
- o Za proizvodnju električne energije (fotonaponske ćelije i solarne elektrane koje rade na sličnom principu kao termoelektrane i preko pasivnih sistema kao što su solarni dimnjaci)



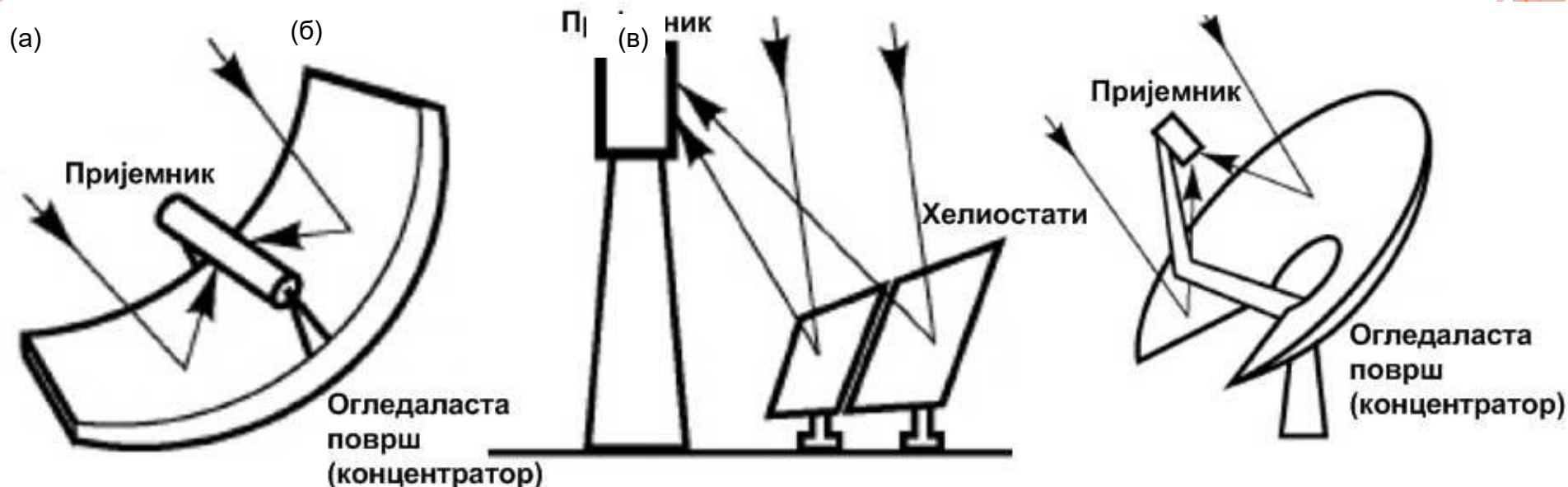
SUNČEVU ENERGIJU LJUDI POKUŠAVAJU DA KORISTE ZA:

- o Za proizvodnju solarnih goriva. Solarna energija se koristi za pokretanje endotermnih hemijskih reakcija. Ovakvi sistemi koriste koncentrisanu solarnu energiju za proizvodnju goriva (npr.vodonika, sintetičkog prirodnog gasa i dr.) ili direktno kao energiju za endotermne hemijske reakcije u hemijskim intenzivnim industrijama (proizvodnja aluminijuma).





Princip korišćenja solarne energije za pokretanje endotermnih hemijskih reakcija u cilju proizvodnje solarnih goriva i električne energije pomoću gorivih ćelija.



Shematski prikaz tri glavne optičke konfiguracije za Sakupljanje i koncentrisanje solarne energije većeg obim

(a) Sistem korita (30-100 sunca)

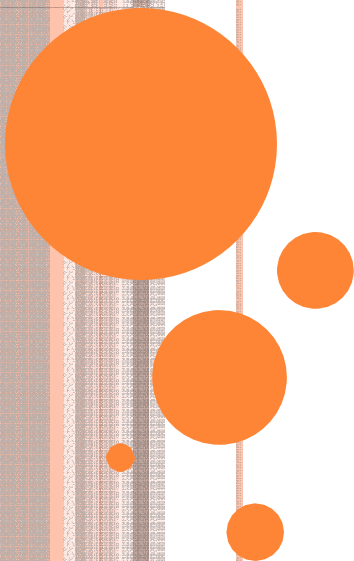
(b) Sistem tornja (500-5000 sunca)

(c) sistem posude (1000-10000 sunca)

1 sunce = 1kWh/m^2



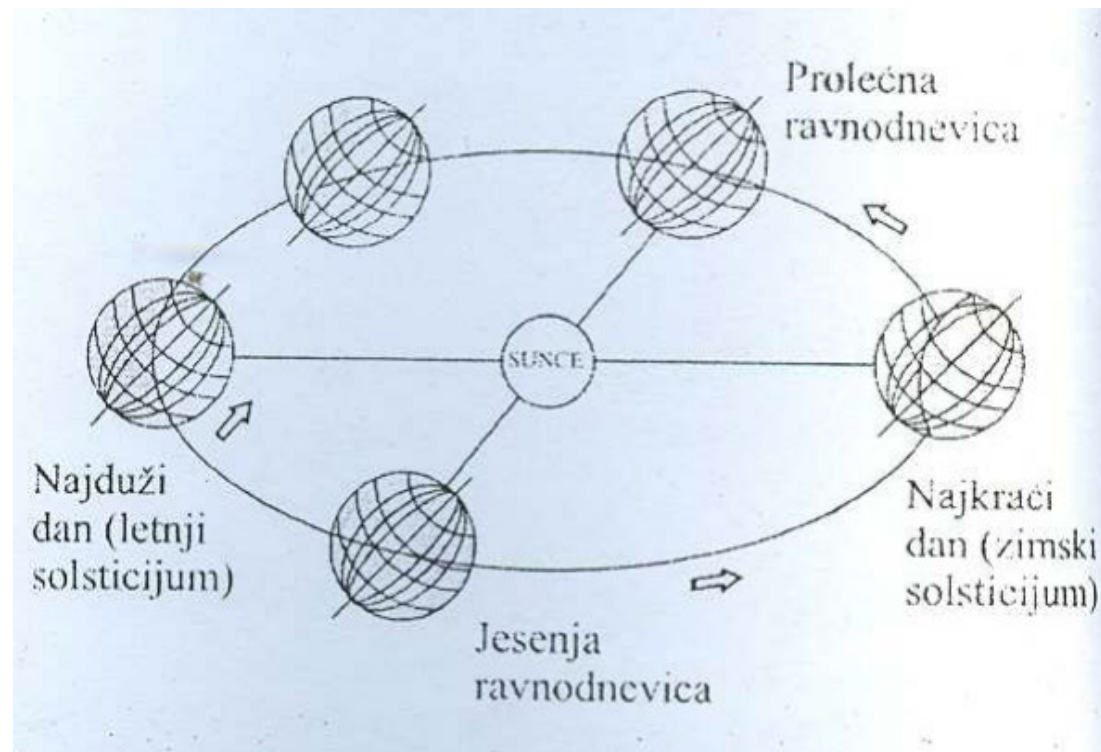
SUNČEVO ZRAČENJE



SOLARNA KONSTANTA I_0

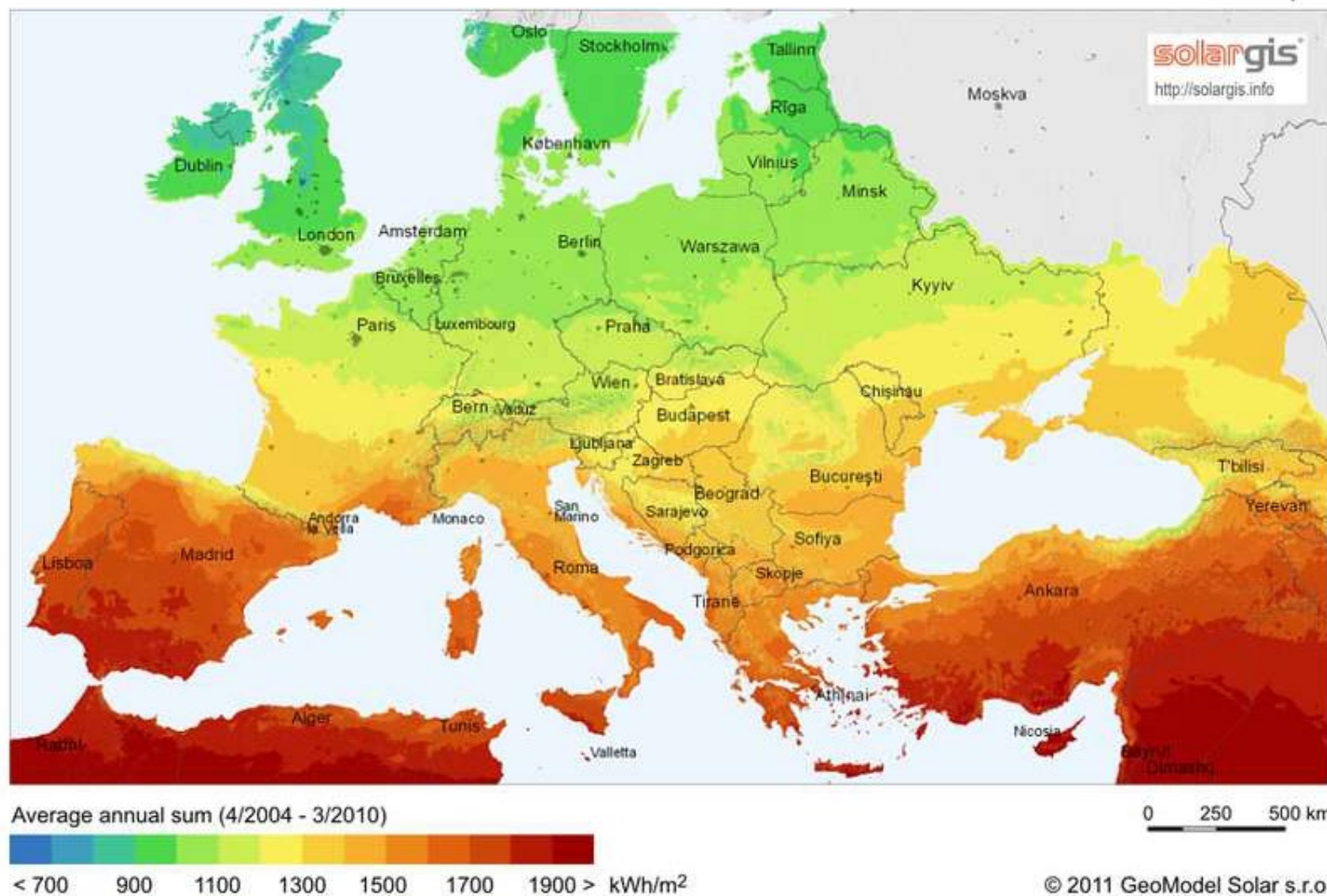
- Jačina sunčevog zračenja normalno na površinu na spoljnoj granici atmosfere iznosi 1373 W/m^2 . To je površina ispod krive na dijagramu intenziteta sunčevog zračenja

zavisnosti od njegove talasne dužine. Ova vrednost varira od 1417 W/m^2 zimi do 1328 W/m^2 leti.

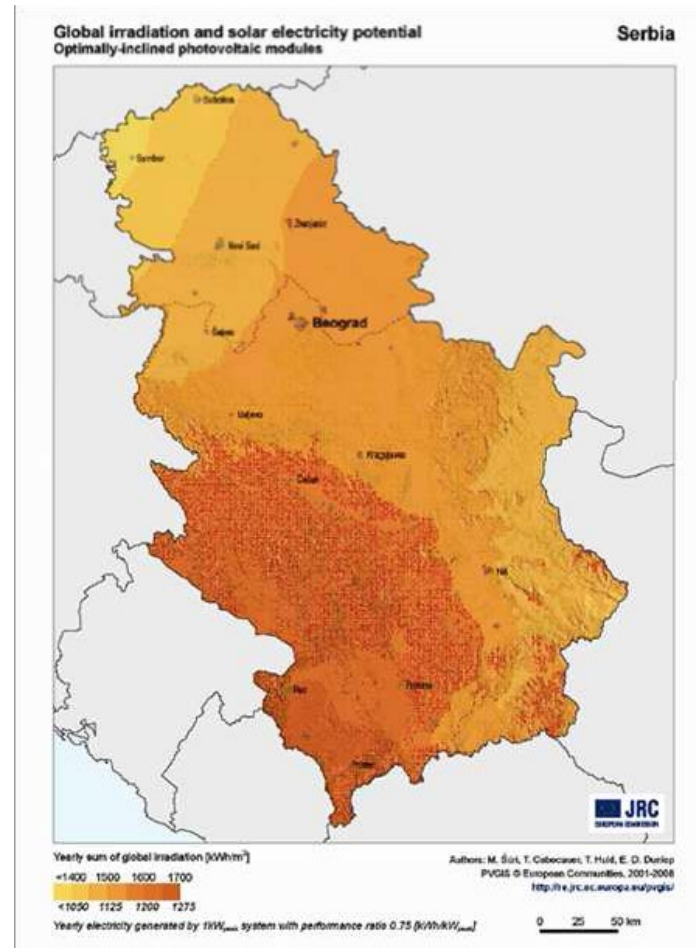


Global horizontal irradiation

Europe



Ukupne prosečne godišnje dozračene količine sunčevog zračenja na horizontalnu površinu za Evropu.



Ukupne prosečne godišnje dozračene količine sunčevog zračenja na horizontalnu površinu za Srbiju.



Ukupni potencijal 4,3 mil tOE



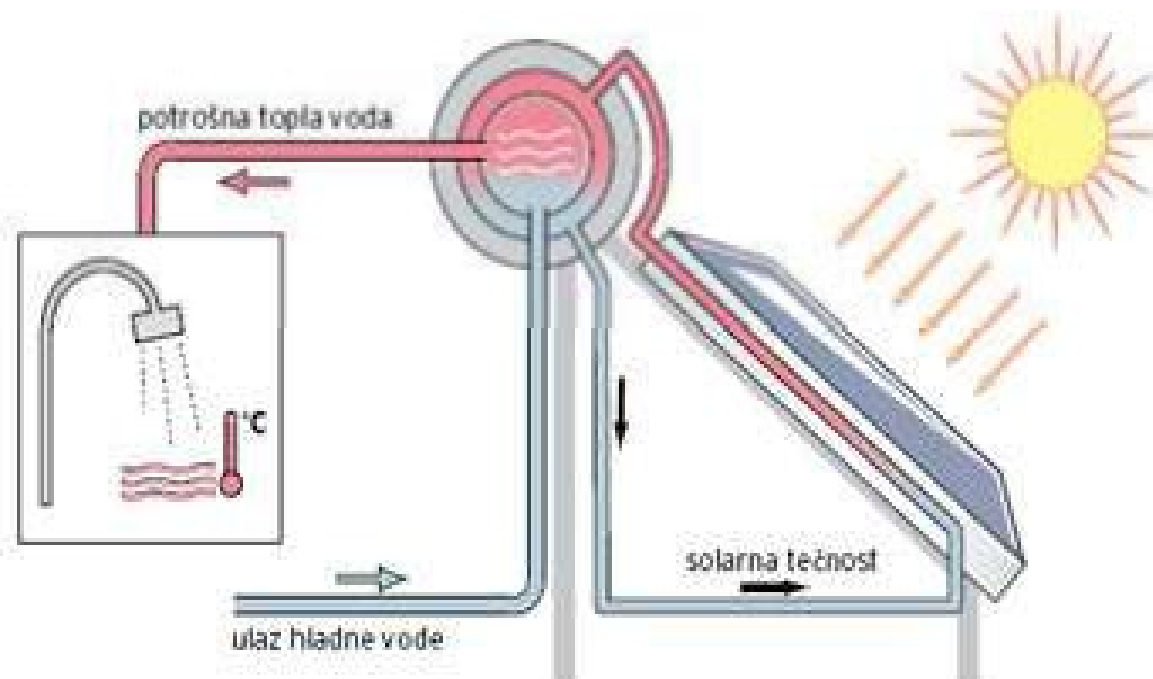
- o Prosečan intenzitet sunčevog zračenja se kreće od 1,1 do 1,7 kWh/m² dan u januaru.
- o 5,9 do 6,6 kWh/m² dan u julu.
- o Srednja vrednost sunčevog zračenja u Srbiji iznosi 3,8 kWh/m² dan.



KONVERZIJA SUNČEVE ENERGIJE

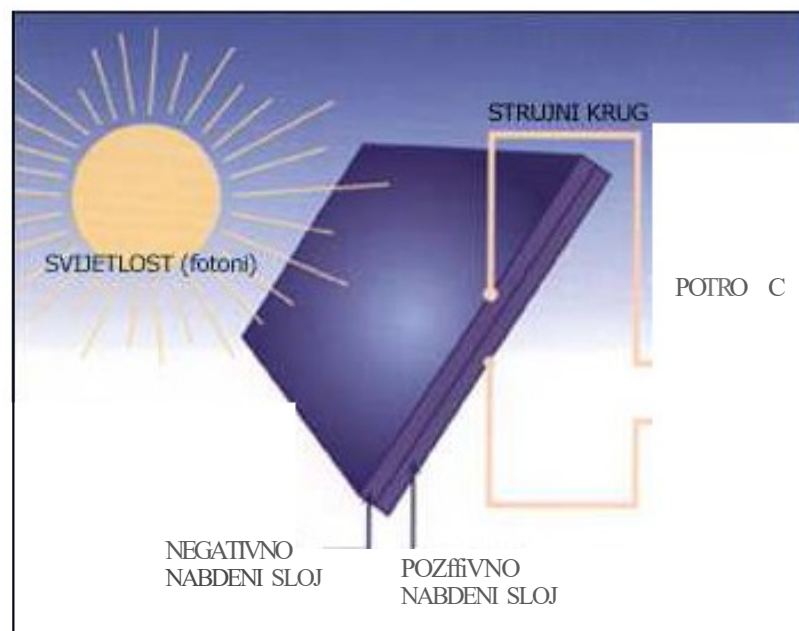
- 0 Osnovni principi direktnog iskorišćavanja energije Sunca su:
 - solarni kolektori (pretvaranje sunčeve energije u toplotnu),
 - fotonaponske ćelije (direktno pretvaranje sunčeve energije u električnu energiju),
 - fokusiranje sunčeve energije (za upotrebu u velikim energetskeim postrojenjima).



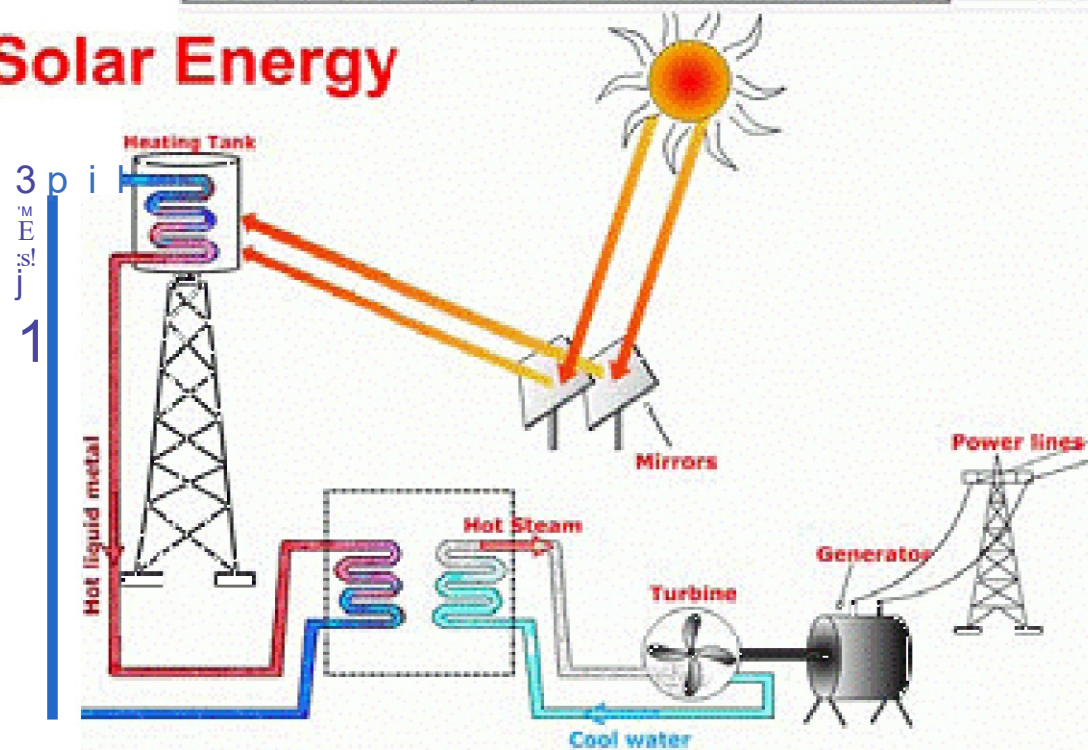


Funkcionalná šema auroSTEP pro systém





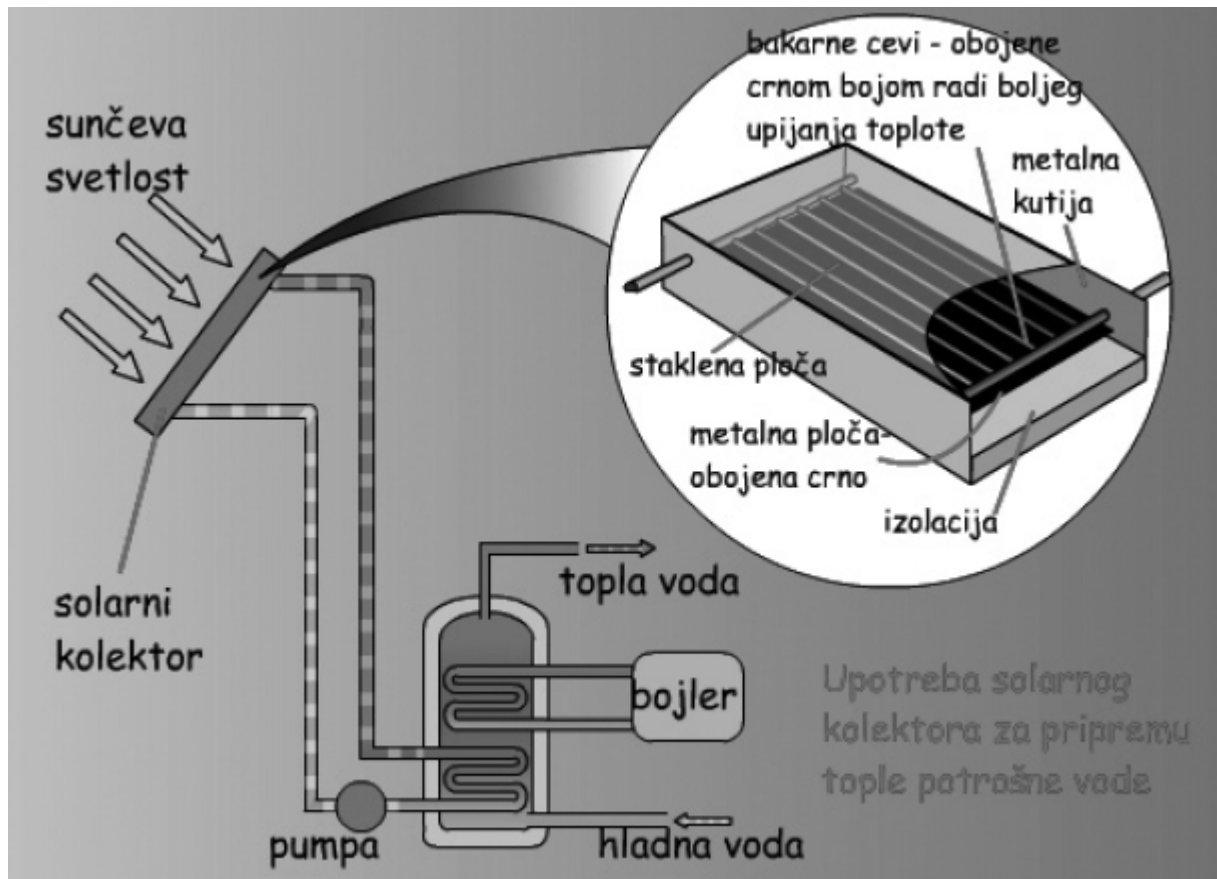
Solar Energy



- 0 Sunčani kolektori mogu se podeliti na dve glavne grupe po tipu fluida koji prenosi sunčevu energiju:
 - Kolektori sa tečnim fluidom i
 - sa vazduhom.
- 0 Svaka od ovih grupa deli se na tri podgrupe određene po temperaturnom opsegu rada:
 - Ravni niskotemperaturni,
 - Srednje temperaturni – sa koncentrisanjem sunčevog zračenja,
 - Visoko temperaturni - sa koncentrisanjem sunčevog zračenja.



RAVNI PRIJEMNICI (KOLEKTORI) SUNČEVOG ZRAČENJA



Efikasnost:

- Leti od 0,7
- Zimi 0 do 0,4



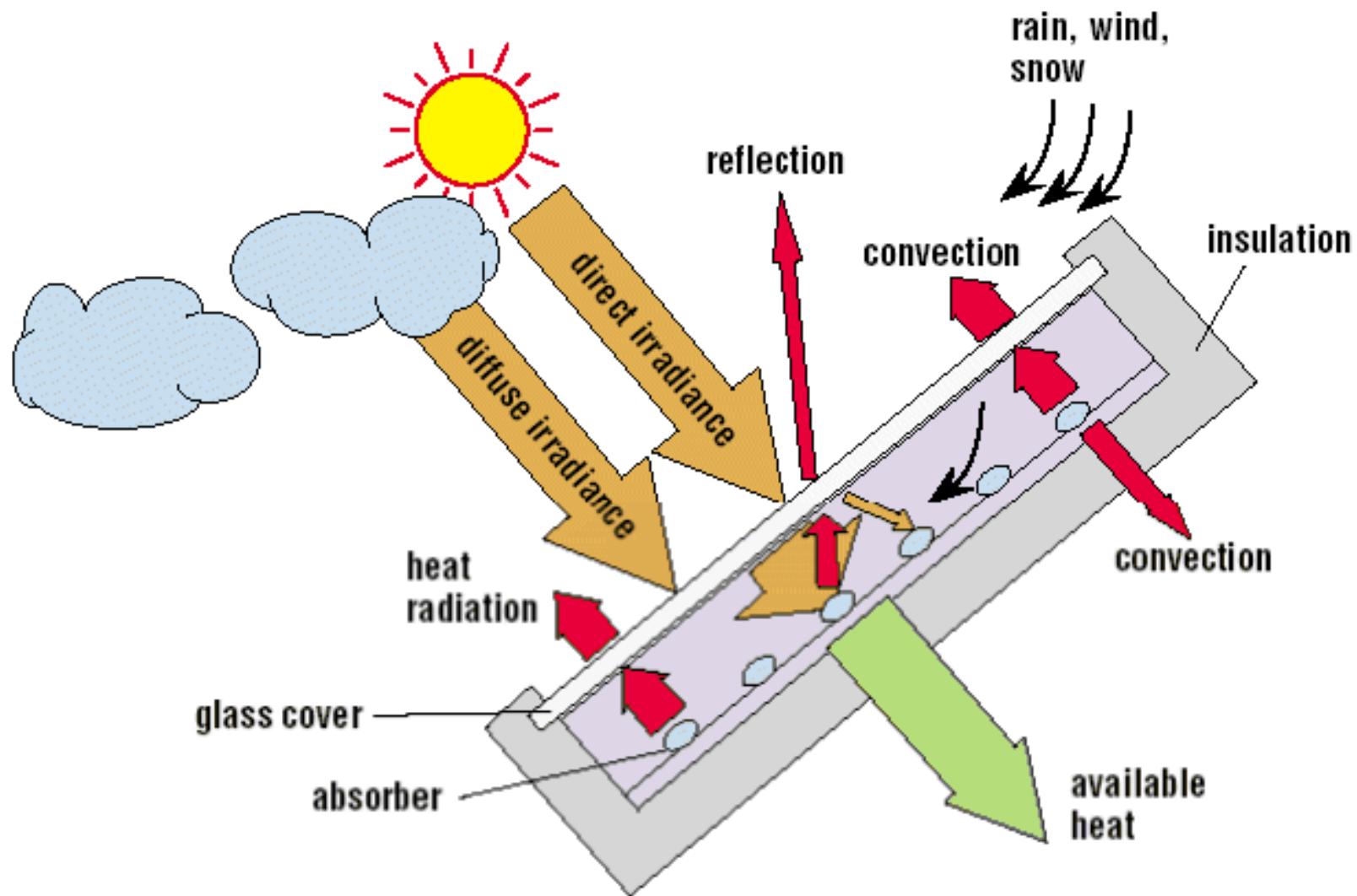
- o Najčešće primenjivana tehnologija za korišćenje sunčevog zračenja bazirana je na principu toplotnog dejstva sunčevog zračenja, pri čemu se energija sunčevog zračenja transformiše u toplotu na apsorberu prijemnika sunčeve energije (toplotni kolektori).
- o Kod ovih tipova kolektora ostvaruje se stepen efikasnosti transformacije dozračene sunčeve energije u korisno odvedenu toplotu od 35 do 55%.



0 Glavni delovi ovih prijemnika su:

- **providni prednji poklopac,**
 - **kućište i**
 - **prijemnik (apsorber).**
- 0 Pošto prijemnici treba da izdrže temperature do 200 °C apsorber se prave od metala kao što su bakar, čelik i aluminijum.
- 0 Kućišta se prave od plastike, metala i drveta, i stakleni prednji deo (vrlo često od borosilikatnog stakla) mora biti dobro zaptiven kako toplota ne bi pobegla, i kako prljavština, insekti i vlaga ne bi dospeli unutar prijemnika.
- 0 Kućište mora biti dobro izolovano sa zadnje i bočnih strana kako bi se smanjili toplotni gubici prijemnika. Oni mogu biti konvektivni i zračni.



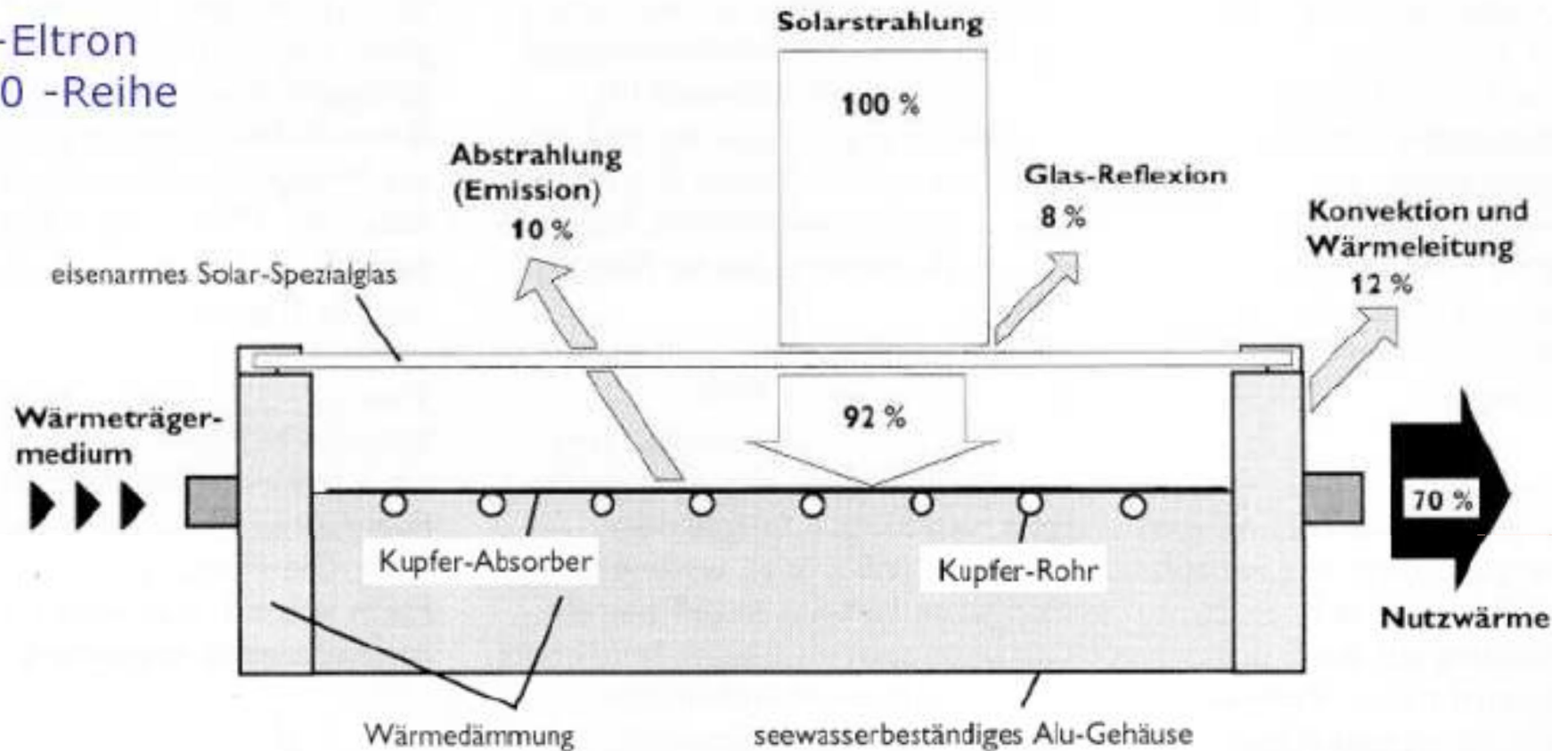


Šematski prikaz prenosa toplote kod ravnog pločastog PSZ.



Hochleistungs-Flachkollektoren SOL 170 A/W

Stiebel-Eltron
SOL 170 -Reihe

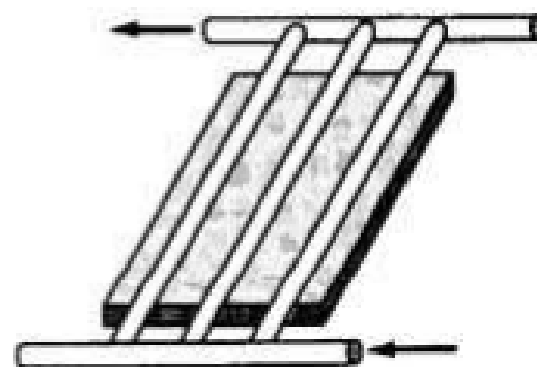


Prozentangaben gültig für Bestrahlungsstärke 750 W/m^2 und Temperaturunterschied 20 K zwischen Umgebungs- und mittlerer Wärmeträgertemperatur

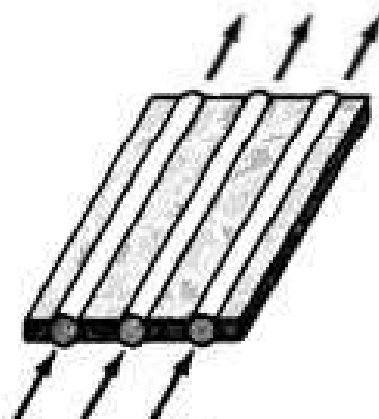
Toplotni bilans prijemnika sunčevog zračenja.



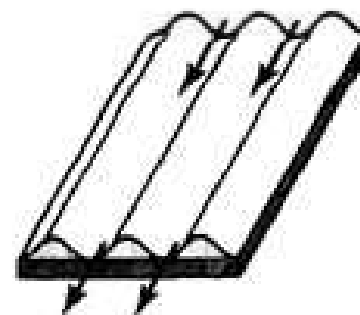
"Serpentine"
(metal tubing soldered
to metal sheet)



Parallel tube



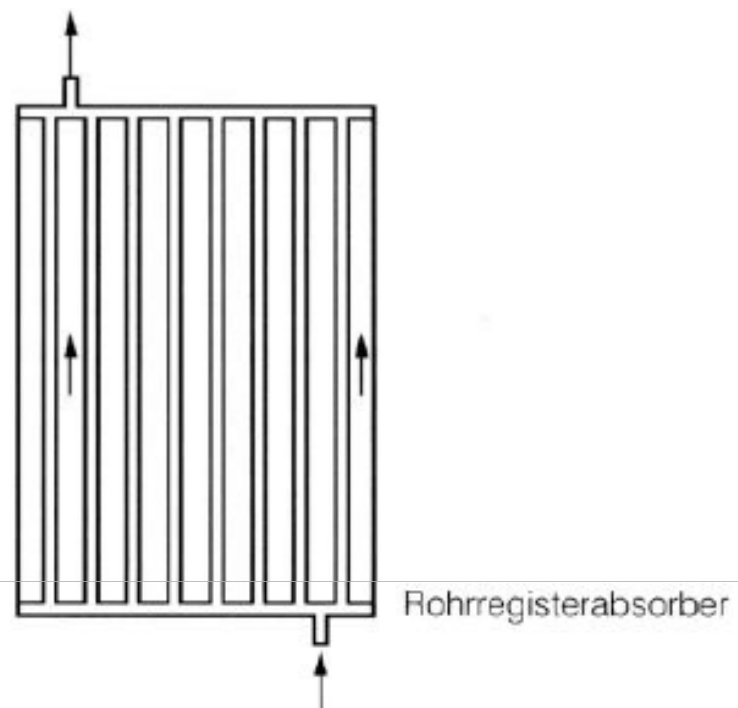
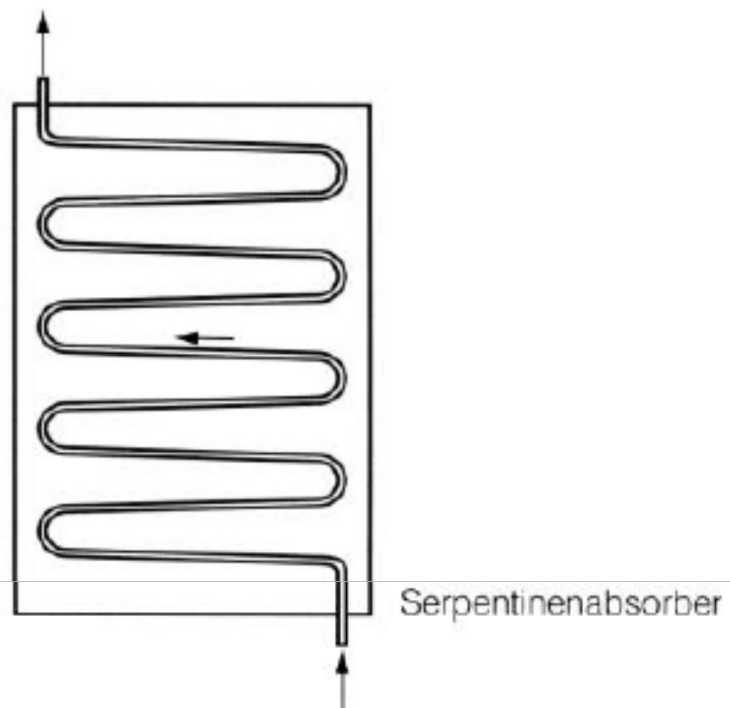
Tube formed
in metal sheet



"Trickle-type"
corrugated sheet

Strujanje vode u kolektorima je u obliku cevnih registara i cevnih zmijsa.

Raspodela prenosnog fluida po kanalima i cevima treba da bude ravnomerna kako bi se obezbedila ujednačenost temperaturske raspodele duž apsorpcione površine uz istovremen mali pad pritiska.



Raspodela strujanja fluida u prijemniku sunčevog zračenja u obliku cevne zmiје (levo) i cevnog registra (desno).



- o Materijali crne boje apsorbuju sunce vrlo dobro i zagrevaju se.
- o U tu svrhu mogao bi se koristiti crni lak, mada on ima izvesne mane.
- o Kako se površina zagreva apsorbujući toplotu samo jedan deo toplote se predaje fluidu a jedan veliki deo se emituje okolini.
- o Tzv. selektivni premazi apsorbuju svetlost skoro isto tako dobro kao crnim lakom premazane površine, ali emituju mnogo manje toplote u okolinu. Nanošenje ovih materijala je mnogo složenije ali se isplati zbog veće efikasnosti. Selektivni premazi su crni hrom, crni nikel i Tinox.

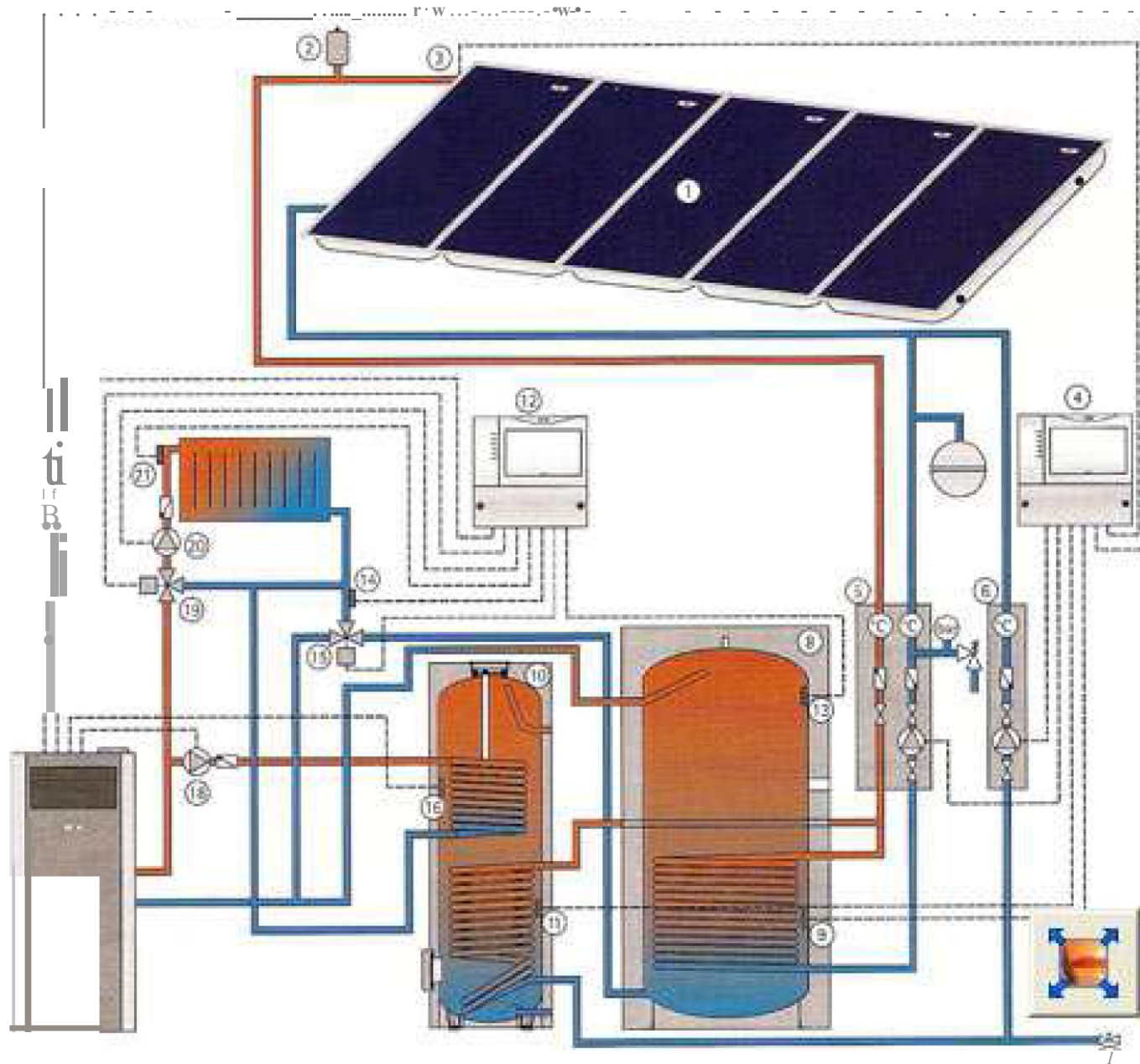


- 0 Zadatak premaza je da maksimalno apsorbuju sunčevo zračenje u oblasti talasnih dužina od 0.3 do 3 μm , a da minimalno emituju u oblasti iznad 3 μm . Premazi su najefikasniji kad se nanaose u veoma tankom sloju, od 0.1 do 1 μm . Postupci za nanošenje premaza su: elektroliza, oksidacija, eloksiranje, vakumsko isparavanje i dr.
- 0 Prozračna prekrivka se pravi od pleksiglasa ili stakla debljine od 3 do 8 mm. Prekrivka treba odlično da propušta sunčevo zračenje a da bude nepropusna za toplotno zračenje. Zato se staklo premazuje hlorom ili mu se dodaje mali procenat oksida gvožđa. Broj prekrivki je do maksimum 3.



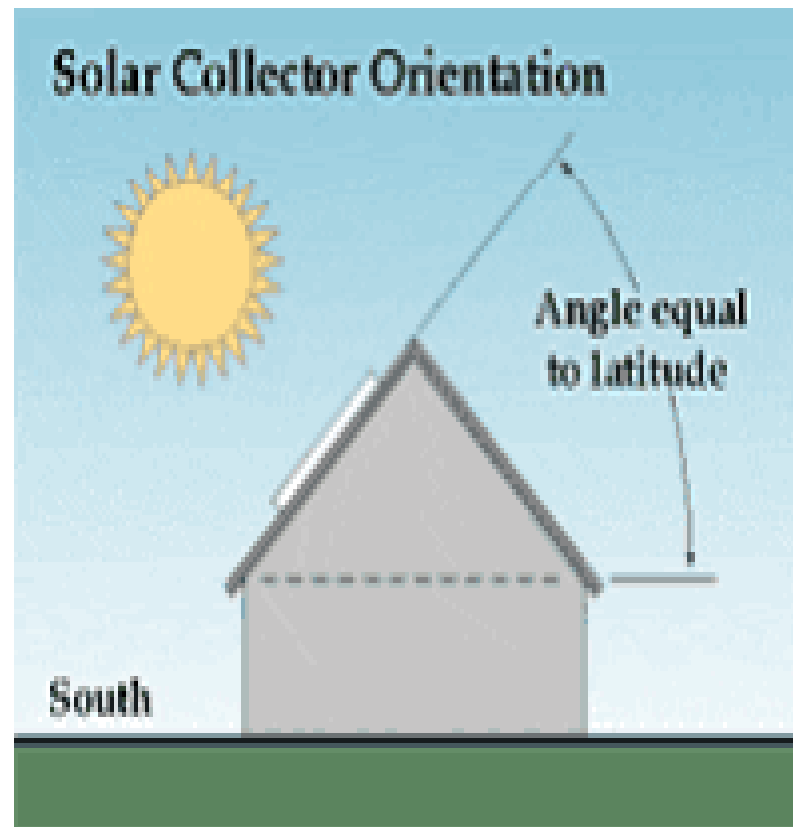


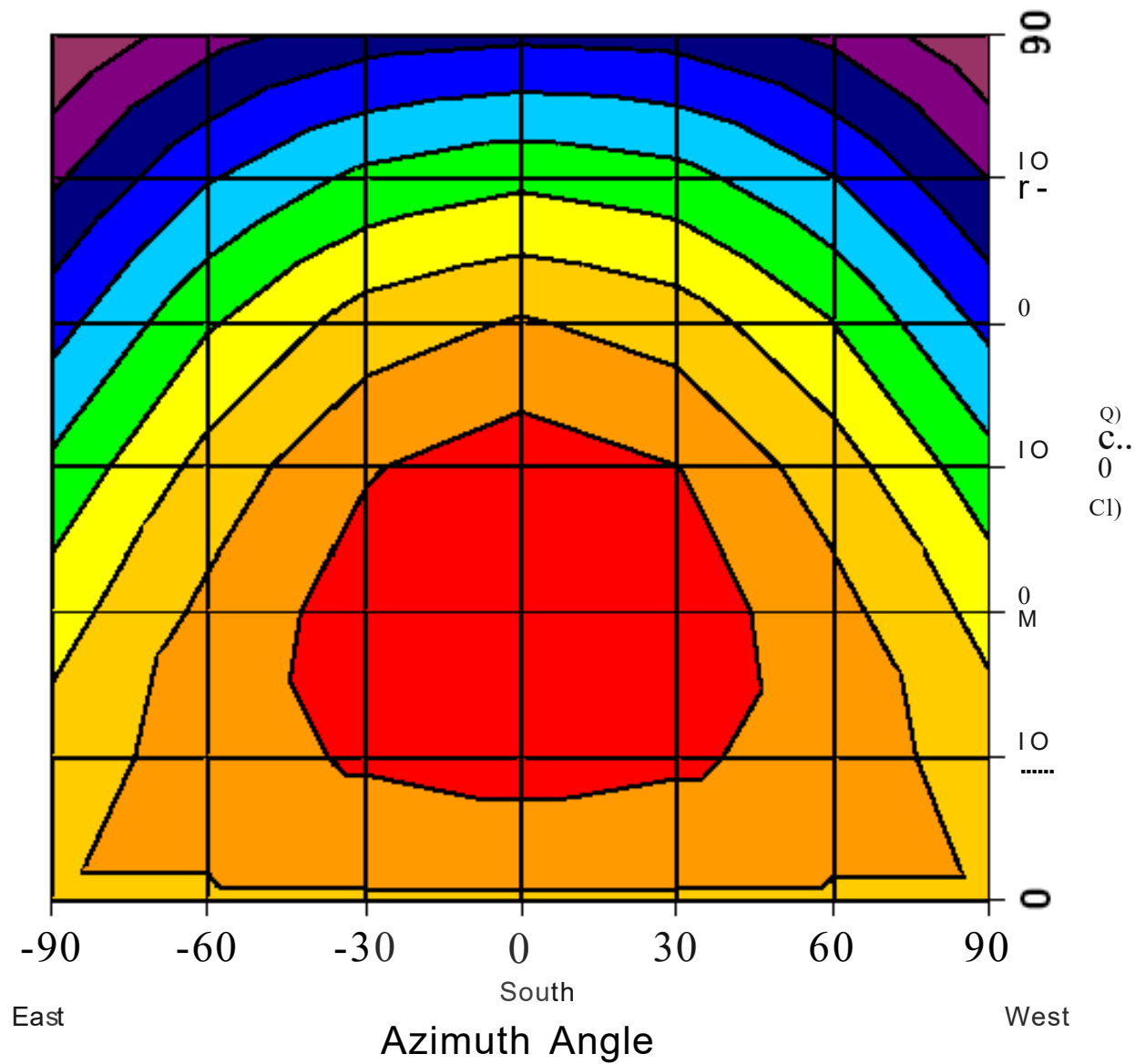
Izgled jednog prijemnika-rezervoara sunčevog zračenja.



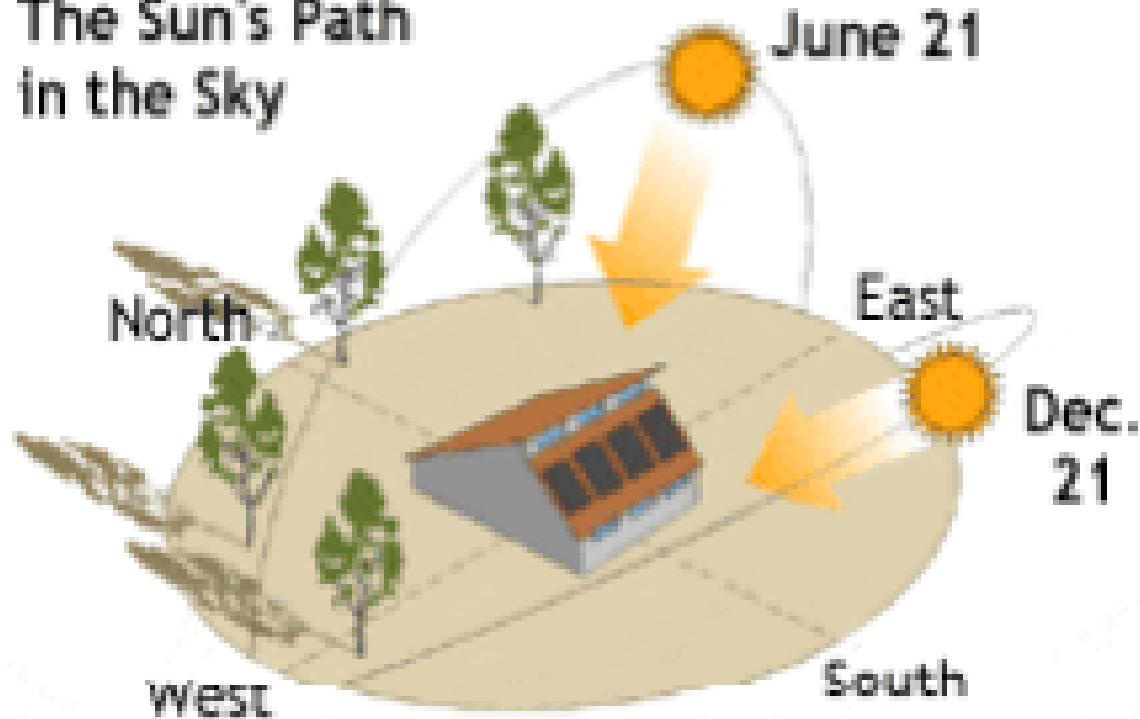
POSTAVLJANJE KOLEKTORA

- Optimalno je postaviti solarni kolektor okrenut prema jugu sa nagibom koji je jednog geografskoj širini mesta gde se postavlja.





The Sun's Path in the Sky



Geographic orientation and collector tilt
can affect the amount of solar radiation
your system receives.

Tačna količina dozračene energije nije preterano osetljiva na poziciju i nagib kolektora. Na primer kolektori mogu biti nagnuti između 30 i 50 stepeni, i orjentisani tako da zahvataju ugao + ili – 30 stepeni prema jugu sa gubicima koji su ispod 10% na godišnjem nivou.

OKVIRNI POTENCIJALI UPOTREBE SOLARNE ENERGIJE U SRBIJI

- 0 Broj domaćinstava u Srbiji
 - 2500000 (prema poslednjem popisu),
 - 4 m² kolektor,
 - koeficijent iskorišćenja usvojen 40%,
 - 20% domaćinstava postavi kolektore.



SREDNJE DNEVNE SUME ENERGIJE GLOBALNOG SUNČEVOG ZRAČENJA NA HORIZONTALNU POVRŠINU U KWH/M² ZA NEKA MESTA U SRBIJI

Gra d	Mesec												Uk.	Sr.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
BG	1,4	2,2	3,35	4,85	6	6,45	6,75	6	4,65	3,05	1,6	1,15	1446, 8	3,96
NS	1,45	2,35	3,2	4,65	5,8	6,2	6,35	5,75	4,4	2,9	1,45	1,2	1392,	3,82
NI	1,75	2,6	3,45	5	6,1	6,35	6,7	6,15	5,35	3,45	1,85	1,5	1531, 4	4,2
KG	1,5	2,4	3,35	4,8	5,85	6,1	6,45	5,9	4,85	3,3	1,7	1,3	1447, 85	3,97
VR	1,7	2,7	3,65	5,15	6,15	6,4	6,5	6,35	5,25	3,45	1,85	1,5	1543, 4	4,23



GREJANJE PROSTORA

- 0 U našem podneblju ukupno energetska dejstvo sunčevog zračenja zimi je znatno manje od letnjeg, ali je još uvek dovoljno efikasno za korišćenje. Tako na primer iz komercijalnih tipova solarnih kolektora može se u grejnoj sezoni dobiti – po jednom kvadratnom metru u jednom danu – energija koja se kreće zimi oko 1,2 kWh.
- 0 Pošto se temperatura radnog fluida pri preporučenim brzinama strujanja u toku zimskog perioda kreće od 40 do 60° C, jasno je da ove temperature nisu dovoljne za centralno toplovodno grejanje.
- 0 Međutim, u prelaznim periodima sa spoljnim temperaturama oko 0°C ovaj način grejanja postaje efikasan, jer tada kotlovske instalacije rade sa temperaturama od oko 60 °C.

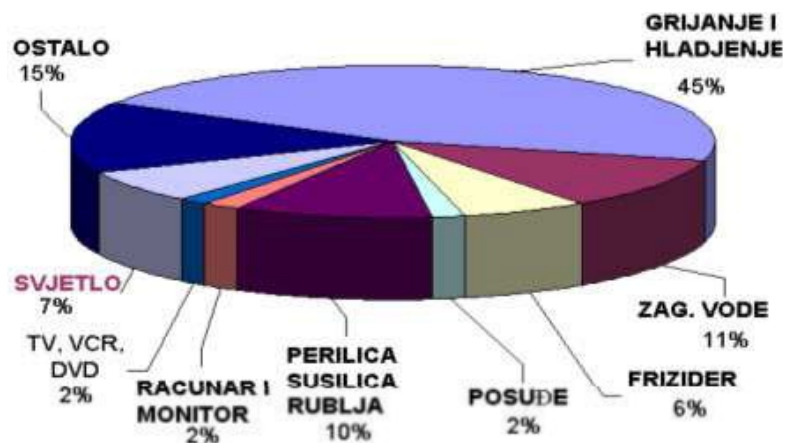


POTREBNA ULAGANJA

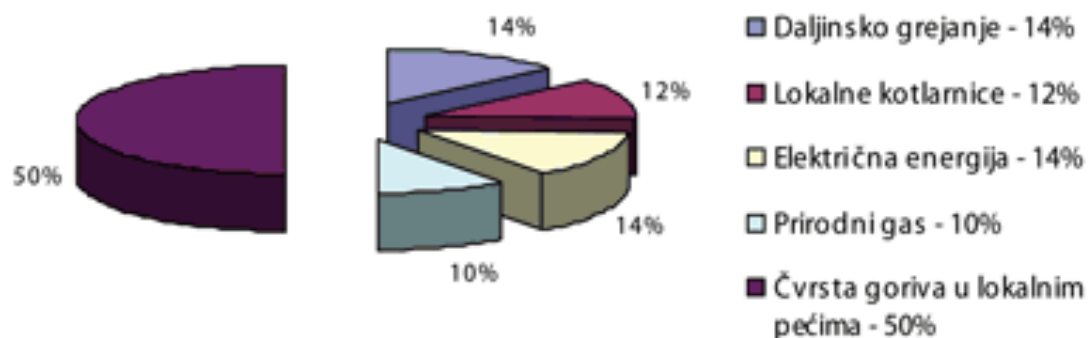
- 0 **Grejanje sanitarne vode**
- 0 **Potrebna ulaganja: 15 - 25 EUR/m² odnosno 900 do 1.500 EUR/domaćinstvu**
- 0 **Napomena: Manje vrednosti se odnose na jeftinije solarne kolektore i jednostavnije instalacije. Veće vrednosti se odnose na skuplje sisteme sa složenijim instalacijama sa razmenjvačem toplote, sistemom za prinudnu cirkulaciju i automatikom za regulaciju rada.**
- 0 **Efekti: Grejanje potrošne sanitarne vode**
 - u periodu od aprila do oktobra pokriva 80% potreba za energijom.
 - U periodu od oktobra do aprila ova pokrivenost je oko 30%.



STRUKTURA POTROŠNJE ENERGIJE U DOMAĆINSTVU



NAČIN ZAGREVANJA ZGRADA U RS



o **Grejanje prostora**

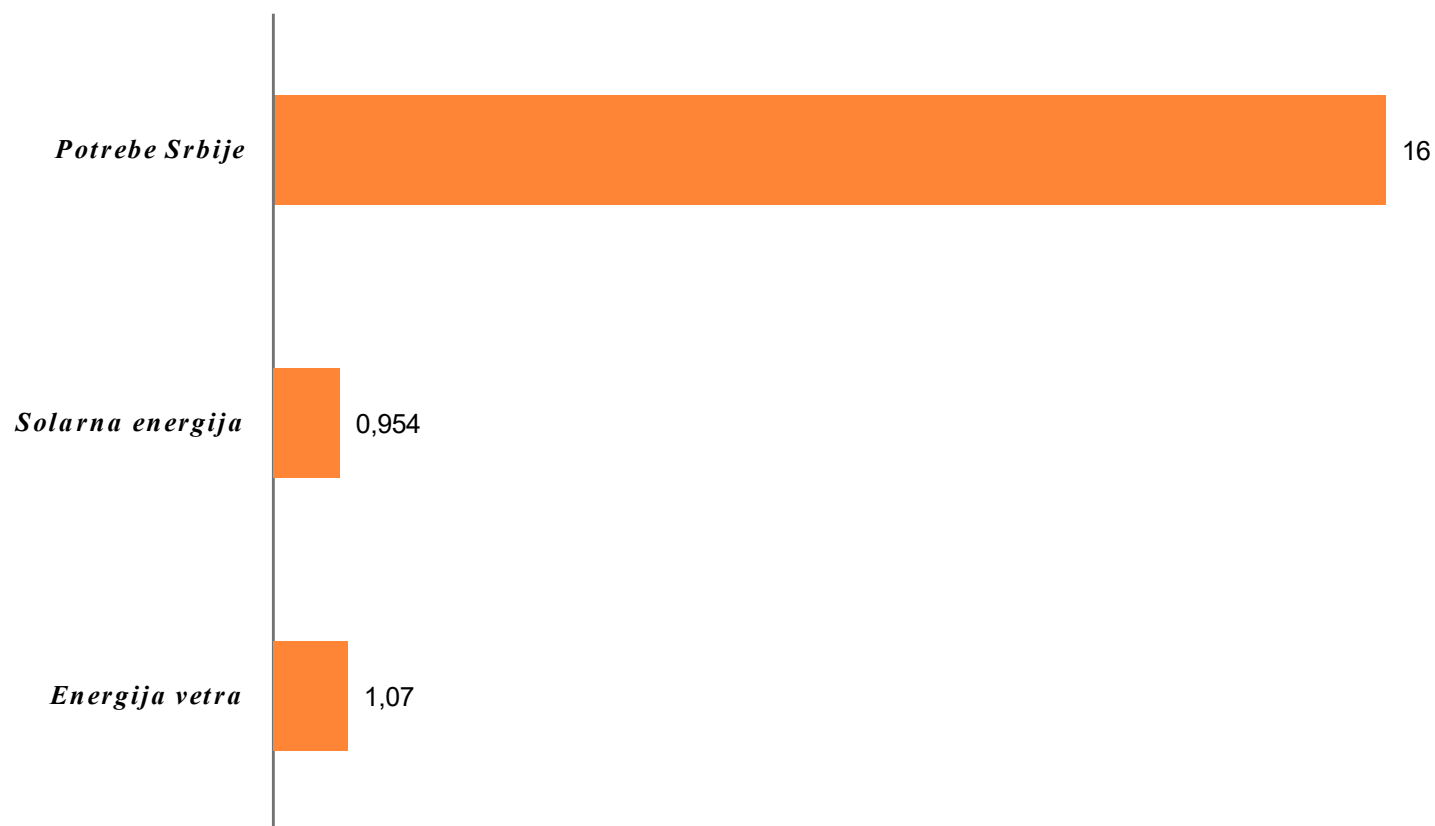
- o Uslovi za obezbeđivanje grejanja stambenog prostora su složeniji, a investiciona ulaganja veća. Ukoliko se pravi nov objekat u kome je predviđeno solamo grejanje prostora efekti su najbolji uz minimalnu cenu. Adaptacija već izgrađenih objekata je složeniji postupak sa većim troškovima.
- o **Potrebna ulaganja:** 50 - 100 EUR/m² odnosno oko 3.000 do 6.000 EUR/domaćinstvu.
- o **Efekti:** Optimalnom instalacijom i veličinom solarnih kolektora omogućuje se kod standardno izgrađenih objekata pokrivenost potreba grejanja od 50 do 60% tokom cele godine.



DOSADAŠNJA ANALIZA

En. potrebe Srbije i potencijali OIE

■ Mtoe



LITERATURA

- o Dragan Marković, Procesna i energetska efikasnost, Univerzitet Singidunum, Beograd 2010,
- o Predavanja sa Mašinskog Fakulteta u Kragujevcu: Sunčevo zračenje i Solarni kolektori,
- o <http://etran.etf.rs/etran2013/Radovi/EL/EL4.5%20Dimitrijevic%20Andrejevic%20Stosovic%20Litovski.pdf>
- o <http://www.ekologija.ba/index.php?w=c&id=45>
- o <http://www.see-institute.org/energetski-profil-rs/>

