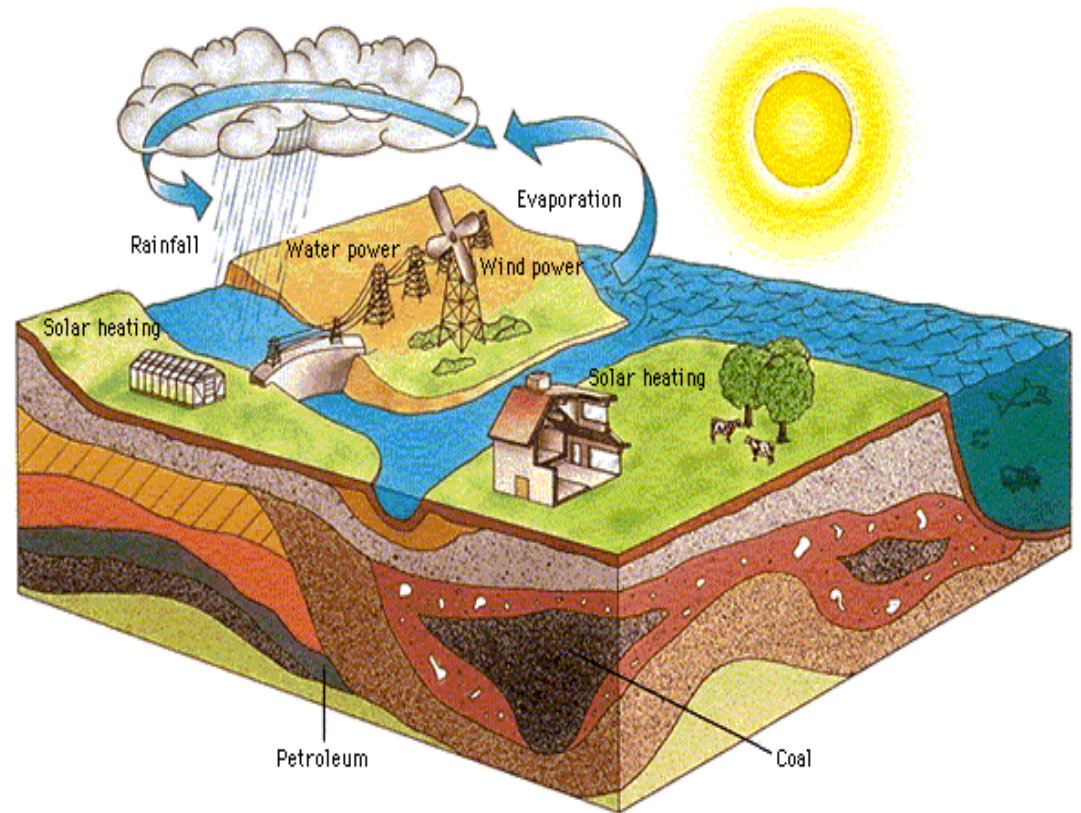


# SOLARNI KOLEKTORI I NJIHOVA PRIMJENA

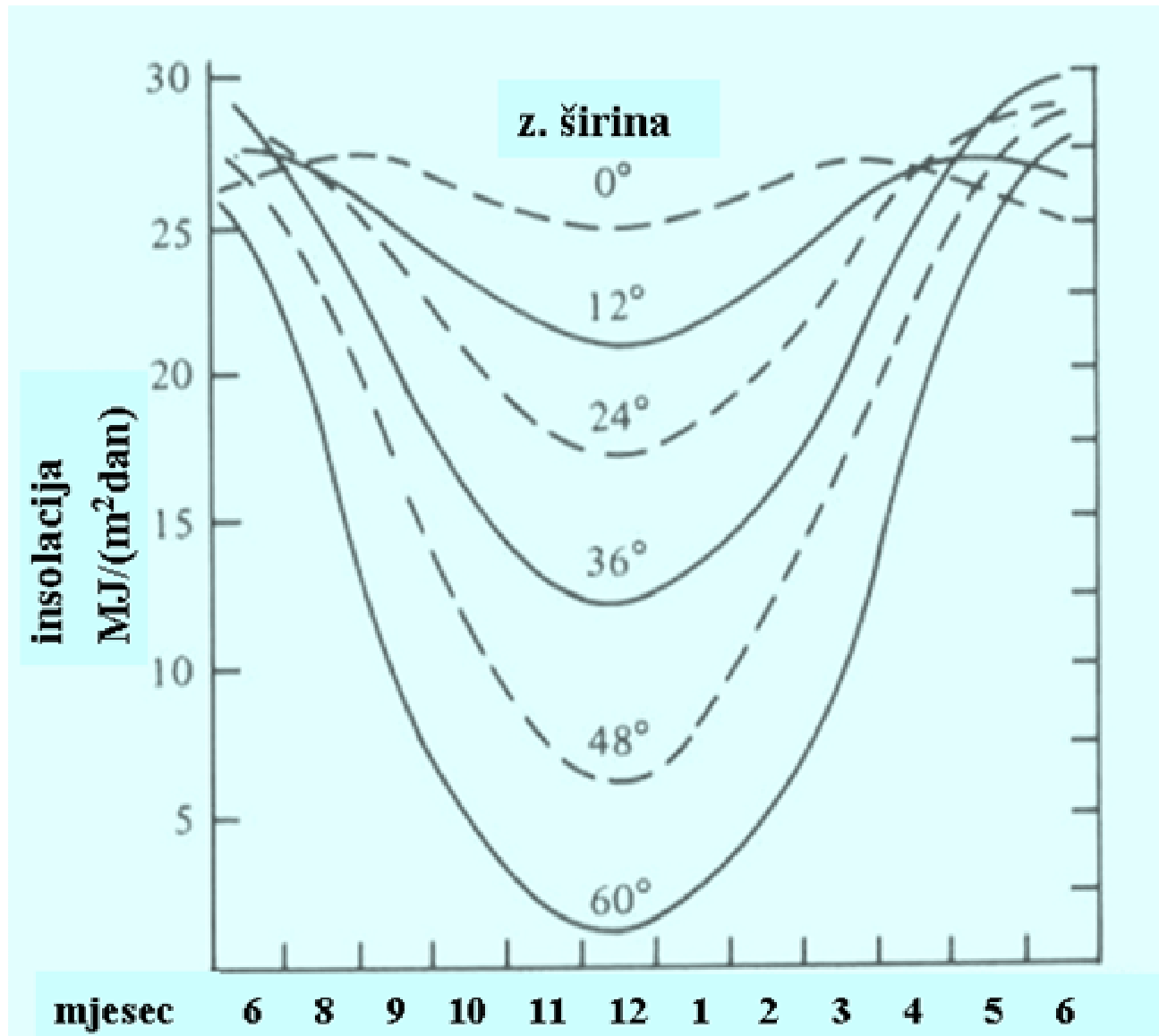


Univerzitet Crne Gore  
Mašinski fakultet  
Prof. dr Igor Vušanović  
igorvus@ac.me

# SUNCE KAO IZVOR ENERGIJE

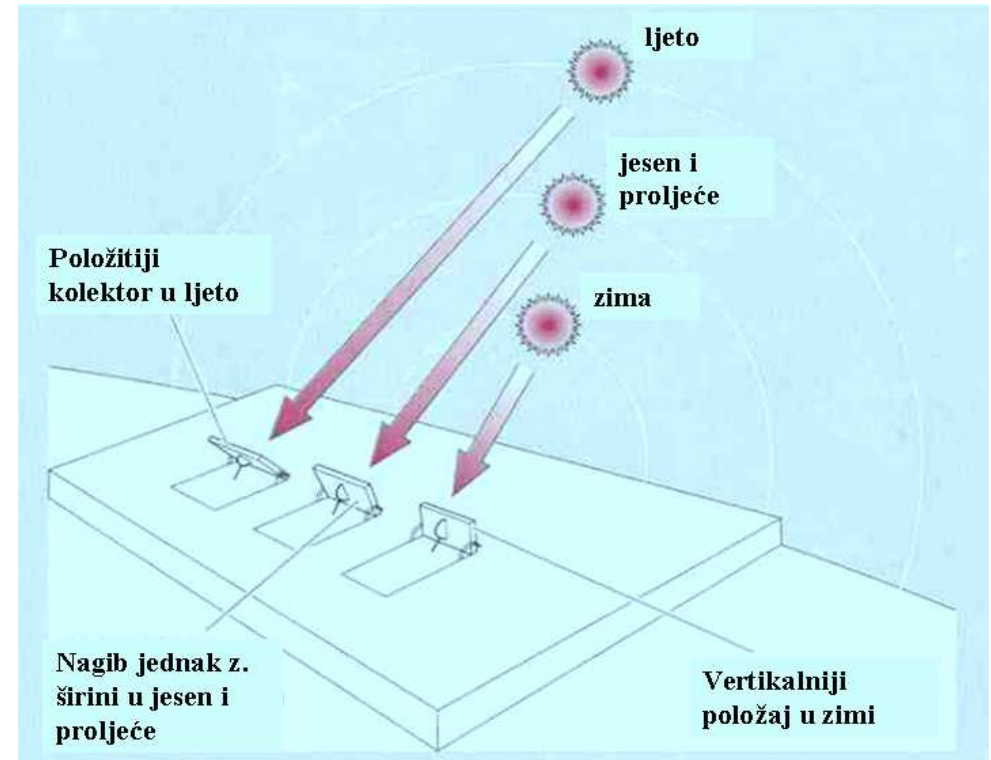
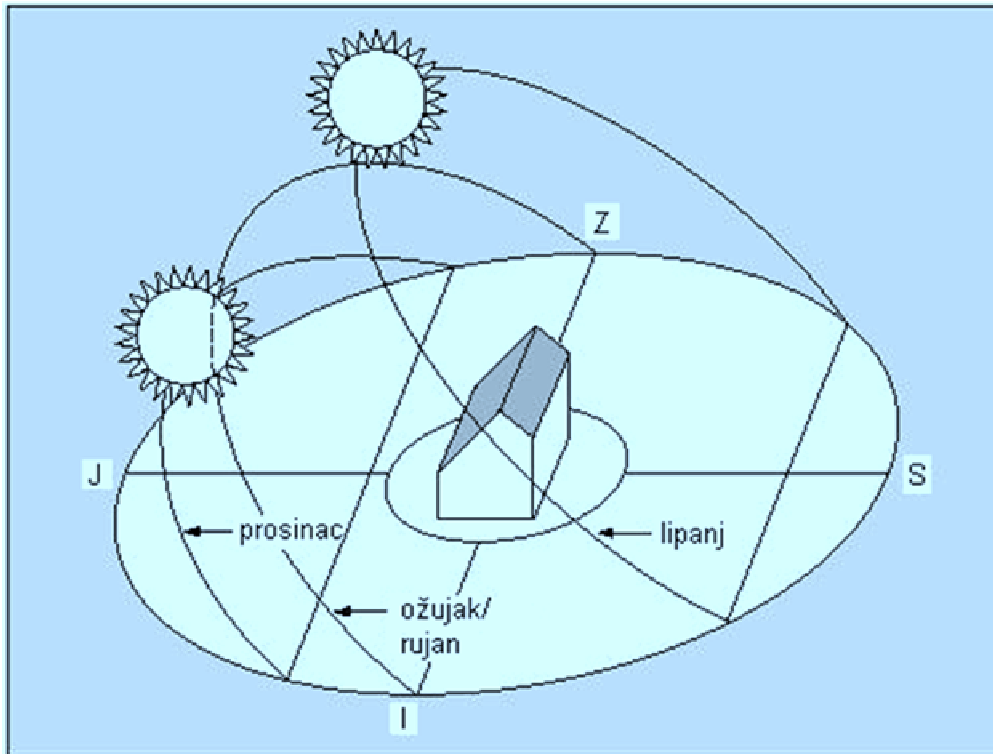
- Najveći izvor obnovljive energije je Sunce čije zračenje dolazi na Zemlju i tamo se pretvara u druge oblike obnovljive energije poput energije vjetra, hidroenergije, biomase, energije valova i dr.
- Sunčevo zračenje predstavlja daleko najveći izvor energije na Zemlji, pri čemu je godišnje dozračena energija veća 15 000 puta od ukupnih svjetskih potreba.
- Sunčevo zračenje se može iskoristiti za:
  - Dobijanje sanitarne tople vode;
  - Dobijanje električne energije primjenom fotonaponskih ćelija

# KARAKTERISTIKE SUNČEVE ENERGIJE



- Najbolja iskorišćenja se postižu na manjim geografskim širinama;
- Najveća raspoloživost je u ljetnjem periodu;

# POLOŽAJ KOLEKTORA

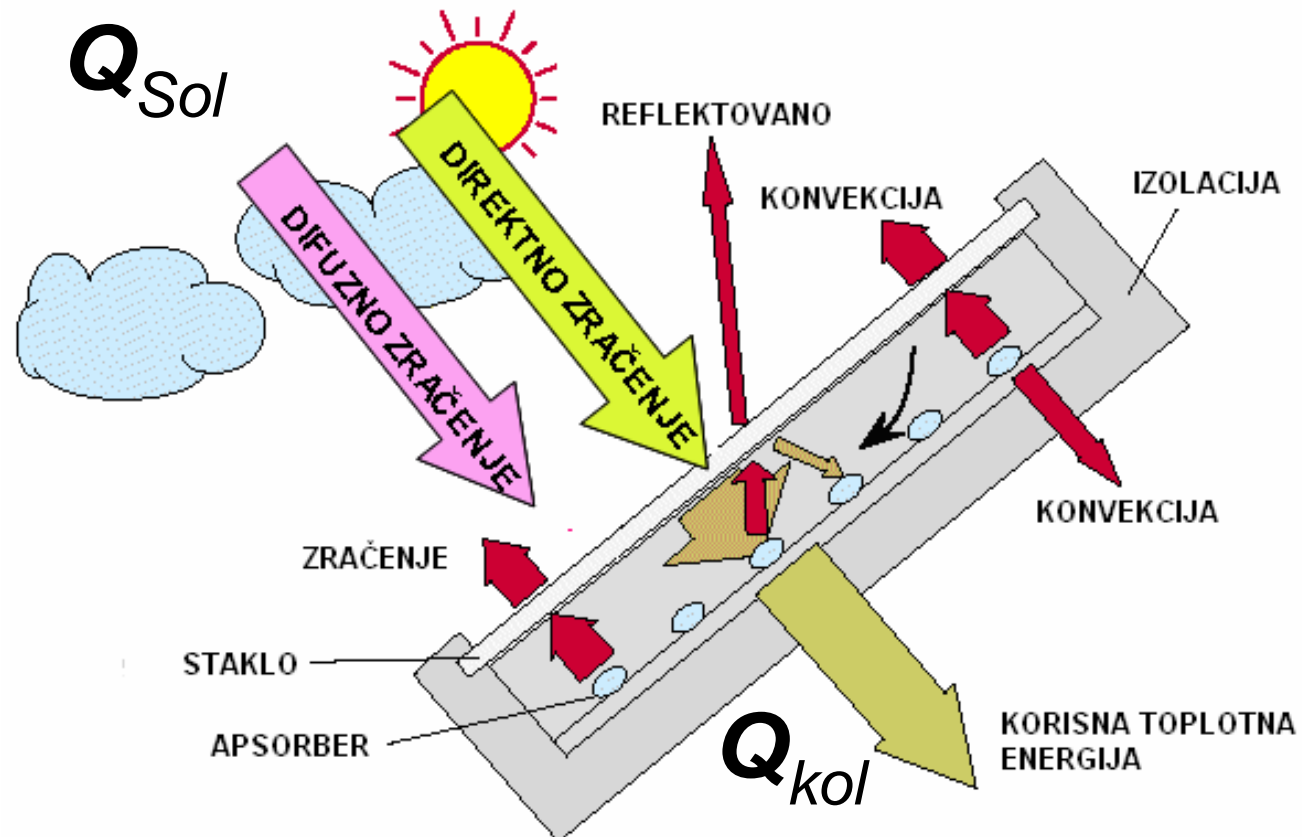


- Optimalni ugao kolektora u odnosu na horizontalnu površinu zavisi od godišnjeg doba;
- Optimalni ugao postavljanja je  $11^\circ$

# SOLARNI KOLEKTORI: OSNOVNI PRINCIP RADA

Efikasnost kolektora

$$\eta_{kol} = Q_{kol} / Q_{Sol}$$



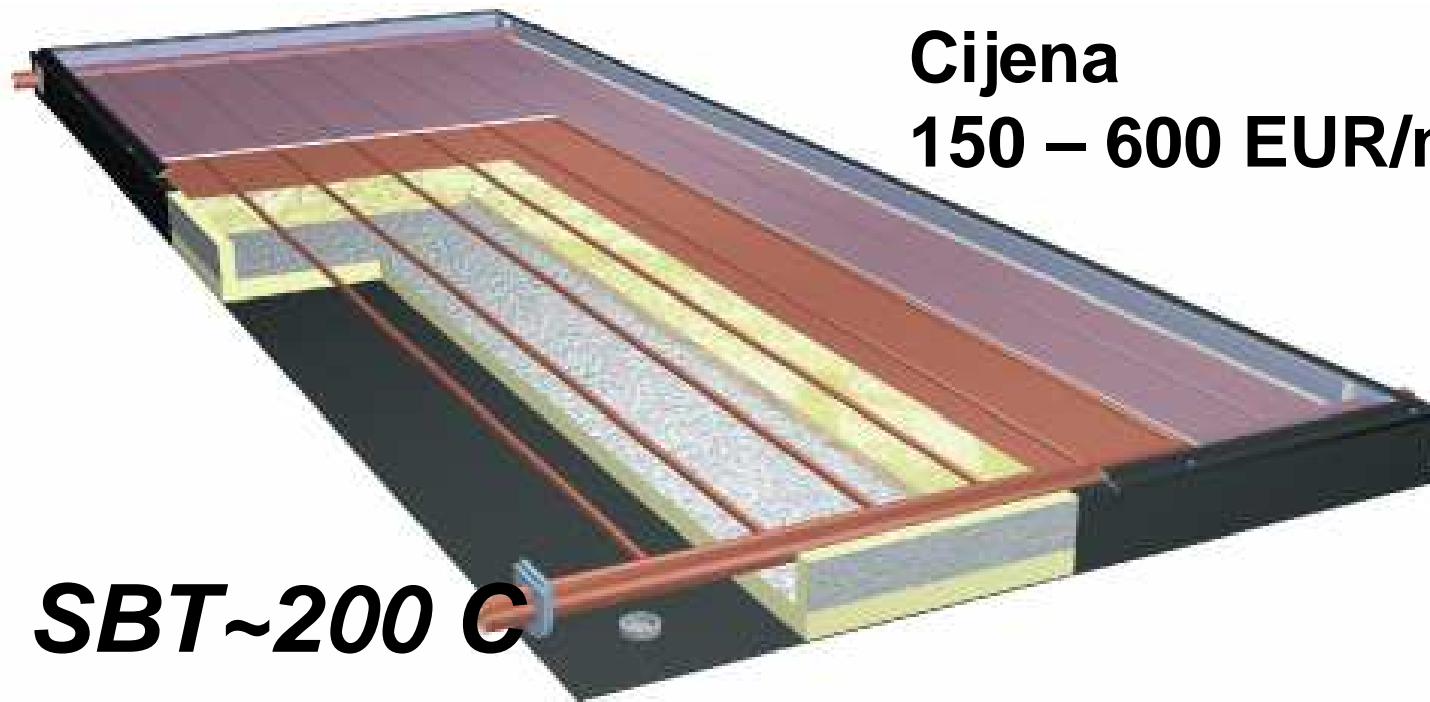
- Solarni kolektori su uređaji koji energiju sunčevog zračenja transformišu u toplotu koja se predaje vodi kao nosiocu toplote;
- osnovni princip razmjene toplote je zračenje;

# TIPOVI KOLEKTORA



- Jedni od najčešćih u upotrebi su ravni pločasti kolektori;
- Voda kao sekundarni nosilac toplote struji kroz cijevne registre koji su izloženi solarnom fluksu kroz staklenu površinu;

# RAVNI PLOČASTI KOLEKTORI (2)

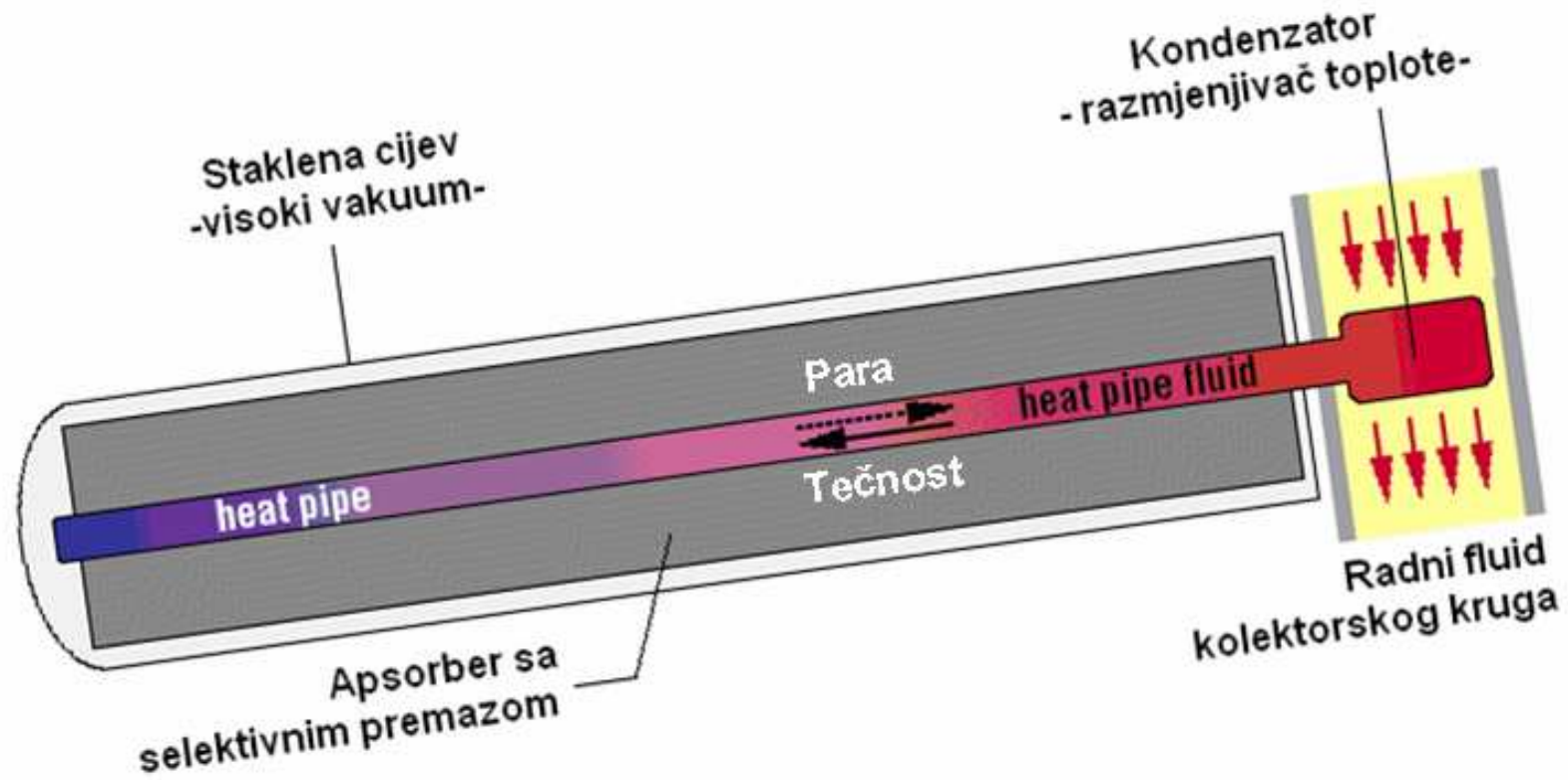


**Cijena**  
**150 – 600 EUR/m<sup>2</sup>**

***SBT~200 C***

- “Stand-by” temperatura kolektora (Sunce grije-voda ne struji) je reda veličine  $SBT \sim 200^{\circ}C$ .
- U zimskom periodu zbog problema smrzavanja potrebno je da tečnost u sistemu bude otporna na niske temperature;

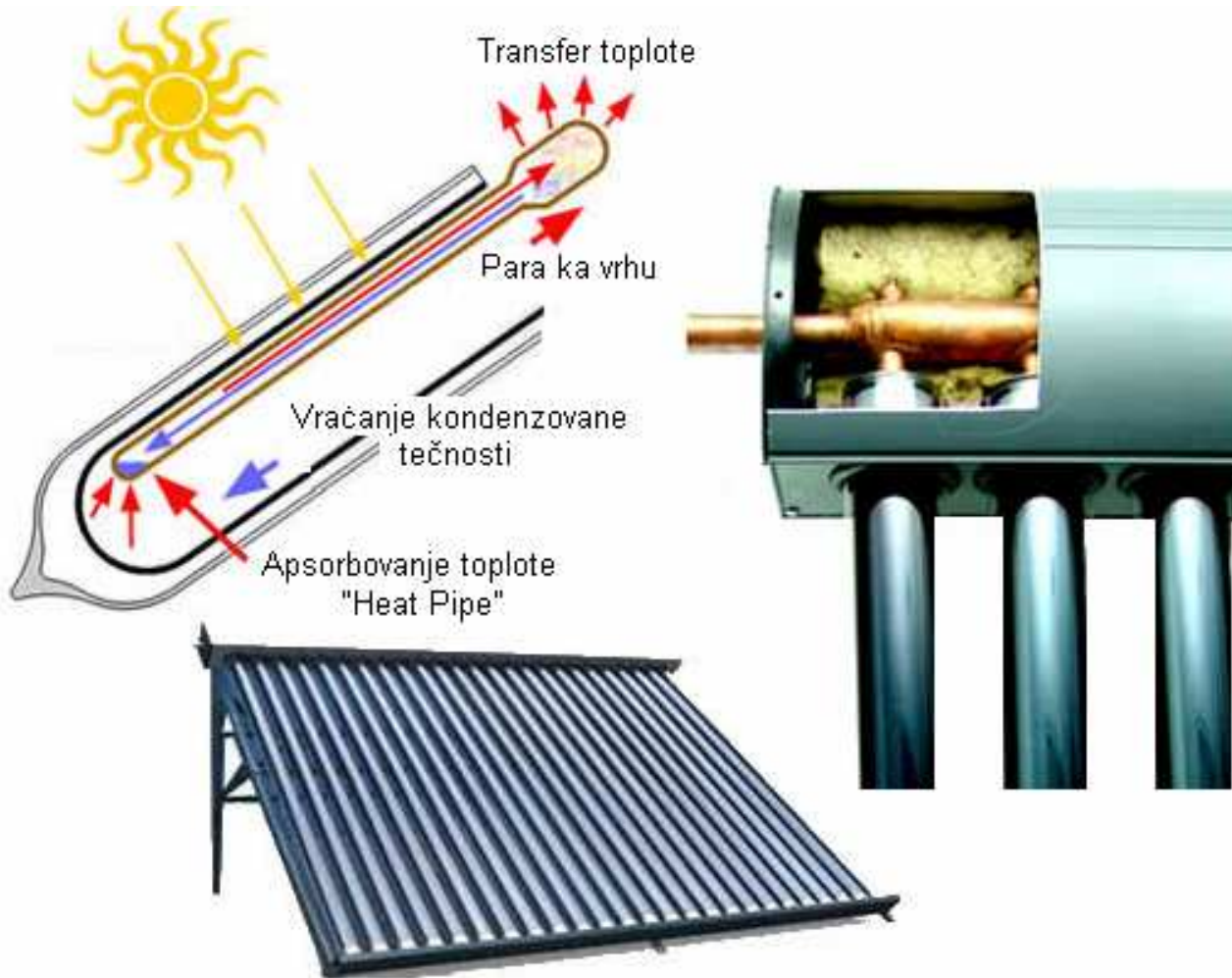
# VAKUUMSKI KOLEKTOR



- VAKUUM smanjuje konvektivne gubitke;
- Moraju biti pod nagibom jer se fluid (para-tečnost) kreće gravitaciono
- Energija sunca se koristi za isparavanje kolektorskog fluida;

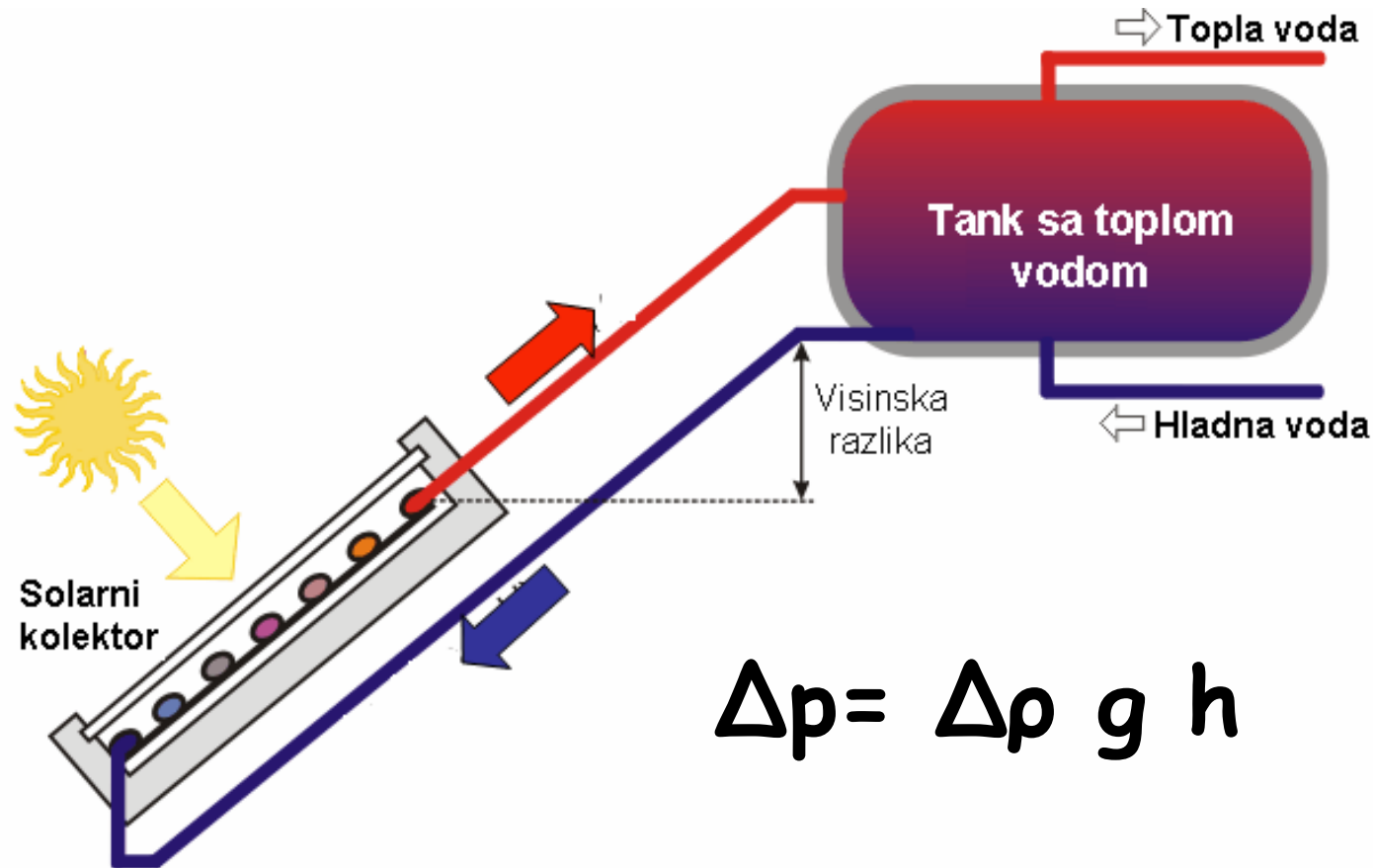


# VAKUUMSKI KOLEKTORI (2)



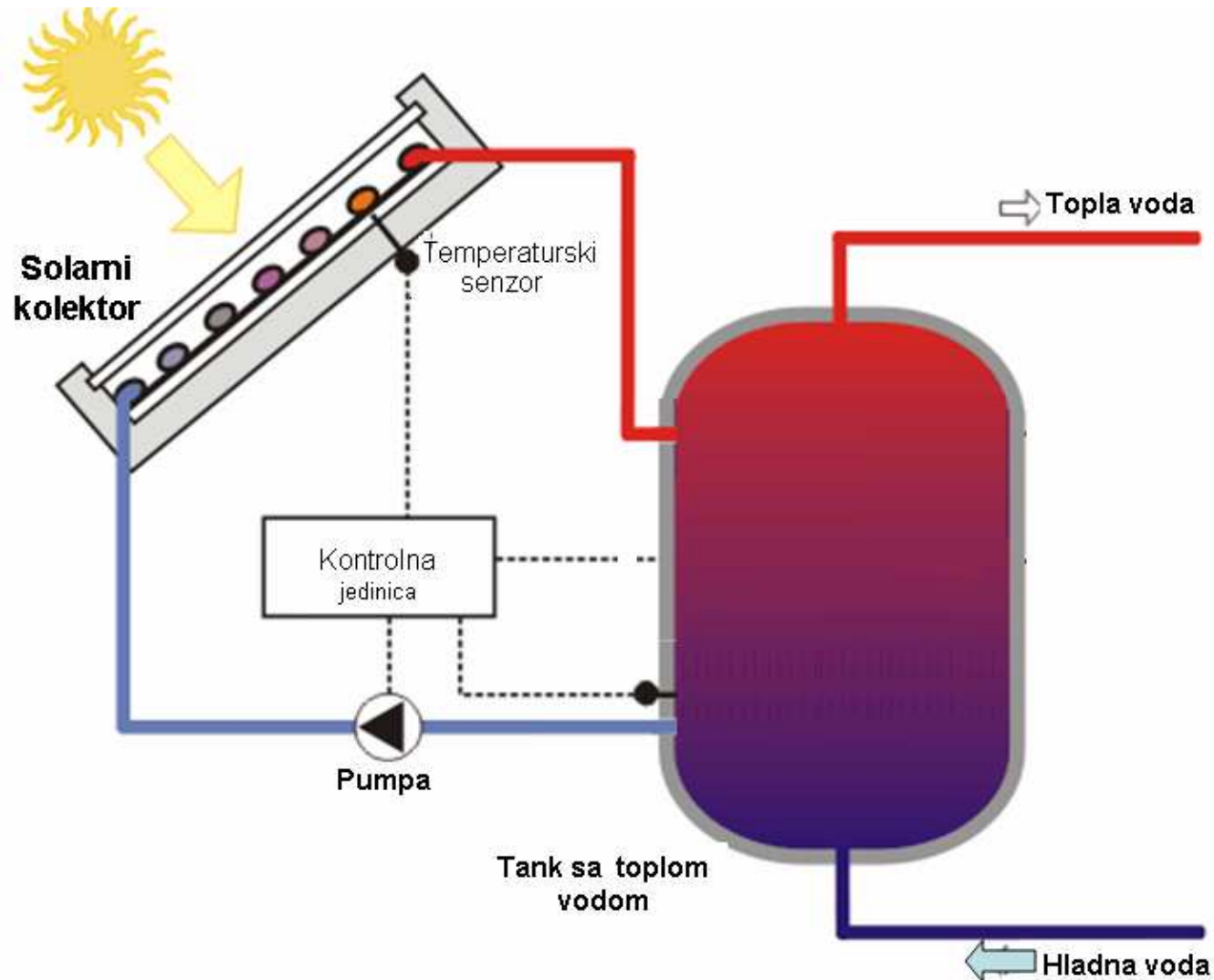
Cijena  
500 - 1300 Euro /m<sup>2</sup>

# CIKRULACIJA U KOLEKTORSKOM KRUGU: PRIRODNA CIRKULACIJA



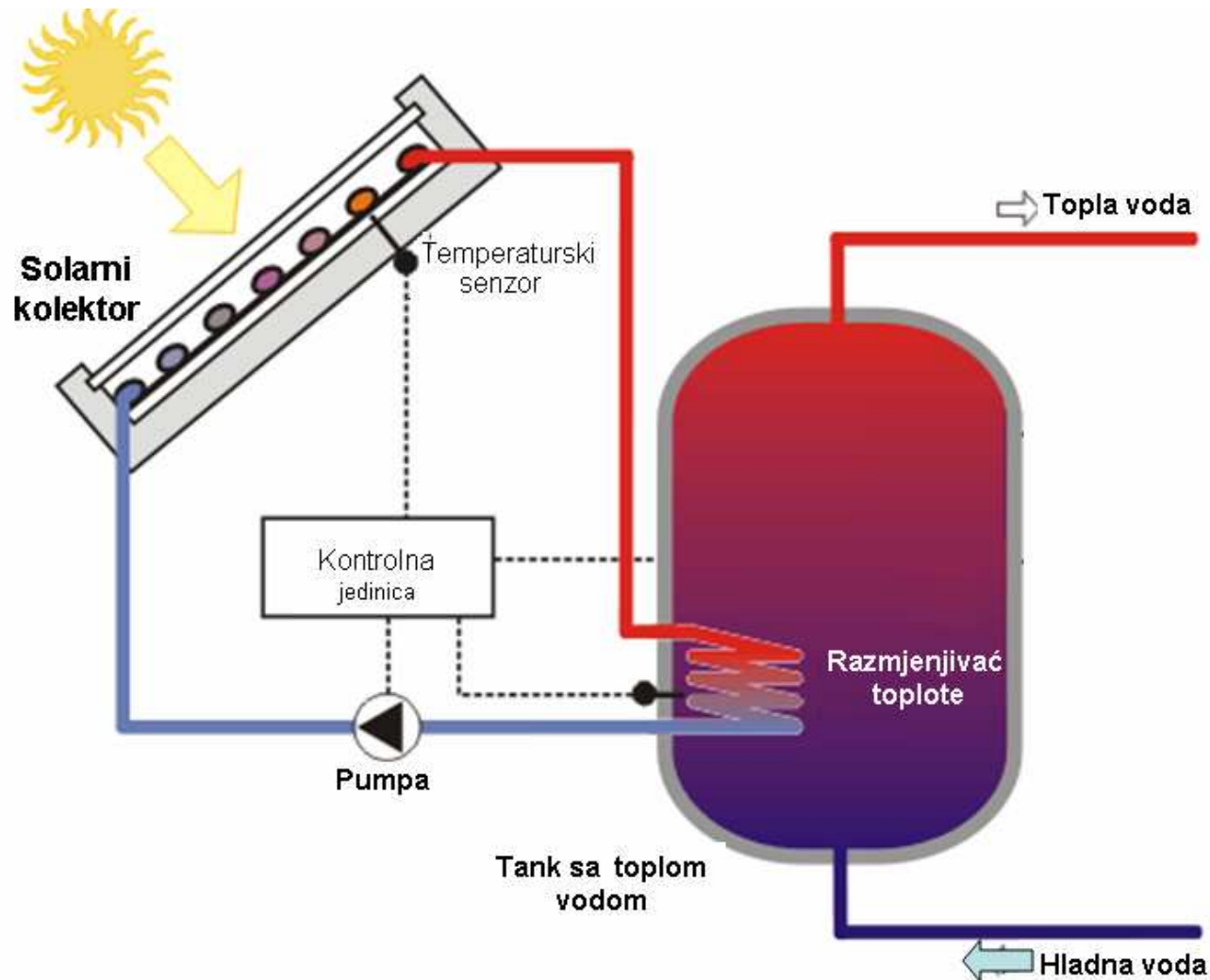
- Fluid se kreće usled razlike pritiska koja je posledica razlike u gustinama
- Tank sa zagrijanom vodom mora biti na vrhu
- Nema potrebe za pumpom za cirkulaciju vode

# PRINUDNA CIRKULACIJA



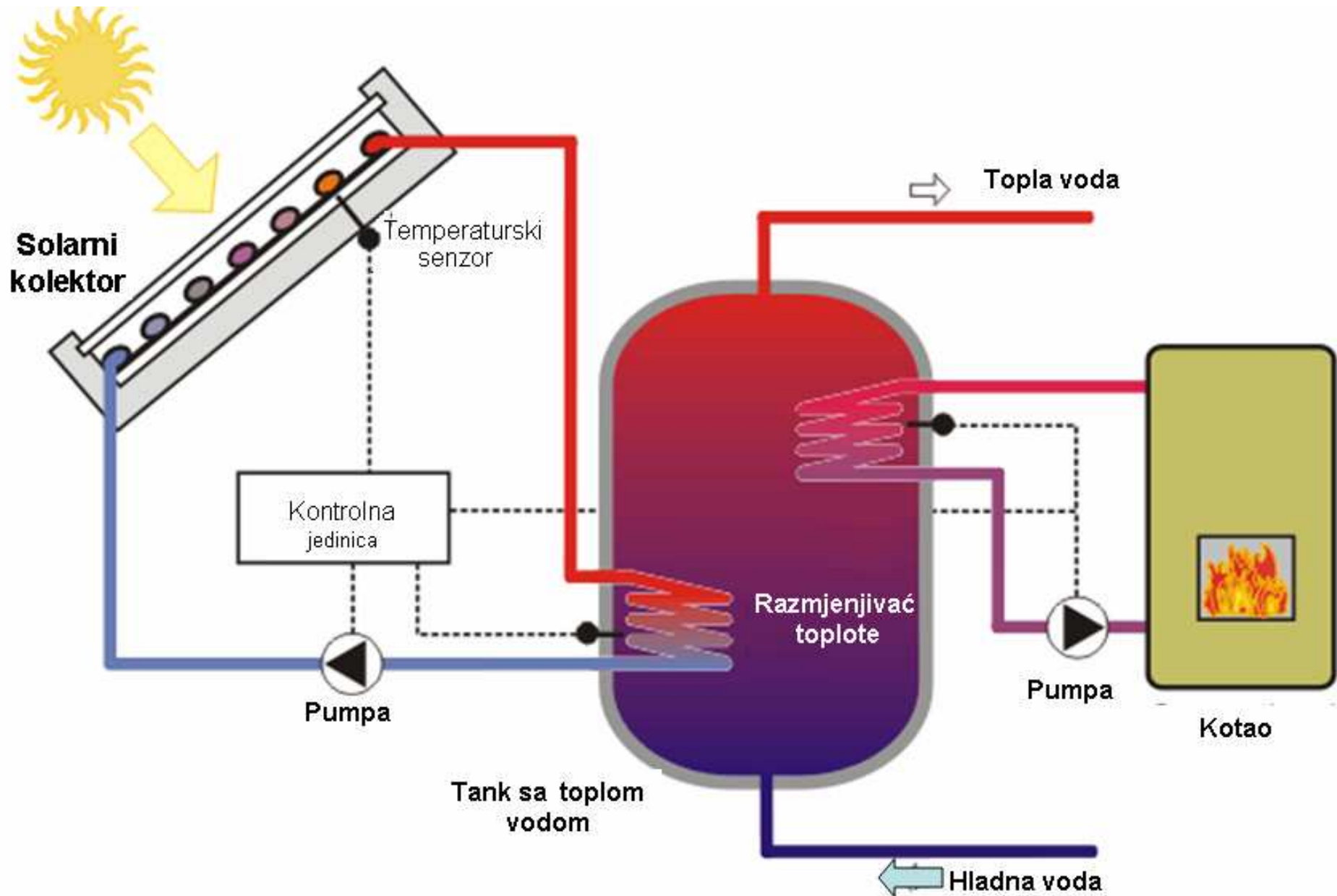
- Fluid se kreće usled dejstva pumpe u kolektorskom krugu
- Kontrolna jedinica upravlja radom pumpe u funkciji temperature kolektora;
- Voda se grije na direktan način jer je spojena sa krugom potrošača;

# INDIREKTNO GRIJANJE

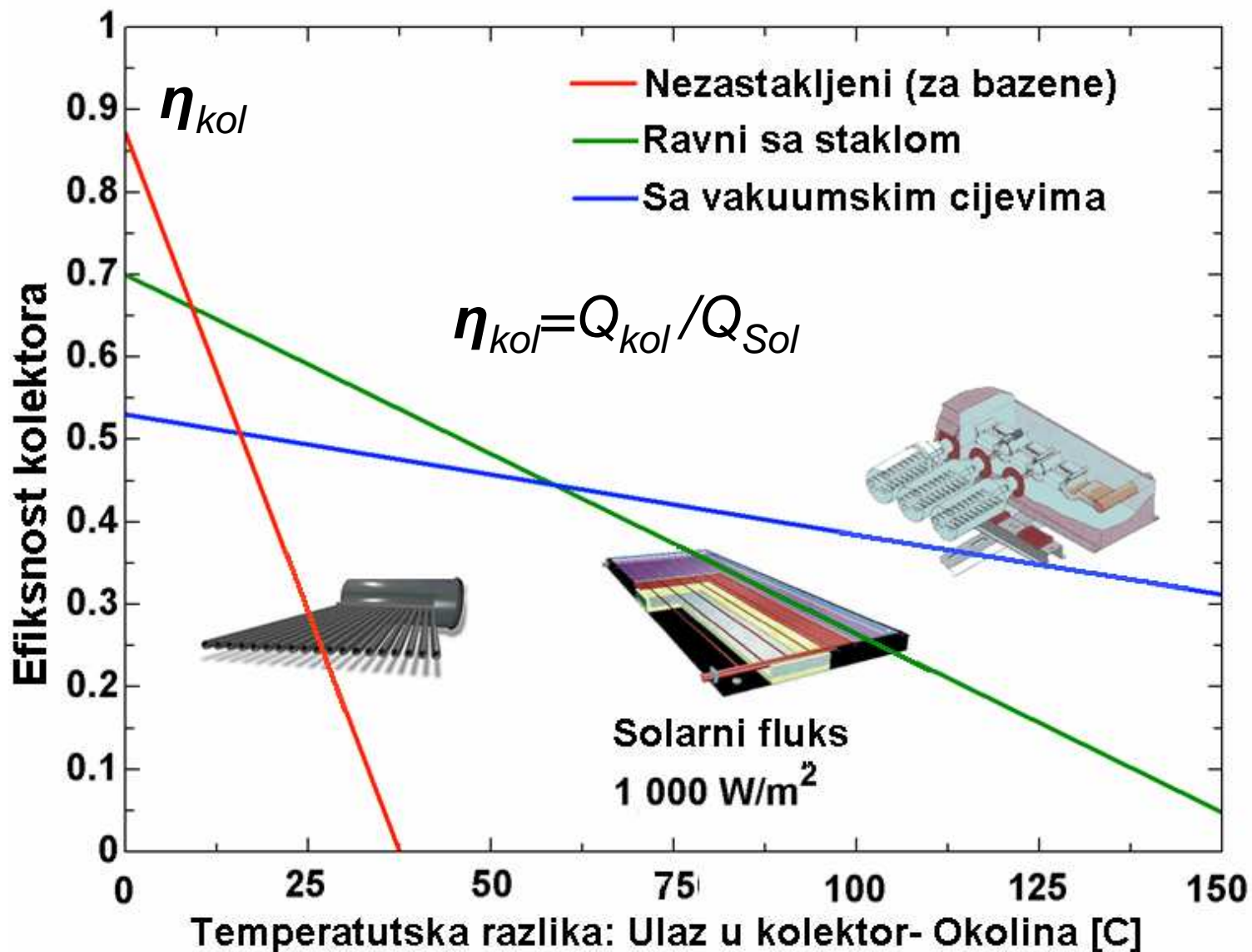


- U cilju razdvajanja tokova fluida primara i sekundara uvodi se izmjenjivač toplote u tanku;
- Na ovaj način se štiti kolektor od zaprljanja koja se ne mogu izbjeći kod otvorenog sistema;

# KOMBINOVANO GRIJANJE

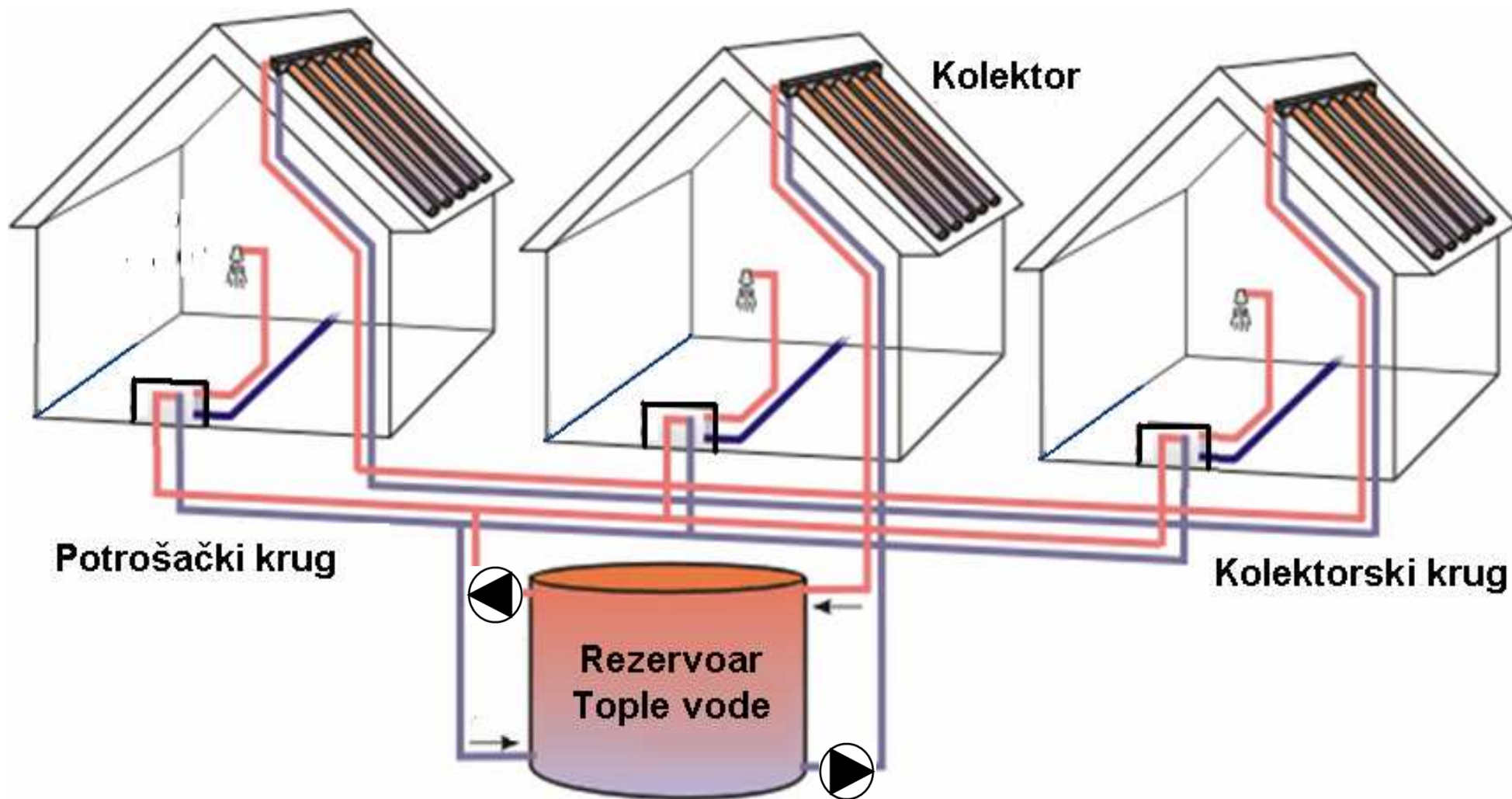


# EFIKASNOST KOLEKTORA



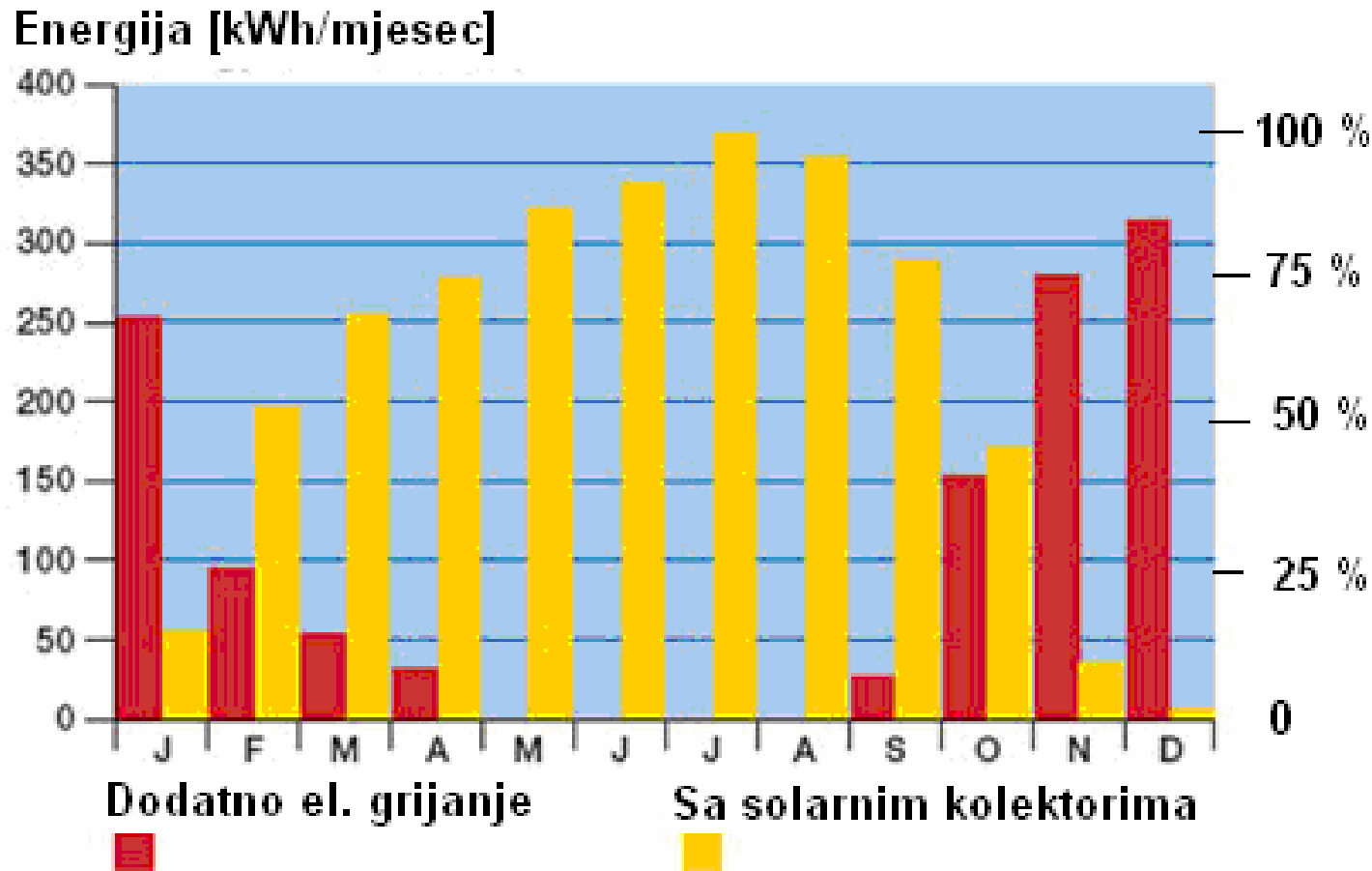
- Efikasnost pada s povećanjem srednje temperature nosioca toplote → poželjno je osigurati da temperatura u kolektoru ne bude previsoka obzirom na željenu temperaturu vode u rezervoaru ( $\sim 50^\circ\text{C}$ ).

# SOLARNE INSTALACIJE ZA SANITARNU TOPLU VODU



- Najisplativiji projekti su oni kada se solarni sistem gradi za više potrošačkih jedinica;
- Postoje najčešće dva kruga: kolektorski i potrošački

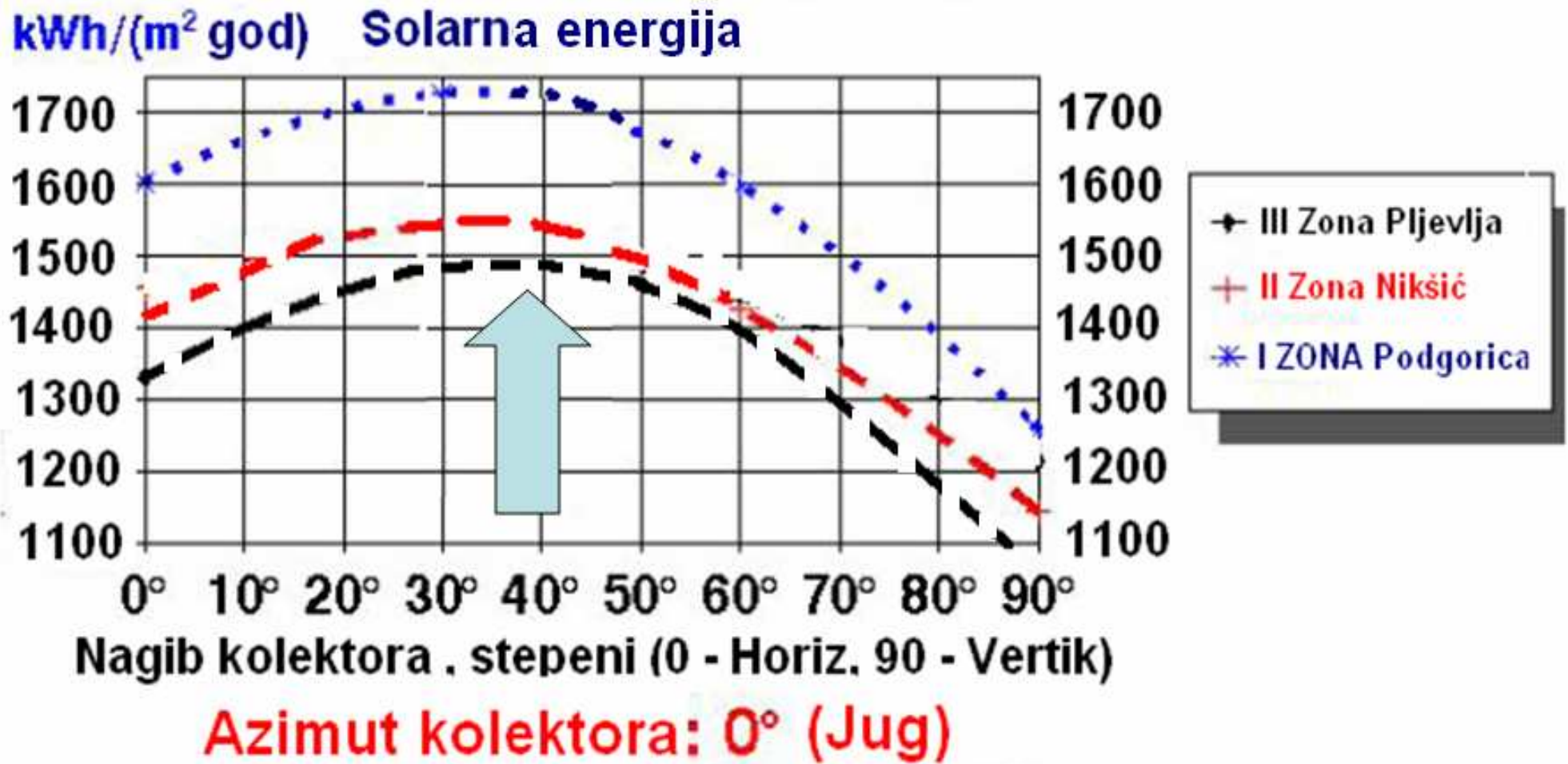
# SOLARNA ENERGIJA: MJESEČNA RASPODJELA



- Solarna energija je najraspoloživija u ljetnjim mjesecima;
- Baziranje instalacije samo na kolektorima može da dovede do ozbiljnih grešaka!
- Osnovna povoljnost primjene je znatno veća potrošnja STV u ljetnjim mjesecima;

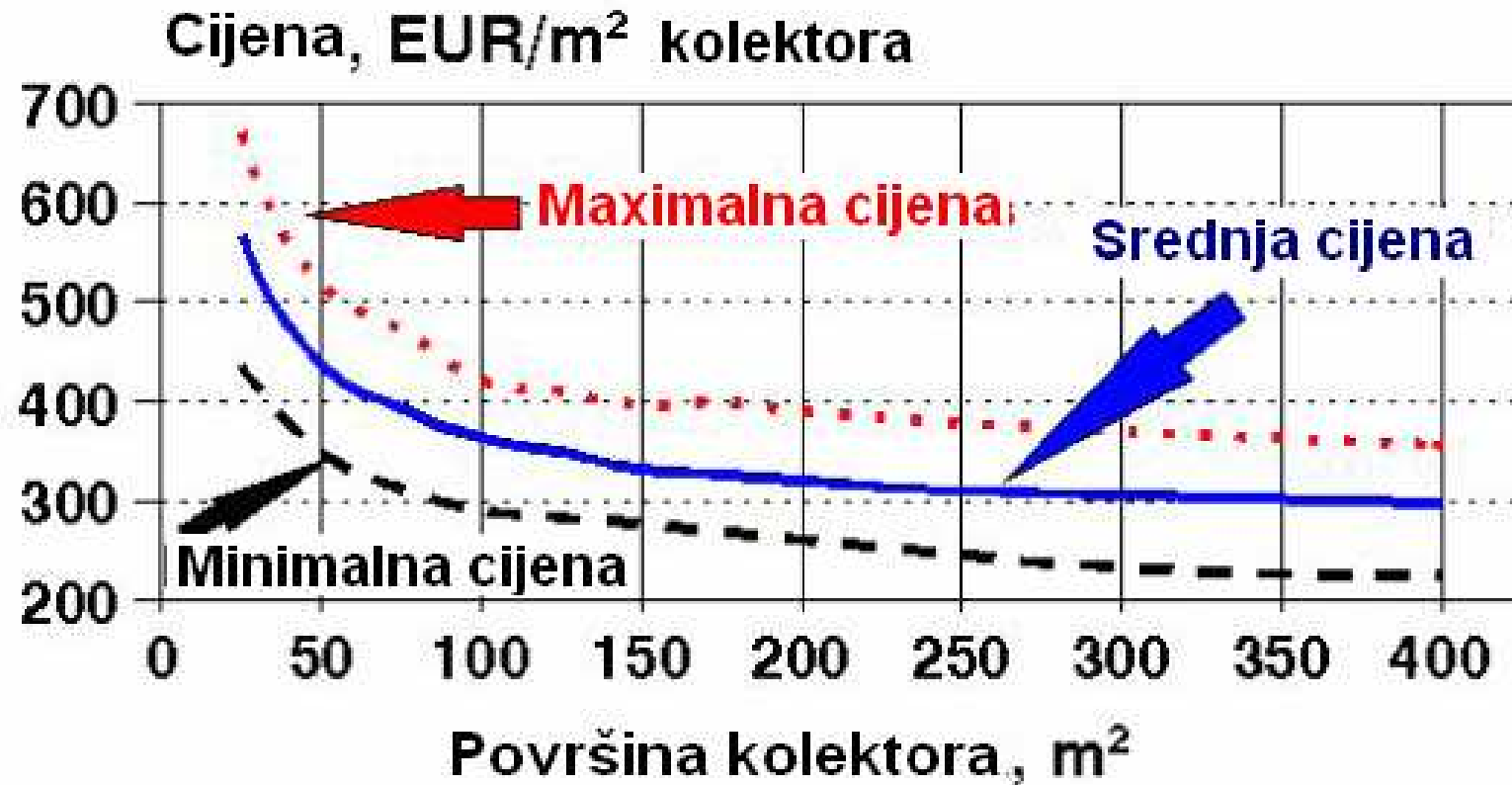


# UTICAJ NAGIBA KOLEKTORA



- Solarni kolektori se uvijek postavljaju prema jugu!
- Manja geografska širina → manji ugao nagiba i obrnuto

# CIJENE INSTALACIJE

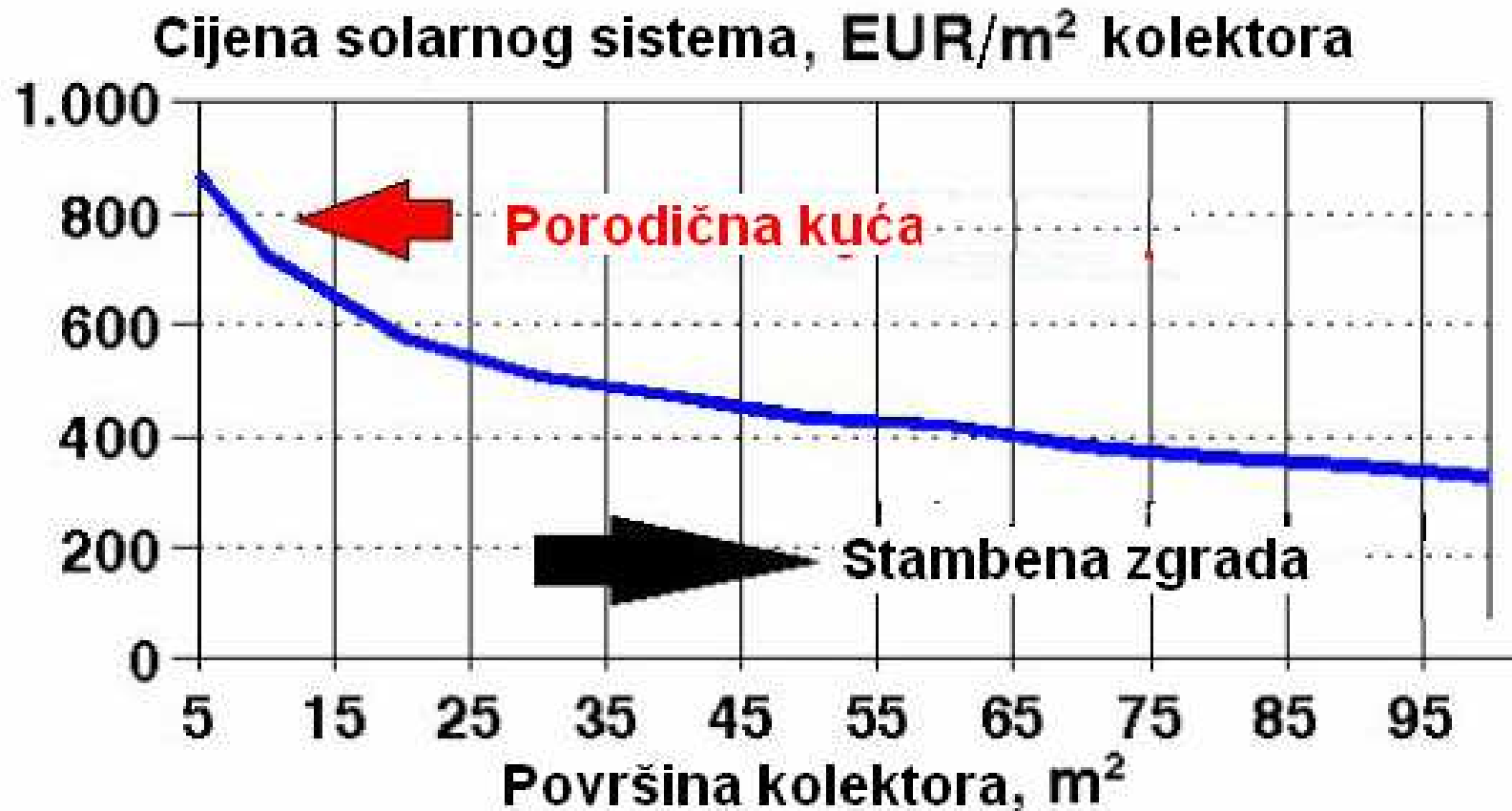


Maximalna cijena: Kolektori na ravnom krovu

Minimalna cijena: Kolektori integrisani u krov

- Instalacije solarnih kolektora su isplative u roku do 5 godina samo ako su dovoljno velike po kapacitetu;
- Za individualne objekte period otplate je još uvijek visok da bi opravdao njihovu primjenu i potrebne su dodatne mjere;

# CIJENE INSTALACIJE (2)



Cijena sistema uključuje rezervoar (akumulaciju) i pomoćni izvor toplote

- Primjena solarnih kolektora u stambenim zgradama mogla bi biti duplo jeftinija nego za pojedinačne objekte

# IZRAČUN POTREBNE POVRŠINE KOLEKTORA

- Kolika je potrebna površina kolektora u Podgorici da se u julu obezbijedi potrebna topla voda za jednu osobu?

Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Dana god.
Br. Dana	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Solarno zračenje kWh/mjesec													<b>Ukupno</b>
Zona I Podgorica													kWh/god
N	18	22	33	42	56	62	62	48	37	28	19	16	440
E	39	47	73	89	116	122	132	123	91	68	48	30	978
S	102	89	113	103	97	86	98	117	129	126	123	94	1277
W	42	44	71	96	112	119	133	118	95	68	51	41	990
Horizontalna	57	69	116	151	199	211	227	202	148	103	68	48	1600
Zona II Nikšić													
N	21	25	33	42	55	59	60	51	35	27	17	17	441
E	42	54	68	91	102	107	121	110	78	57	39	32	901
S	106	107	110	93	84	74	86	103	102	107	92	90	1155
W	45	54	71	77	98	102	110	107	76	61	41	39	882
Horizontalna	55	71	110	140	170	177	193	179	124	91	55	46	1410
Zona III Pljevlja													
N	23	30	41	41	51	56	58	45	34	25	17	19	439
E	42	56	73	78	94	99	110	102	73	51	38	33	850
S	97	108	105	84	78	71	83	96	95	95	84	94	1090
W	43	60	74	82	95	94	102	96	71	57	38	41	854
Horizontalna	51	70	105	131	160	164	179	165	116	83	50	44	1318

# IZRAČUN POTREBNE POVRŠINE KOLEKTORA (2)

- Količina vode:  $50 \text{ l/dan/osobi}$
- Temperatura vode:  $55 \text{ C}$
- Porast temperature vode:  $\Delta t = 55 - 15 = 40 \text{ C}$
- Potrebna energija za grijanje vode (za 1 osobu):
- $Q_{kol} = mc_w \Delta t = 50 * 4.2 * 40 = 8400 \text{ kJ} = 8400 / 3600 = 2.33 \text{ kWh/dan}$
- Efikasnost kolektora (ravnog):  $\eta_{kol} = 0.5$
- Potrebna solarna energija:
- $Q_{sol} = Q_{kol} / \eta_{kol} = 2.33 / 0.5 = 4.7 \text{ kWh/dan}$
- Solarni fluks u Podgorici u Julu (horiz. povr) je  $227 \text{ kWh/m}^2 \text{ mjesec}$
- Dnevni fluks:  $Q_{sol\_d} = 227 / 31 = 7.3 \text{ kWh/m}^2 \text{ /dan}$
- Potrebna površina:  $A_{kol} = Q_{sol} / Q_{sol\_d} = 4.7 / 7.3 = 0.64 \text{ m}^2$

# SOLARNI KOLEKTORI: REZIME

1. Površina kolektora *1.0 - 1.5 m<sup>2</sup>/osobi*
2. Topla voda *50 l/osobi, 50-60 C*
3. Toplota koju sakupi kolektor *300 - 500 kWh/m<sup>2</sup>god*
4. Rezervoar tople vode *50 - 100 l/osobi*
5. Cijena instalacije *500 - 1000 Eu/m<sup>2</sup> kolektora*
6. Temperatura vode < 80 C *Ravni pločasti kolektori*
7. Temperatura vode > 80 C *Kolektori sa vakuum. Cijevima*
8. Godišnji bilans *Dimenzionisani prema ljetnjem režimu obezbjeduju oko 70 % tople vode na godišnjem nivou*

HVALA NA PAŽNJI!

?