

Саджај

	страница
Увод	2
1. Обновљиви извори енергије.....	3
1.1 Енергија Сунца (соларна енергија).....	4
1.2 Потенцијал Србије у коришћењу соларне енергије	6
1.3 Врсте соларних система	8
2. Вакумски соларни колектори.....	13
2.1 Принцип рада вакум колетора	18
2.2 Вакумски водени колектори са топлотним цевима.....	21
2.3 Вакумски водени колектори са директним током	24
2.4 Апсорбер	26
Закључак.....	27
Литература	28

Увод

Кад је реч о алтернативним изворима енергије, сви тврде да су потребни и корисни. Међутим, осврнемо ли се около, практичне доказе нећемо наћи нигде. На крововима нема колектора, нема фотонапонских панела а још су ређе ветрењаче.

А сунце ког имамо у изобиљу може грејањем колектора на крову битно смањити рачуне. У чему је онда проблем? На пример соларни термосифонски комплет је систем за који можемо рећи: “угради и заборави”. Реч је о интегрисаном систему - вакумски колектор и резервоар топле воде који раде термосифонски, без пумпе и без струје.

Последњих година употреба технологија соларних колектора постала је уобичајена на Кипру, у Израелу, у Грчкој и другим земљама које имају много сунчаних дана током године. И у Србији, соларни колектори се у последње време почињу стидљиво користити. Међутим, потенцијал ове технологије још увек је далеко већи од искоришћеног. У сунчаним крајевима могуће је уштедети до 80% енергије за топлу воду, понекад и више, док у оним мање сунчаним уштеда може износити од 50 до 60%. У Аустрији на пример, где сунчаних дана има много мање, држава изузетно помаже уградњу соларних колектора.

Ако се узме у обзир тренуна цена фосилних горива (нафте, гаса и угља) и електричне енергије свако новчано улагање у уградњу соларне опреме ће се исплатити.

Ако се узме у обзир поскупљење енергената које нас чека у ближој будућности, време враћања инвестиције ће се још смањити. Питамо се, ако је ова технологија толико исплатива, зашто није више распрострањена? Највећа препрека за брзо ширење соларних система је велико почетно новчано улагање. У овом тренутку на тржишту се нуде разни типови колектора и соларних система. Ценом варирају од јефтинијих и мање ефикасних (нпр. обични плочасти колектори) па до скупљих и врло ефикасних (нпр. цевни вакумски колектори). Међутим, просечан соларни систем за домаћинство кошта најмање 200 000 динара, што је још увек много за просечног грађанина. Што је систем већи и бољи размерно расте његова цена.

Још један важан разлог за коришћење соларних колектора је очување животне средине. Велико смањење емисије CO₂ смањује утицај на климатске промене.

1. Обновљиви извори енергије

У обновљиве изворе енергије спадају:

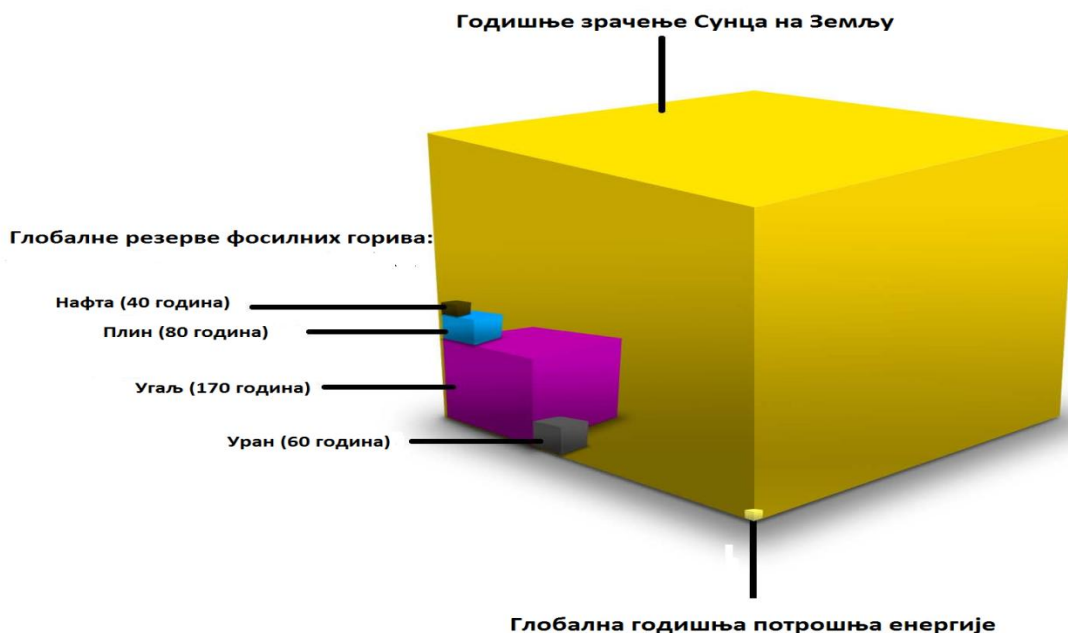
1. Енергија ветра
2. Енергија сунца
3. Енергија био масе
4. Енергија воде и
5. Геотермална енергија.

Обновљиви извори енергије не загађују околину у толикој мери као необновљиви извори енергије (угаљ, сирова нафта, земни гас и нуклеарна горива) то јест фосилна горива, али је уз коришћење обновљивих извора енергије, изузев енергије воде, везан проблем економске исплативости (тренутни проблем ниска технолошка развијеност) и мале количине добијене енергије.

Инвестиција у обновљиве енергетске изворе у просеку се враћа за око:

1. Хидроенергија (река или океан), за око једну годину,
2. Геотермална енергија, 7 до 10 месеци,
3. Енергија биомасе, 3 до 6 месеци,
4. Енергија ветра, 4 до 7 месеци,
5. Соларни системи, од 2 до 5 година

Слика 1. показује однос резерви енергената и потрошње.



Слика 1. Однос резерви и потрошње енергената

1.1 Енергија сунца

Енергија сунца је обновљив и неограничен извор енергије од ког потиче највећи део других извора енергије на Земљи.

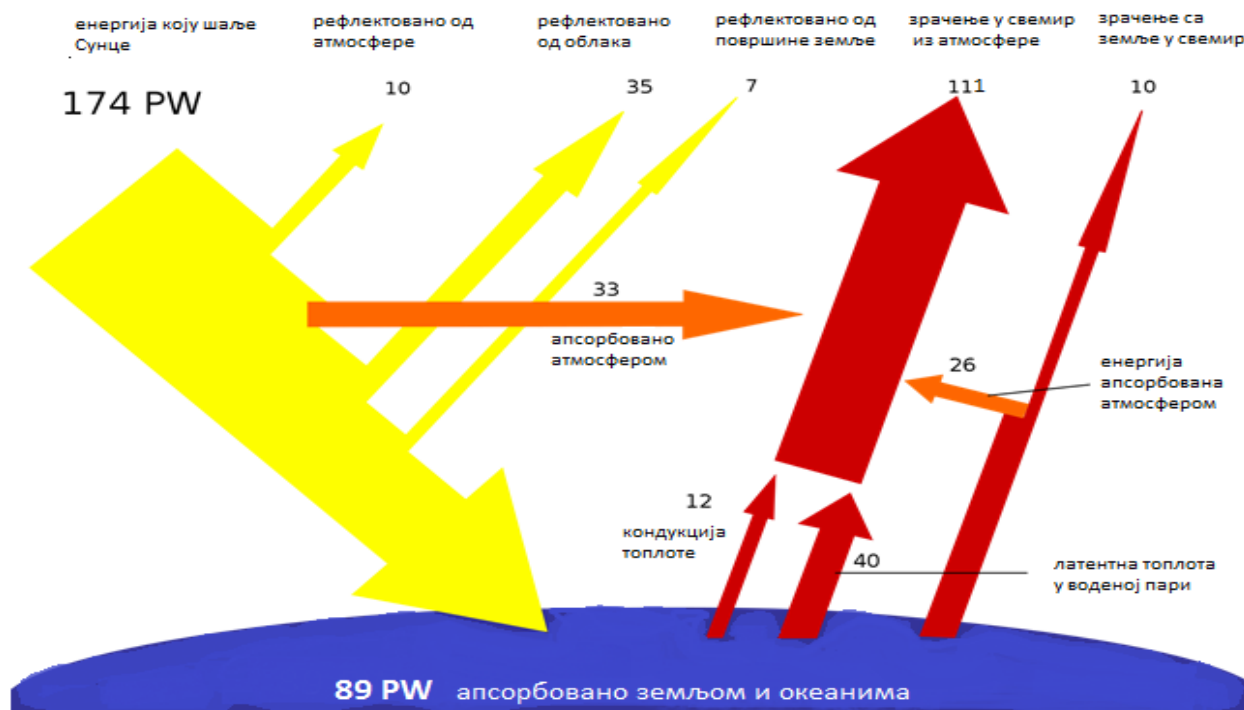
Планета Земља добија енергију из три различита извора: од Сунца, из своје унутрашњости и из далеког свемира. Док се ова трећа може уочити само инструментима, а ова друга ретко (али понекад веома интензивно) утиче на површину планете, први извор нам стално и без престанка шаље енергију, и то доста равномерно. Практично сва енергија, коју ми користимо, осим нуклеарне и геотермалне, потиче од Сунца. Термоелектране, возила, па и животиње биљоједи користе енергију Сунца, коју су биљке фотосинтезом претвориле у хемијску. Ветар, који се данас све више и више користи као извор енергије, постоји због Сунчеве енергије, која се у атмосфери претвара у кинетичку. Сва та енергија потиче од Сунца.

Одавно се зна, да су полови Земље много хладнији од екватора. Разлог тога је то што се енергија Сунчевог зрачења много слабије апсорбује, пошто долази на површину под малим или тупим углом, уместо под правим. Док екватор прима Сунчеве зраке под отприлике правим углом током целе године, полови примају исте под угловима мањим од 15° . Ову законитост треба имати у виду при коришћењу Сунчеве енергије, односно соларних система.

Што се тиче историје коришћења соларне енергије, већ су крајем 19. века људи почели да користе топлу воду добијену из буради обојених у црно. Идеја, да се Сунчево грејање користи у архитектури је истодобна са самом науком.

Ако желимо да користимо Сунчево зрачење као извор енергије, треба да се упознамо са самом звездом. Њен састав је отприлике 75% водоника и 25% хелијума. Ово је важно да знамо, јер се у унутрашњости Сунца одвијају термонуклеарне реакције, путем којих се водоник трансформише у теже елементе. Сунчева енергија потиче управо од те реакције, која се зове нуклеарна фузија. Количина водоника нам говори да не треба да се бојимо престанка те реакције у скорије време, што нам даје доста времена да ми сами покушамо да пронађемо начин за остваривање фузије. Температура Сунца је око 5800°C на површини и неких пет милиона степени у центру. Просечна удаљеност Земље од Сунца износи око 150 милиона километара, коју раздаљину Сунчева светлост пређе за нешто од око осам минута. На овом огромном путу Сунчеви зраци практично не губе ништа од своје енергије, пошто пролазе кроз вакуум. Слика 2. показује кретање сунчеве енергије, а слика 3. зависност од временских прилика.

Највише енергије се губи при уласку у атмосферу, где је количина енергије мерена на горњој граници атмосфере око четири пута већа од оне на површини. Због овог разлога би било практично изградити велике соларне електране на путањи око Земље, али транспорт добијене енергије је још нерешен проблем, па се та енергија данас користи само за напајање сателита.



Слика 2. Графички приказ кретања и губитка сунчеве енергије која је усмерена ка земљи



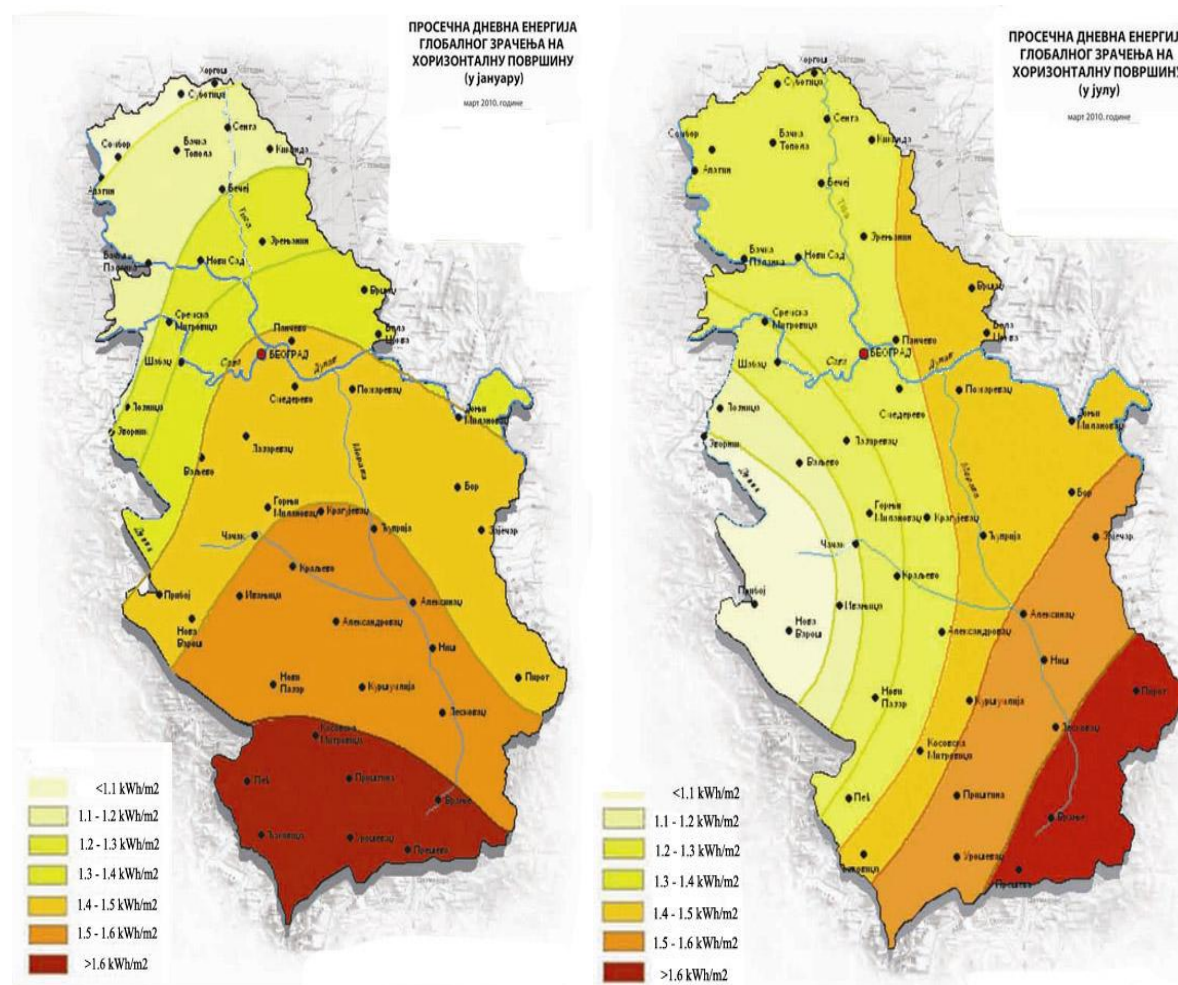
Слика 3. Инсолација у зависности од временских прилика

1.2 Потенцијал Србије у коришћењу соларне енергије

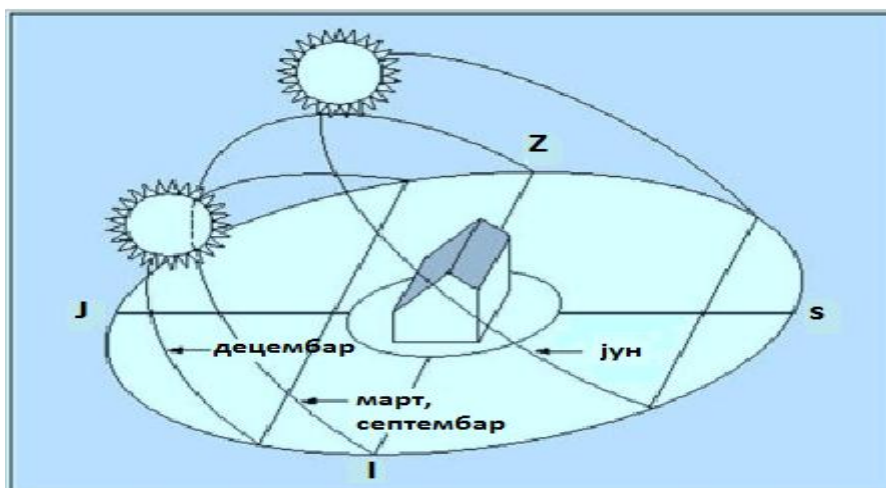
Просечан интензитет Сунчевог зрачења на територији Републике Србије се креће од $1,1 \text{ kWh/m}^2/\text{дан}$ на северу до $1,7 \text{ kWh/m}^2/\text{дан}$ на југу - током јануара, а од $5,9$ до $6,6 \text{ kWh/m}^2/\text{дан}$ - током јула. На годишњем нивоу, просечна вредност енергије глобалног зрачења за територију Републике Србије износи од $1200 \text{ kWh/m}^2/\text{годишње}$ у северозападној Србији, до $1550 \text{ kWh/m}^2/\text{годишње}$ у југоисточној Србији, док у средњем делу износи око $1400 \text{ kWh/m}^2/\text{годишње}$. Степен искоришћења зрачења зависи од карактеристика уграђеног пријемника топлоте, тако да се може усвојити просечна вредност расположиве корисне енергије у Републици Србији од 700 kWh/m^2 годишње. Слика 5. показује карту осунчаности Републике Србије у месецу јануару и месецу јулу слика 4. осунчаност у току дана, а слика 6. представља зависност угла у односу на период године. У Републици Србији према попису из 2002. године има око 2,5 милиона домаћинстава. Ако би у просеку свако пето домаћинство уградило соларни пријемник површине 4 m^2 , годишње би се произвело око 1750 GWh/год топлотне енергије која би највећим делом заменила потрошњу електричне енергије, а делом фосилна горива која се користе за загревање санитарне воде, и омогућила смањење емисија угљен-диоксида за 2,3 милиона тона годишње. Један од најважнијих фактора који утиче на економску оправданост уградње соларних панела за производњу топлотне енергије је цена електричне енергије. У условима неекономске цене електричне енергије не постоји мотивисаност становништва да уграђује ову врсту опреме и на тај начин остварује уштеде. Поред тога, непостојање стандарда и контроле квалитета соларних панела који се могу наћи на тржишту могу негативно утицати на опредељење потенцијалних инвеститора.



Слика 4. Промена количине осунчаности у току дана



Слика 5. Осунчаност републике Србије у месецу јануару и у месецу јулу



Слика 6. Упадни углови за различите периоде у години

1.3 Врсте соларних система

Прва и основна подела соларних система :

1. Пасивни соларни системи и

2. Активни соларни системи.

Пасивна примена Сунчеве енергије значи коришћење емитоване Сунчеве топлоте одговарајућом конструкцијом грађевина (смештањем у простору, применом одговарајућих материјала, прикладним распоредом просторија, застакљених површина итд).

Основне принципе директног, активног искоришћења енергије Сунца делимо као:

- соларни колектори (претварање Сунчеве енергије у топлотну)
- фотонапонске ћелије (директно претварање Сунчеве енергије у електричну енергију)
- фокусирање Сунчеве енергије (за употребу у великим енергетским постројењима)

Соларни колектори - Сунчеви колектори апсорбују енергију Сунца и помоћу ње загревају потрошну топлу воду или воду потребну за загревање простора. Соларни системи штеде енергију и тиме доприносе очувању околине, слика 8. представља један од видова система. Такви системи апсорбују енергију Сунца, загревају се зраком Сунца, који преносе топлоту и предају је води у простор који се загрева.

Активни систем за загревање простора састоји се од колектора који апсорбују и прикупљају Сунчеву топлоту, а могу да садрже електричне вентилаторе или пумпе који служе за пренос топлоте. Такви састави имају и састав за складиштење топлоте на пример, да би у стану било довољно топло током ноћи и када је облачно. Један од најјефтинијих и најупотребљивијих начина употребе активног система извора енергије у домаћинству је употреба енергије Сунца за припрему топле воде. Да би топла вода била доступна током читаве године, уобичајено је користити енергију Сунца у комбинацији са неким другим извором енергије, који се користи кад енергија Сунца није довољна да вода достигне жељену температуру. Просечно, овакви системи умањују потрошњу лож-уља или других извора енергије за две трећине. Тиме се умањују трошкови и нежељени утицаји за околину. Систем за грејање простора помоћу енергије Сунца може бити и комбинација пасивног и активног.

Фотонапонске ћелије - Постоји много активних метода за коришћење соларне енергије, укључујући и фотонапонске ћелије, које су настале од речи „photo“ што значи светло и јединице за електрични напон „волт“. Фотонапонске ћелије производе електричну енергију директно путем Сунчеве светлости па делују као еколошки изузетно прихватљиви а и те како све занимљивији извори струје.

Фокусирање Сунцеве енергије - Фокусирање Сунчеве енергије употребљава се за погон великих генератора или топлотних погона. Фокусирање се постиже помоћу огледала сложених у тањир или као торањ, приказано на слици 7.

Постоје "Power tower" и "Dish" конфигурације. "Power tower" користе компјутерски контролисано поље огледала за фокусирање Сунчевог зрачења на централни торањ, који онда покреће главни генератор. Ови системи имају могућност рада ноћу и у лошем времену тако да скупљају врућу воду у врло ефикасну цев. "Dish" системи прате кретање Сунца и на тај начин фокусирају Сунчево зрачење. Постоји још и "Trough" систем фокусирања Сунчевог зрачења, који може бити врло ефикасан. Такве електране могу бити врло јаке: у Калифорнији је инсталирана електрана снаге 354 MW. Када нема довољно енергије од Сунца, системи који фокусирају Сунчево зрачење могу се без већих проблема пребацити на природни гас или неки други извор енергије. Проблем код фокусирања је велики потребни простор за електрану, али то се решава тако да електрана ради на пример у пустињи. У пустињама је и онако снага Сунчевог зрачења нај израженија. Велики проблем је и цена огледала и система за фокусирање.



Слика 7. Изглед хелиостатских система у SAD - у



Слика 8. Мала соларна топлана у Бадњевцу, извор топлоте за 500m^2

Активни соларни системи, принцип соларних колектора у зависности где се и на који начин користе, колику топлотну енергију ослобађају могу наћи примену углавном свуда : болнице, школе, вртићи, индустрија, стамбени објекти, базени и многа друга места. Као крајњи циљ имају апсорпцију Сунчевог зрачења. Слика 10. показује однос потрошње енергије и инсолације у раздобљу од 24 часа. У стамбеним објектима постоје два типа соларно топлотних енергетских система: они који се користе искључиво за загревање воде и они који уз то обезбеђују и грејање (такозвани комби системи). Соларно топлотни енергетски системи за загревање воде су дизајнирани тако да су у топлијој половини године комплетно одговорни за загревање воде. У зимским месецима топла вода се обезбеђује бојлерима који раде на струју, гас или дрво, а сунчаних дана подржава га соларно топлотни енергетски систем. То значи да се сваке године око 60% захтеване топле воде може остварити соларним топлотним енергетским системима. Код соларних комби система колектори имају већу површину и такође помажу у грејању зграда током јесењих и пролећних месеци. Типично, соларна енергија може да обезбеди 10 до 30% укупне енергетске потребе зграде, зависно од тога колико је добро изолована и колики је захтевани степен загревања.

Постоје различите врсте соларних колектора. Најједноставнија форма колектора је незастакљени пластични апсорбер. Код њих се вода пумпа кроз црне пластичне цеви и обично се користи за грејање базена. Овом методом постиже се температура од 30°C до 50°C .

Веома често су у употреби и колектори са равном плочом. Код њих, соларни апсорбер, који конвертује соларно зрачење у топлотну енергију, је инсталиран у изолованој стакленој кутији да би се смањили топлотни губитци. Равни колектори углавном постижу температуру између 60°C и 90°C.

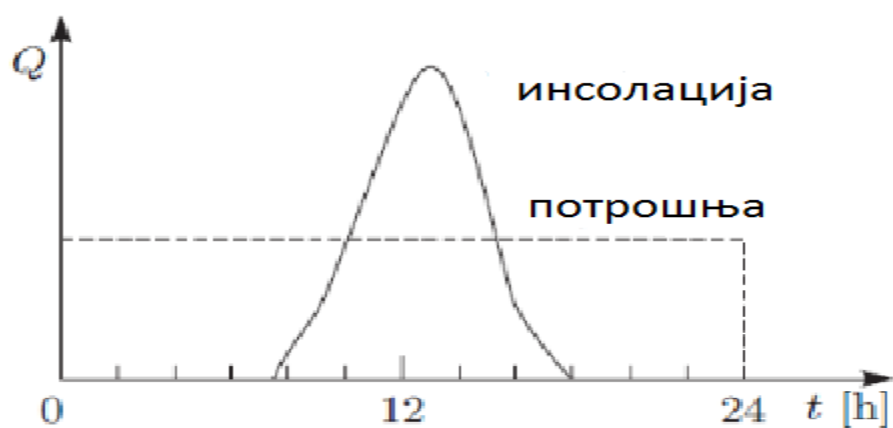
Више температуре и већи степен ефикасности може се постићи употребом вакумског колектора зато што је топлотни губитак додатно смањен преко јаког негативног притиска (то јест вакума) у стакленим цевима. Колектор се састоји од бројних вакумских стаклених цеви. Захваљујући покретном монтирању појединих цеви, раван апсорбер постављен на стакленом пријемнику може бити оптимално позициониран ка сунцу. Као резултат, вакумски цевни колектори се могу инсталирати готово водоравно на равним крововима (у зависности од модела). Поједине цеви формирају самоодржив систем који преноси топлотну енергију измењивачем топлоте до централног уређаја за снабдевање соларног циклуса.

Постоји низ инсталацијских, техничких и практичних предности соларних колектора за загревање воде. Прво, самим тим што користе сунчево зрачење пружају јединствен осећај сигурности јер је то неисцрпан енергент на располагању сваком кориснику. Друго, њихови трошкови одржавања су безначајни у односу на век експлоатације и само се једном плаћају код уградње система. Треће, енергија сунца штеди друге енергенте који се плаћају, а инвестиција се враћа за две до пет година. Четврто, није потребно да је објекат унапријед пројектован за потребе инсталације таквог система грејања. Соларне колекторе је лако интегрисати у било који већ постојећи систем грејања у било ком објекту. Просечан систем у домаћинству смањује емисију CO₂ за око 350 kg на годишњем нивоу.

Соларна енергија више није 'алтернативна' енергија, како се код нас до недавно погрешно сматрало. С обзиром на варијабилну цену класичних енергената (лож-уље, гаса и електрична енергија), од којих лож-уље и гас нису обновљиви те чије цене имају тенденцију трајног раста и искоришћење овог најефикаснијег обновљивог извора енергије, постаје апсолутни императив. Сунце нам свакога сата пошаље толико енергије колико целокупно становништво Земље потроши у једној години стога је то инвестиција у трајно решење грејања чију цену која је апсолутно бесплатна а коју не могу промијенити никакви порези нити глобална економска и политичка криза. Слика 9 описује трошкове инвестиције у Немачкој.



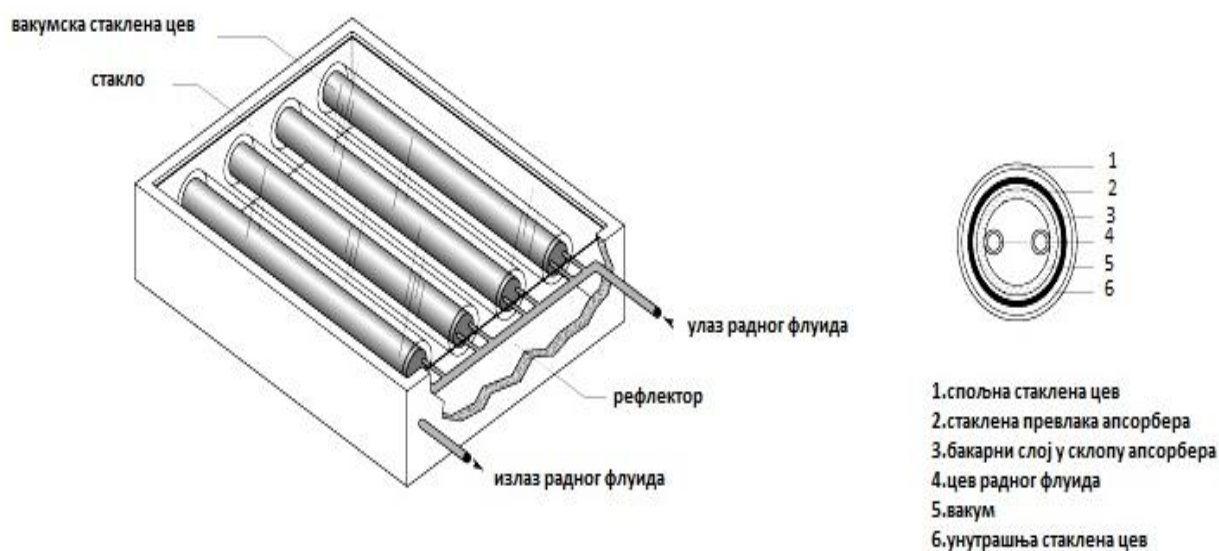
Слика 9. Трошкови инвестиције у Немачкој



Слика 10. Распоред инсолације и потрошње енергије током дана

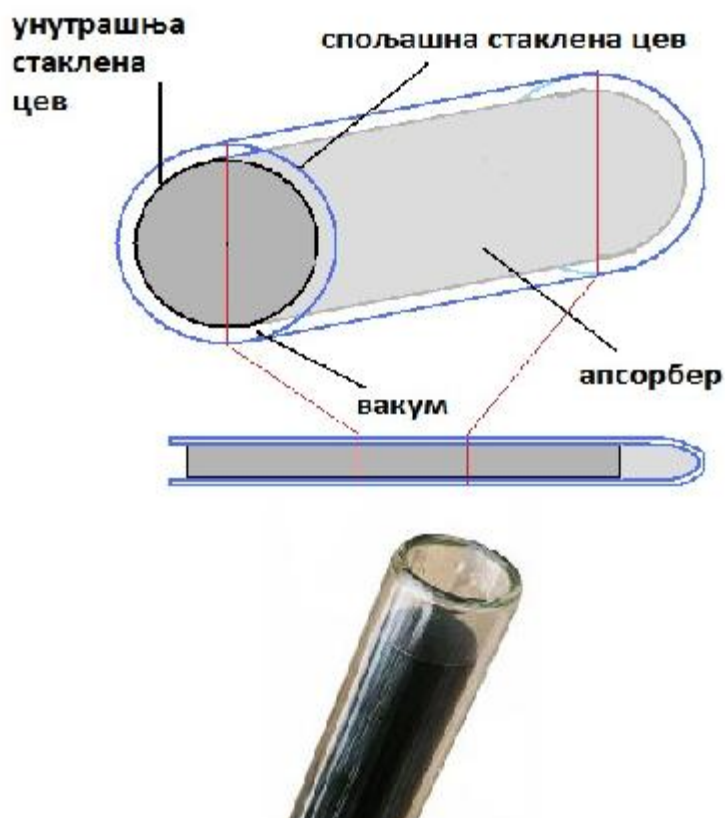
2. Вакумски соларни колектори

Данас су вакумски колектори ЕТС (evacuated tube collectors). , после плочастих, највише коришћени тип колектора. Развијени су тако да би се смањили конвективни губици са апсорбера на околину, што је учињено на тај начин да је из простора између апсорбера и стакла извучен ваздух. Пресек вакумског колектора дат је на слици 11.



Слика 11. Пресек вакумског колектора са директним током

Код стандардне конструкције плочастих колектора тако настали вакум би довео до пуцања спољњег стакла, па се код вакумских колектора апсорбер убацује у вакумиране стаклене цеви слика 12 (које због кружног облика имају при истом вакуму знатно мања напрезања у материјалу). Код једног типа колектора флуид струји у два смера кроз низ паралелно спојених коаксијалних цеви, при чему је унутрашња повратна из система (хладни флуид) а спољна полазна (загрејани флуид), апсорбер је као код плочастих колектора причвршћен за цев или пак улогу апсорбера има спољна површина коаксијалних цеви на коју је нанесен премаз. У последњем случају код неких се модела користе рефлектујућа огледала која усмеравају сунчево зрачење на апсорберску цев.



Слика 12. Пресек стаклене цеви

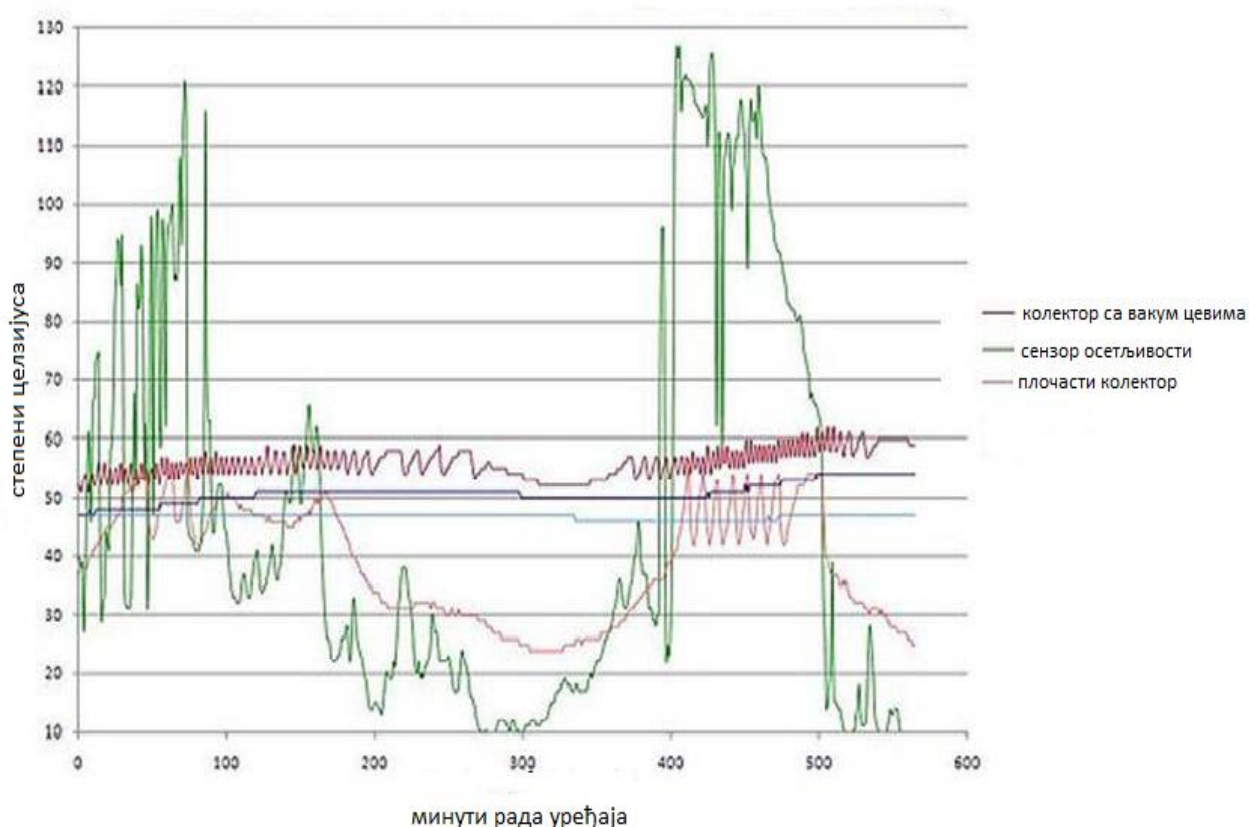
Такође имамо и вакумске колекторе по принципу топлотне цеви код којих флуид струји кроз само једну цев у два смера. У доњем апсорберском делу цеви радни флуид (фреон, алкохол) испарава, а у горњем делу цеви долази до његове кондензације, при чему се топлота предаје секундарном флуиду који даље преко измјењивача предаје води у соларном бојлеру. Сличан се принцип користи и код хлађења већих електронских склопова. Због високих коефицијената прелаза топлоте при испаравању и кондензацији, овакви колектори имају понешто већу ефикасност од претходно описаних са једнофазним струјањем. Шири опис и слике беће дати у даљем тексту.

Вакум који окружује спољашњост цеви у великој мери смањује конвекцију и провођење топлоте, која је настала услед топлотних губитака, на тај начин се остварује већа ефикасност у односу на равне колекторе, што је нарочито важно у случају хладних временских услова. Ова предност није толико изражена у регионима где је средња вредност температуре већа.

Постоје тумачења у разлици између равних колектора и цевних вакумских колектора, где су неки повезани са физичком структуром цевних вакумских колектора који имају неkontинуалну апсорпциону површину, поредећи са континуалном апсорпционом површином равних колектора.

Последица тога је да је квадратни метар кровне површине покривена са цевним вакумским цевима – бруто површина апсорбера је већа од површине у односу на површину која је покривена равним апсорберима, равна површина апсорбера.

Уколико је површина вакумских цеви већа у односу на површину коју покрива равна апсорпциона плоча на основној површини крова, могуће је добити различите односе ако се ове површине пореде. Слика 13. неопходно је да је испуњен стандард ISO 9806, који одређује начин мерења ефикасности колектора, пошто постоји начин мерења који је или у односу на укупну бруто површину, или у односу на апсорпциону површину.



Слика 13. График зависности ефикасности за раван колектор и колектор са вакумским цевима у зависности од броја радних минута у току дана

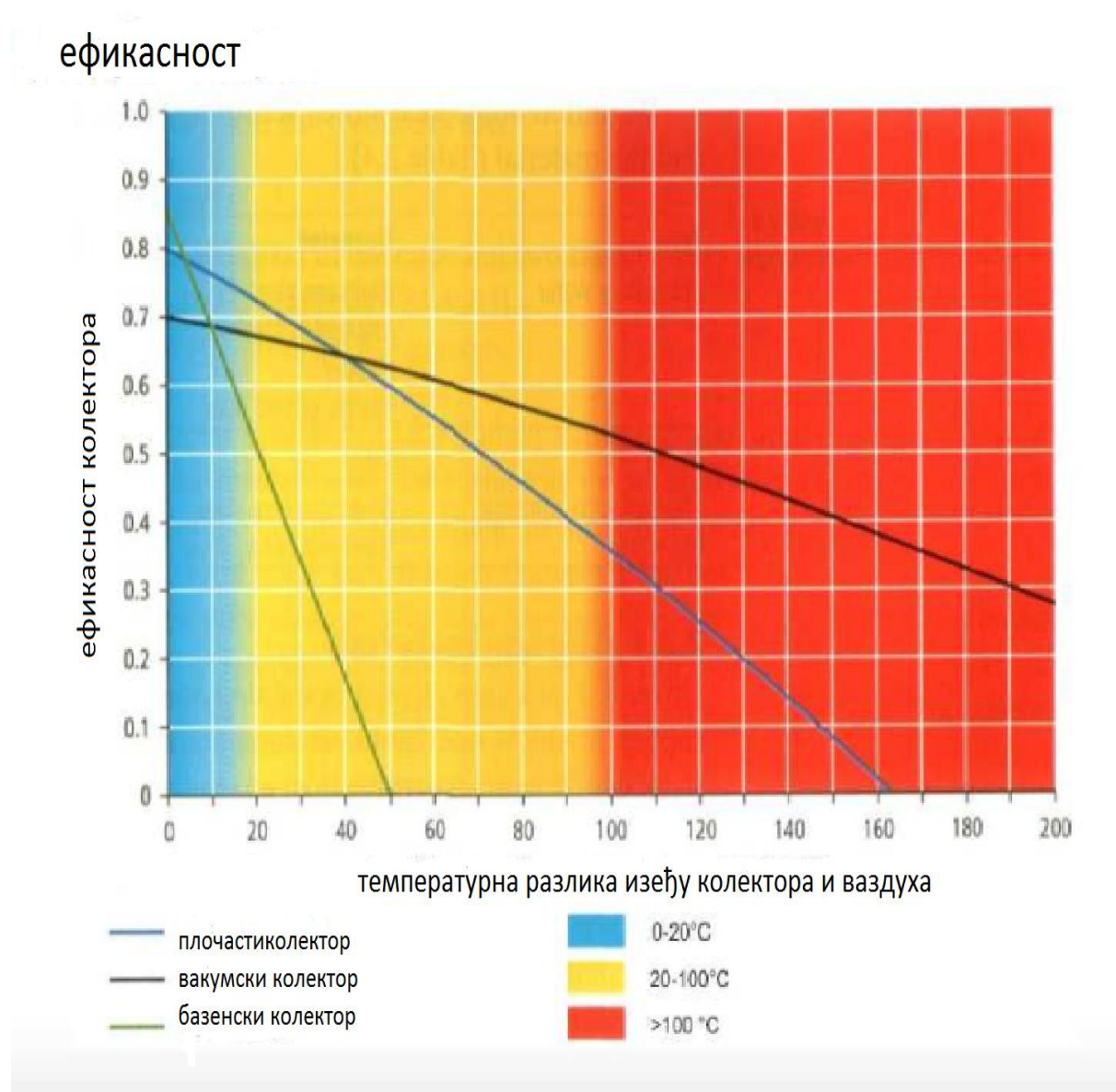
Поредећи енергијски однос, што је измерено преко kWh/дневно за равне колекторе је дат преко плавих линија у термодинамичном односу S42-P стандард за површину апсорбера да је $2,8\text{m}^2$.

Док је вакумски колектор приказана зеленим линијама, за други стандард SunMaxx 20EVT је дат са апсорбером од $3,1\text{m}^2$. Како се температурна разлика повећава то су губици код равног колектора већи у односу на вакумски колектор. То значи да раван колектор има мању ефикасност уколико се добија топла вода на температурама које су веће од 25°C изнад температуре спољашње средине, што је дато црвеним ознакама на графику.

Са смањењем степена Сунчевог сјаја обе врсте колектора смањују драстично степен корисног дејства, у том случају вакумски колектор даје више енергије у односу на раван колектор слика 14. Температура равног колектора драстично опада када се са топлотне акумулације пређе на потрошњу након прекидања Сунчевог сјаја које пада на колектор.

Равни колектори обично губе више топлоте у околину у односу на вакумске колекторе и овај губитак се повећава са увећањем температурне разлике. Колектори са вакумским цевима имају мањи однос апсорпционе површине у односу на укупну површину, уколико се упоређују са равним колекторима. Уколико се упоређује само однос апсорпционих површина онда се може рећи да су соларни колектори са вакумским цевима ефикаснији по 1m^2 у односу на равне колекторе и зато су погодни где је мања површина крова у односу на површину крова који је покривен са соларним панелима потребних за добијање одређене количине топлотне енергије. Услед смањене озрачености Сунца погодно је користити соларне колекторе са вакумским цевима, али у односу на цену повољније је некад користити раван колектор. Уколико се сагледа стање на тржиштима соларних колектора са вакумским цевима, највећи број произвођача ових компоненти су у земљама "Далеког Истока", претежно у Кини. Колектори са вакумираним цевима је релативно новија технологија и побољшања материјала који се користе у комерцијалној употреби могу довести до појефтињења ове технологије и до значајног увећања ефикасности, чиме ће постати доминантна техника у овом сегменту коришћења ОИЕ (обновљивих извора енергије).

Колектори са вакумским цевима имају бољи ефекат од равних колектора у случају производње топлотне енергије, када је сталан извор сунчевог зрачења ниског интензитета. Уколико је температура на којој је потребна топла вода у домаћинству није далеко већа од амбијенталне, што је реч у приморским крајевима, у тим подручјима се користе претежно плочасти колектори.



Слика 14. Упоредивање ефикасности за три врсте колектора

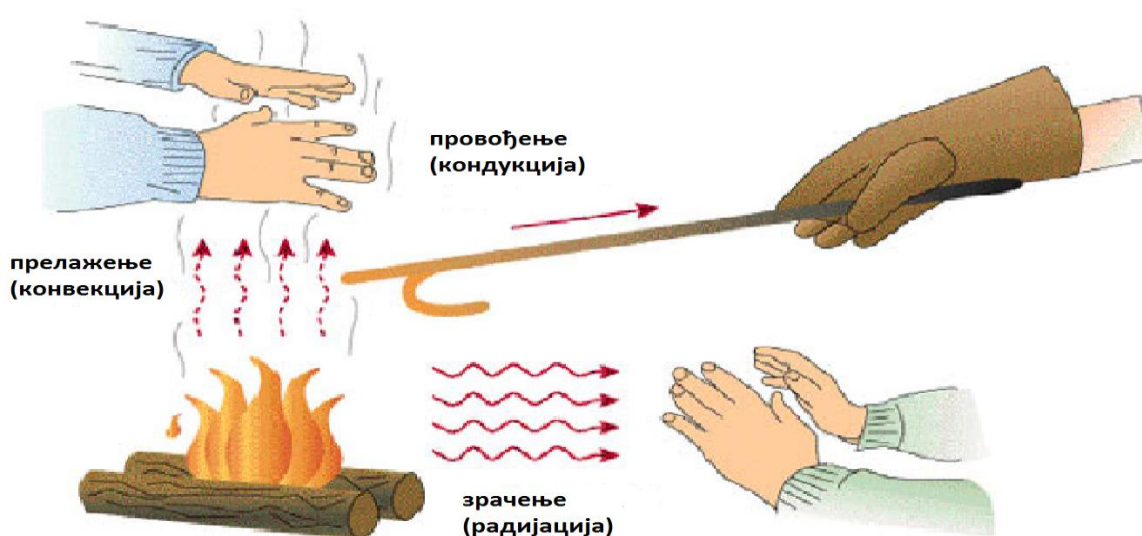
2.1 Принцип рада вакум колектора

Како би што боље дефинисали рад вакумског колектора најпре можемо објаснити начине преноса топлоте, слика 15.

Начини преноса топлоте могу бити:

- провођењем (кондукцијом)
- прелажењем (конвекцијом)
- зрачење (радијацијом)
- комбиновани начин преноса.

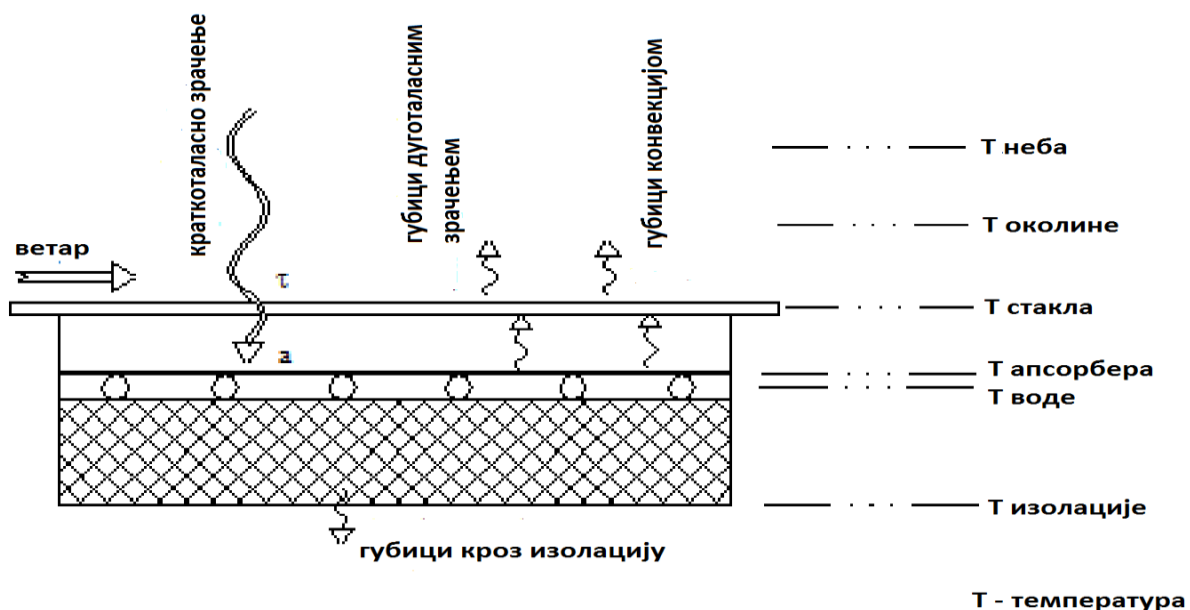
Комбиновани режим топлотних преноса обухвата сва три начина или пак два од могућих три.



Слика 15. Начини преноса топлоте

Најјаснији пример ове врсте топлоте обезбеђује само Сунце, што има веома високу температуру и да нам вашак топлоте пошаље кроз празан простор.

У колектору соларне енергије можемо утврдити следеће преносе топлоте. Сунце сија на колектор и температура расте. Топлота која се тражи је потребна за загревање течности, обично воде. (или вода и антифриз). Међутим, није сва топлота искоришћена за загревање жељене течности већ један део ће бити неповратно изгубљен за грејање спољњег ваздуха који је у контакту са колектором, а други део је изгубљено зрачење и пораст температуре колектора коју ће издати више енергије него што пренесе као корисну, то јест губи у окружење, које изазива губитке у том погледу, слика 16.



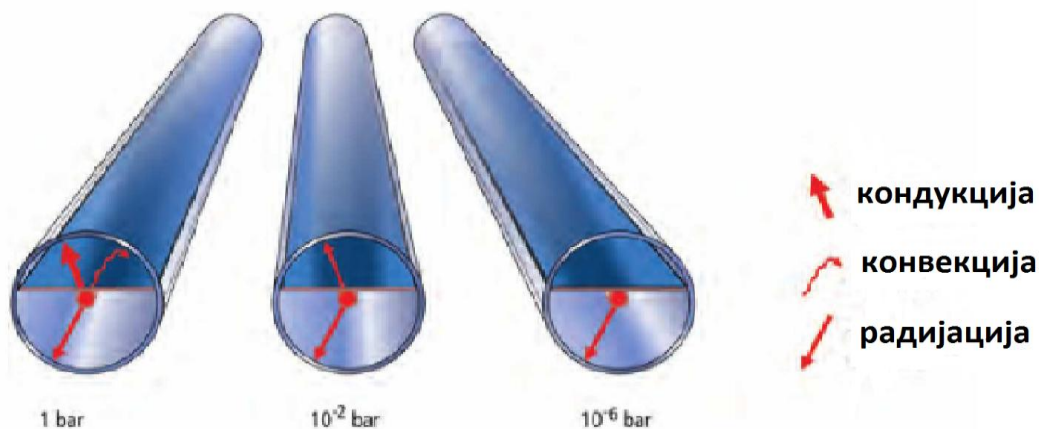
Слика 16. Топлотни губици у колектору

Нису сви колектори исти и постоје ефикаснији, они који одржавају бољи однос између упијања енергије Сунца и они губе, као што смо рекли.

Постоје више начина да се побољша ефикасност колектора, два основна су побољшање енергетске добити коју смо добили од сунца и смањења губитака.

Побољшање доприноси колектор са вакум цевима, он тежи да се избегне губитак од проводљивости и конвекцијом. Тако постављањем апсорбера у цеви која је у вакуму губитак топлоте се смањује за топлоту која се емитује зрачењем.

Ако се мање топлоте губи, више топлоте је на располагању за топлоту течност и тако добијамо што више перформанси за исту количину примљене енергије од Сунца.



Слика 17. Однос вакуума и губитка

У циљу смањења топлотних губитака у колектору, стаклени цилиндри (са унутрашњим апсорберима) су вакумирани на начин сличан термо флаши.

У циљу потпуне елиминације топлотних губитака услед конвекције запремина унутар цеви мора бити вакумирана на притисак нижи од 10^{-2} bar (1 кПа), слика 17.

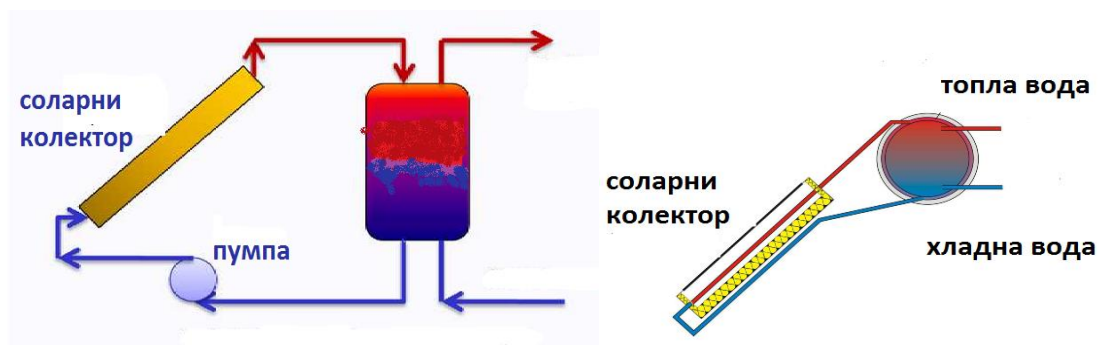
Додатно вакумирање спречава губитке услед топлотне кондукције.

Губици услед зрачења немогу бити елиминисани стварањем вакуума, јер се зрачење преноси у вакууму.

Циркулација топле воде у колектору може бити:

принудна и природна

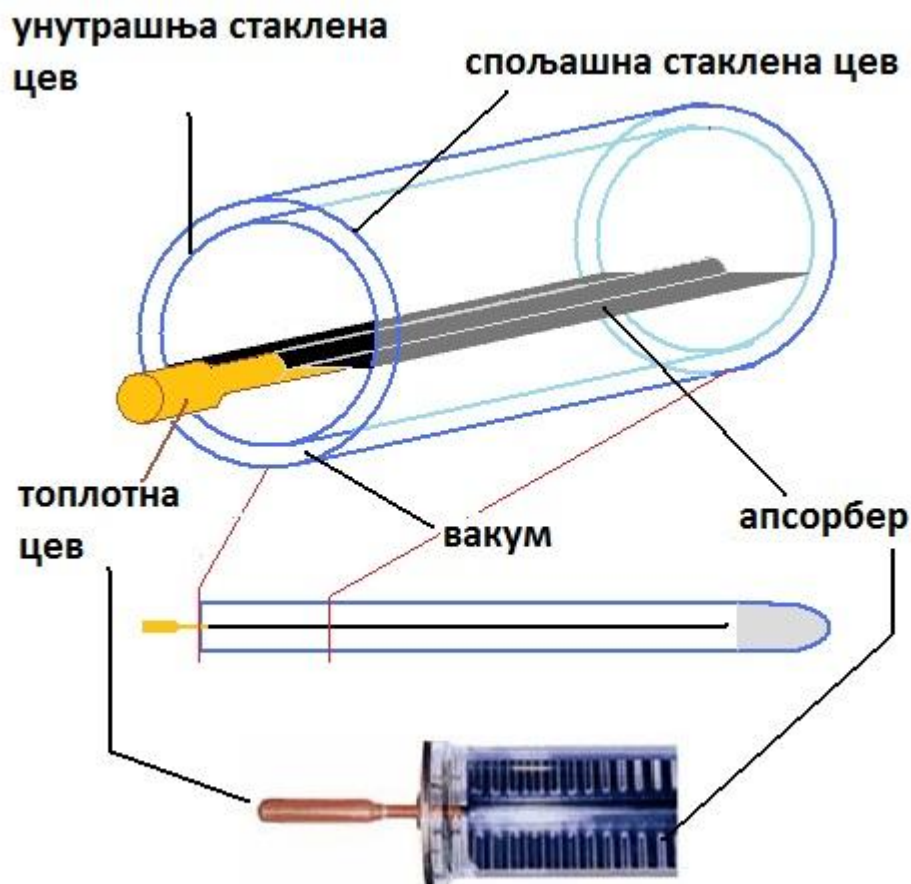
Принудна се врши на пример циркулационом пумпом а потребан је и контролни уређај. Природна настаје тако што се вода у колектору загрева под утицајем сунчевог зрачења, шири се и њена густина се смањује. Као “лакша” она тече кроз колектор према резервоару на његовом врху. Тамо је мења хладнија вода која се помера ка дну резервоара, одакле тече кроз колектор. Циркулација траје непрекидно, све док има Сунца или док се температуре не уједначе, слика 18.



Слика 18. Принудна и природна циркулација

2.2 Вакумски водени колектор са топлотним цевима

Вакумски водени колектори са топлотним цевима (термосифонски колектори) су веома ефикасни на високим радним температурама за које су и намењени, као и за неповољне услове као што су ниже температуре и смањени ниво зрачења. Њихове радне температуре се крећу од 70 до 170°C. Поред осталих добрих карактеристика које се наводе за ову под групу колектора имају и специфичне карактеристике. Захваљујући затвореној конструкцији термосифона његов спој са евакуисаном стакленом цеви је "сув" па се замена цеви може вршити појединачно. На слици 19. је графички приказан један такав колектор, слика 21. демонтажа цеви а слика 22. пресек колектора.

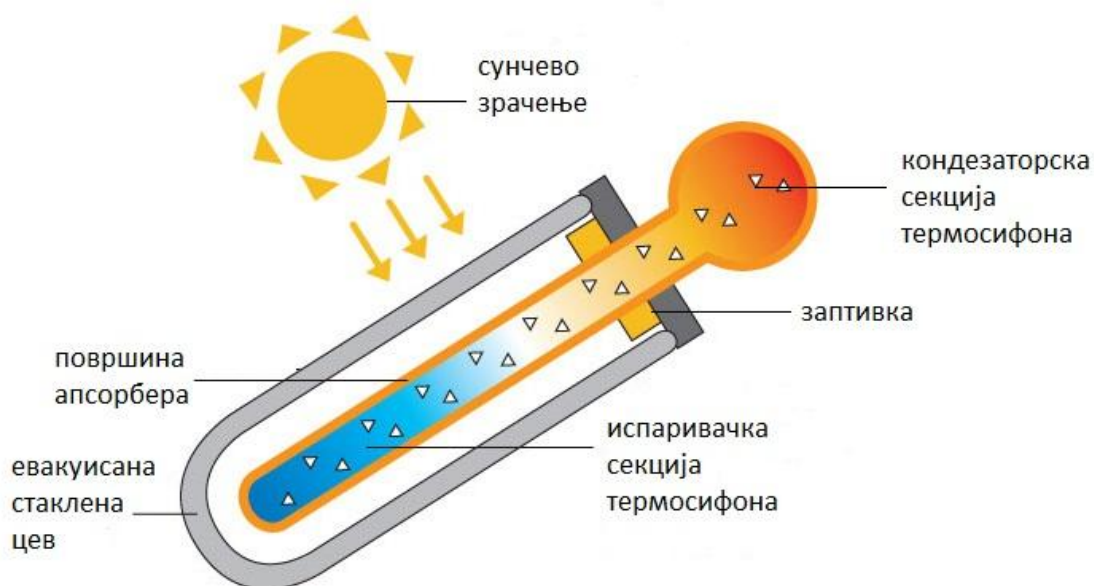


Слика 19. Основни делови вакум колектора са топлотном цеви

Свака топлотна цев састојисе од тела, радног флуида и фитиља. У једном делу топлотне цеви радијално се доводи топлота затим радни флуид под одређеним условима испарава (притисак и температура).

То се назива и испаривачком секцијом. Пара радног флуида струји до другог краја топлотне цеви (транспортни део топлотне цеви се назива адијабатска секција), где се она радијално хлади а радни флуид кондензује. Тај део представља кондезаторску секцију топлотне цеви. Кондензат се враћа у испаривачку секцију уз помоћ капиларних сила које се јављају у фитиљу специјалном порозном унутрашњем омотачу топлотне цеви. На овај начин кондензат се може слати у испаривач, без обзира на положај топлотне цеви (на пример супротно од гравитационих сила). У случају да се кондензат у испаривачку секцију враћа само уз помоћ гравитационе силе, положај топлотне цеви у односу на смер силе земљине теже је ограничен и тада се ради о најједноставнијој конструкцији топлотне цеви, термосифону.

Принцип функционисања соларног воденог вакуумског колектора са топлотном цевом приказан је на слици 20.



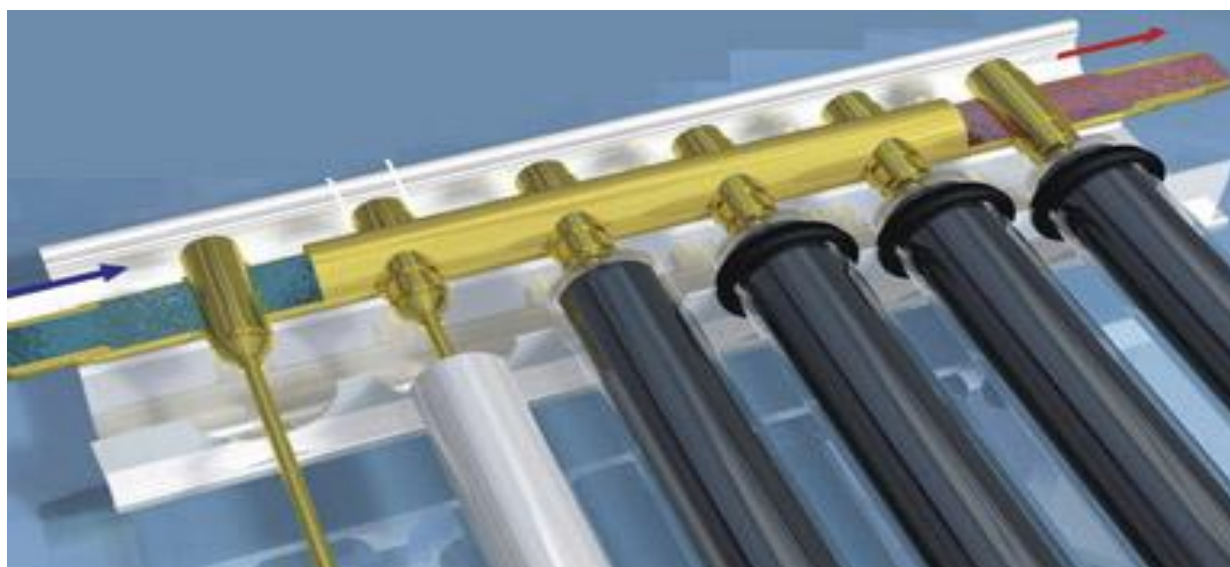
Слика 20. Принцип рада вакум колектора са термосифоном

Топлотне цеви не могу радити на произвољним температурама у испаривачу и кондезатору. Сваки од ових уређаја има своју радну област, ограничену минималним и максималним радним температурама и топлотним флуксевима.

Због гравитационог враћања кондензата у испаривач термосифона, минимални нагиг ових колектора не сме да пређе 25° .



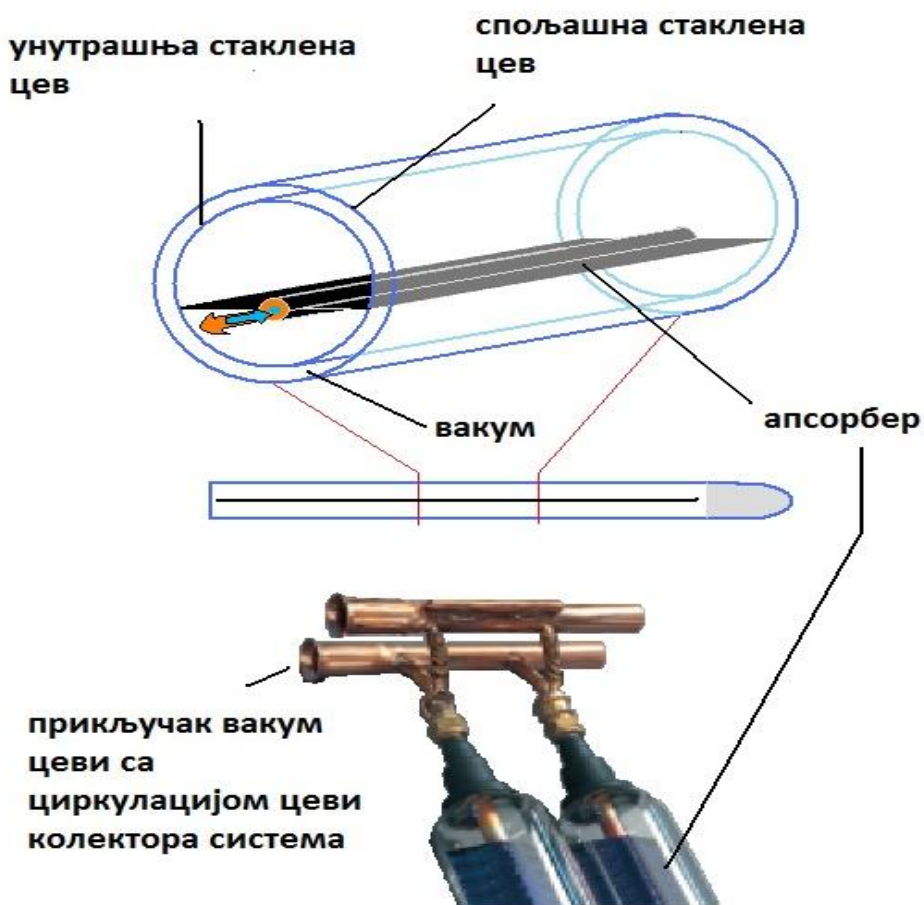
Слика 21. Поступак при демонтажи вакум цеви



Слика 22. Пресек термосифонског колектора

2.3 Вакумски водени колектор са директним током

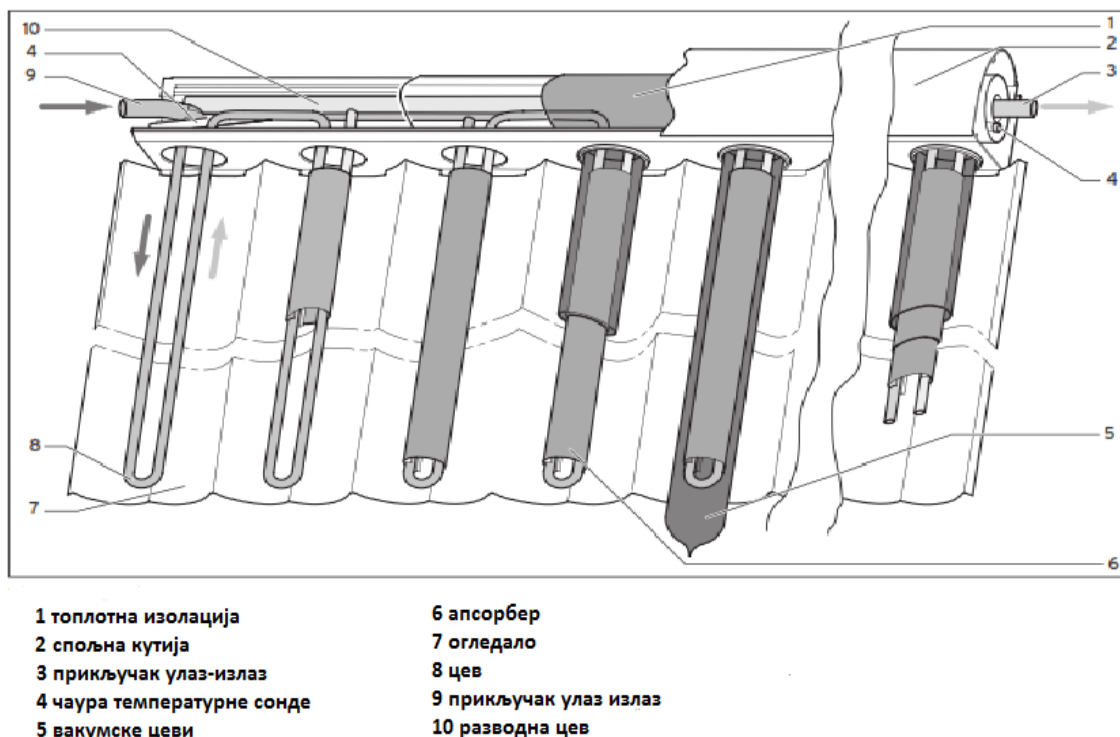
Без обзира на конструкцију вакумског колектора његова израда захтева високу технологију и квалитетне материјале. Основни проблем са системима стакло-метал (слика 23) је њихов спој на улазу-излазу радног флуида. Због различитог коефицијента запреминског ширења постоји могућност да временом спој попусти и да колектор изгуби негативан притисак. У том случају перформансе таквог колектора би биле једнаке равном колектору а често и лошије. За случај система стакло-метал унутар се налази ребро металног апсорбера са цевима радног флуида, оне могу бити заједничке али и одвојене.



Слика 23. Вакумски колектор са директним током

Систем дупле стаклене цеви решење је проблема који се јавља на основу заптивања, јар су цеви на крају спојене једна са другом.

Због унутрашњег слоја стакла, као дела апсорбера, ефикасност колектора са оваквим системом је незнатно нижа у односу на систем стакло-метал. Пресек колектора са системом стакло-стакло дат је на слици 24.

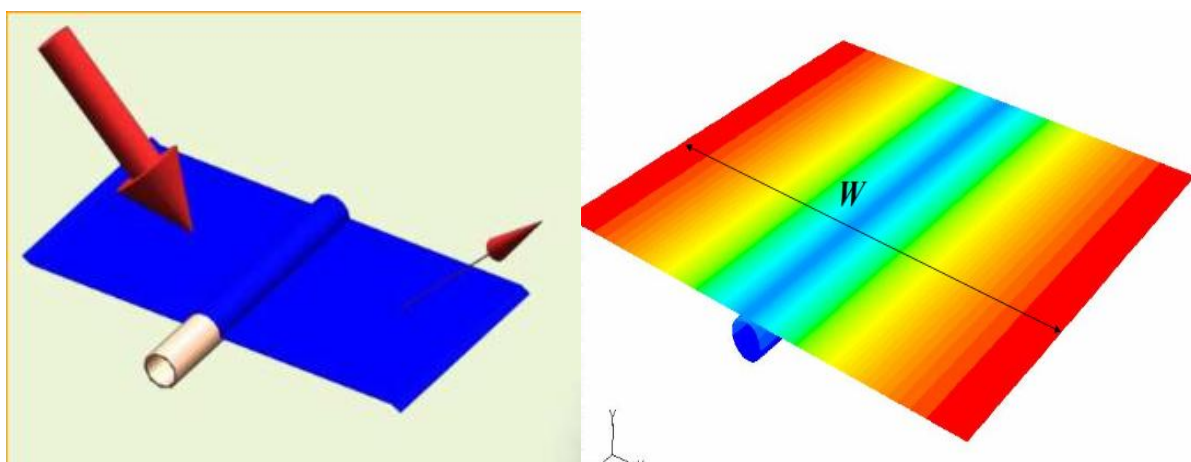


Слика 24. Пресек колектора са системом стакло-стакло

Код колектора стакло-стакло рефлексни слој усмерава на површину апсорбера зраке који не погоде директно апсорбер, као и дуготаласно зрачење. Овај систем је новијег датума и често има назив "Dewar tubes". Код овог система постоји спољна и унутрашња стаклена цев изеђу којих је вакум. На површину унутрашње цеви је нанесен селективни апсорциони слој а са унутрашње стране бакарни слој у склопу апсорбера. На тај слој су спојене бакарне цеви радног флуида.

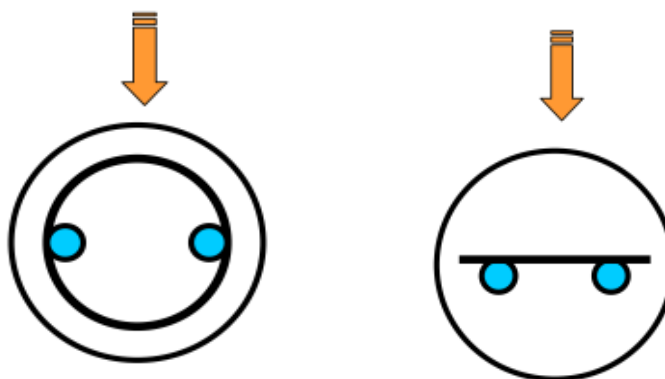
2.4 Апсорбер

Карактеристике плоче абсорбера: обично се израђује од бакра, алуминијума или челика, са површином базираном на неком од селективних материјала (хром, црни никл). Понекад се боји у црно. Циљ је да се повећа апсорпција, а смањи рефлексија. Ниска емисија се захтева у инфрацрвеном делу спектра (50 - 100 °C). Апсорпција: 92-95%. Емисивност селективних површина : 5-10%. Емисивност црне боје: 85%-95%. Сlici 25. графички показује апсорбер који симулира што већу моћ апсорпције и друга слика расподела температуре респективно.



Слика 25. Апсорбер

Апсорбер може бити цилиндрични и плочасти. Цилиндрични је постављен преко читаве унутрашње цеви а вакум је формиран у простору измђу две стаклене цеви. На слици су дати цилиндрични и плочасти апсорбер слика 26.



Слика 26. Апсорбер цилиндрични и плочасти

Закључак

Примена сунчеве енергије представља добар начин да се смањи потрошња електричне енергије свуда где је то могуће. Без обзира на то што је цена улагања у соларну инсталацију релативно велика (приближно 500 евра за један киловат инсталисане снаге), исплати се улагати јер ће то имати једно сигурно тржиште. Ако се у ту цену урачуна и све оно што прати добро осмишљен и организован посао, као што је истраживање, развој, производња, маркетинг, стварање стручног, научног и производног кадра, освајање нових технологија, извоз највећег дела производње, повећање запослености у основним и пратећим делатностима - онда је та цена знатно нижа, а постиже се позитиван енергетски и економски ефекат. У периоду од 1975. до 1990. У Србији и Југославији, створена је атмосфера истраживања, развоја и примене соларне енергије. У том периоду је постојало неколико производјача соларних колектора и пратеће опреме. Изграђени су бројни и велики системи за загревање санитарне воде, и то највише у хотелима на јадранској обали и у туристичким центрима. Данас у Србији постоје два озбиљна произвођача соларних топлотних колектора и неколико увозника комплетних система. Уградња опреме за соларно загревање санитарне воде заснована је на индивидуалном осећају инвеститора да у својој кући или предузећу уради нешто што је природно и нормално, да користи оно што му бесплатно стиже на његов кров, а при томе је потпуно чисто.

Литература

1. www.ipa-oie.com (приступљено августа 2011 године)
2. Часопис " Иновације и развој " издавач : институт за рударство и металургију Бор. Уредник Весна Марјановић дипл. инж. 2010 година, број часописа 1.
3. Н. Лукић, М. Бабић, Соларна енергија, МФКГ, Крагујевац 2008.
4. Извештај : OBUKA INSTALATERA SOLARNIH SISTEMA ZA ZAGRIJAVANJE SANITARNE VODE (SWH) Projekat MONTESOL 5-7. jul 2011. Godine
5. Meteonorm:
http://www.meteonorm.com/media/maps_online/gh_map_africa.pdf
(приступљено августа 2011 године)
6. PV GIS: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/afr/4-gs13.png>
(приступљено августа 2011 године)
7. NASA: http://swera.unep.net/index.php?id=wms_complian (приступљено августа 2011 године)
8. Vaillant katalog, Viessman каталог, Bosch каталог. (sa internet prezentacija)
9. Извештај : Seminar o energetske efikasnosti, Kragujevac 1. decembar 2010.godine Prof. dr. Dušan Gordic, Mašinski fakultet Kragujevac
10. Извештај : PRIMER SOLARNOG PRIJEMNIKA ZA SREDNJE TEMPERATURNU KONVERZIJU SUNČEVOG ZRAČENJA U TOPLOTU, **Nacionalni projekat NPEE 709300036** Машински факултет у Нишу
11. Оригинални слајдови од ASSOLTERM-а италијанског удружења соларних и термалних удружења
12. www.estif.org (приступљено августа 2011 године)
13. www.solarkeymark.org (приступљено августа 2011 године)

14. www.solarenergy.ch (приступљено августа 2011 године)
15. Παραμετρική μελέτη θέρμανσης χώρων με εποχιακή αποθήκευση με χρήση του προγράμματος TRNSYS Επισκέπων καθηγητής : Κίμων Α. Αντωνόπουλος ΑΤΙΝΑ, FEBΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008
16. T.C., MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI, MEĞEP, (MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ) METAL TEKNOLOJİSİ, SU DEPOLARI VE GÜNEŞ ENERJİLİ KOLEKTÖRLER, ANKARA 2006
17. Departamento de Ingeniería Energética y Fluidomecánica
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE SISTEMAS SOLARES DE ALTA EXERGÍA QUE EMPLEAN AGUA COMO FLUIDO CALORÍFERO 2008.
Autora: María José Montes Pita, Ingeniera Industrial
Directores:
Alberto Abánades Velasco (Doctor Ingeniero Industrial)
Marcelino Sánchez González (Doctor en Ciencias Químicas)