

ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ – СКОПЈЕ  
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ

**Енергетски  
карактеристики на  
згради – Сончеви  
колектори за подготовка  
на ПТВ**

2014

**м-р Маријана Лазаревска  
д-р Ана Тромбева-Гаврилошка  
д-р Мери Цветковска**

## СОДРЖИНА:

---

1. АЛТЕРНАТИВНИ СИСТЕМИ И ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА ЗА ГРЕЕЊЕ, ЛАДЕЊЕ И ПОДГОТОВКА НА ПОТРОШНА ТОПЛА ВОДА .....	3
1.1 ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА .....	3
1.2 СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ.....	5
2. ПРОПИШАНО ВГРАДУВАЊЕ НА СОНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ЗА ТОПЛА ВОДА ПРИ ИЗГРАДБА НА НОВИ И ЗНАЧИТЕЛНА РЕКОНСТРУКЦИЈА НА ПОСТОЈНИ ЗГРАДИ ВО РМ .....	8
3. СОНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ЗА ПОДГОТОВКА НА ПТВ.....	9
ЛИТЕРАТУРА .....	14

ОРИГИНАЛ

# 1. АЛТЕРНАТИВНИ СИСТЕМИ И ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА ЗА ГРЕЕЊЕ, ЛАДЕЊЕ И ПОДГОТОВКА НА ПОТРОШНА ТОПЛА ВОДА

## 1.1 ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА

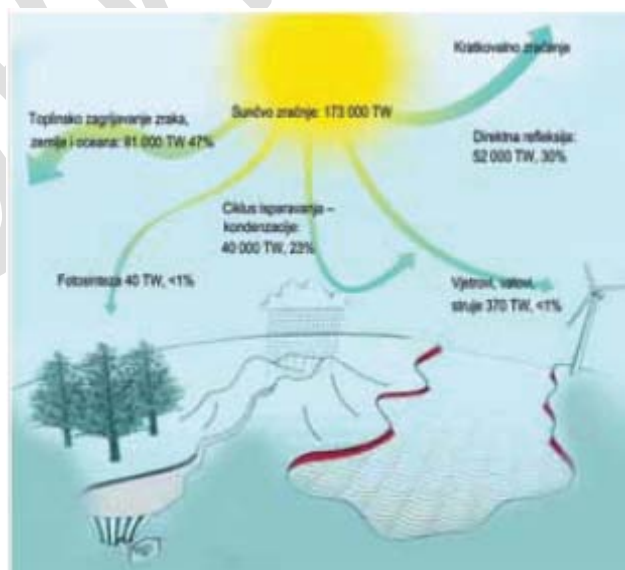
Денес кај луѓето сè повеќе расте совеста за опасностите кои ги носи зголеменото загревање на атмосферата и загадувањето на животната средина како последица на прогресивниот раст на потрошувачката на енергија воглавно добиена од фосилните горива. Поради ова, но и поради ограничените ресурси на фосилни горива проследено со континуирано зголемување на нивната цена, светот сè повеќе се ориентира кон пронаоѓање на поефикасен начин на производство на енергија, посебно фокусирајќи се кон обновливи извори на енергија.

Сончевото зрачење е најголем извор на обновлива енергија на Земјата, каде се претвора во други облици на обновлива енергија, Слика 1:

- Енергија на ветер
- Хидроенергија
- Биомаса
- Енергија на бранови
- Енергија на морски струи
- Топлинска енергија на океани

Останатите облици на обновлива енергија вклучуваат:

- Геотермална енергија, чиј извор е топлинскиот капацитет на земјиното јадро и хемиските и нуклеарните реакции во слоевите длабоко под земјината површина и
- Енергија на плима и осека, чиј извор се силите на гравитација помеѓу Земјата, Месечината и Сонцето.



Слика 1 Сончева енергија претворена во различни облици на обновлива енергија на Земјата

Најголем потенцијал како алтернативни извори на енергија имаат директното Сончевото зрачење, и користено со примена на сончеви колектори или фотонапонски ќелии, хидроенергијата и топлинската енергија акумулирана во океаните и површината на земјата. Можноста за искористување на потенцијалните алтернативни облици на енергија најмногу зависи од карактеристиките на соодветниот облик на обновлива енергија, како и од степенот на технолошки развој на уредите и системите кои се применуваат.

Основната предност на примената на соларна енергија е што е еколошки извор на енергија, неисцрпна и бесплатна. Основна карактеристика на обновливата енергија е нејзината неконтролирана променливост во тек на време. Тоа ја наметнува потреба од нејзино складирање и внимателна регулација, со цел да може да се усогласи моментално расположивата енергија со потрошената и потребите од помошен, фосилен, извор на енергија. Различната расположивост на обновливата енергија на различни локации наметнува потреба од познавање на потенцијалот за искористување на енергијата и внимателно димензионирање на системите за искористување, во зависност од локацијата на нивното вградување. Определувањето на овој потенцијал често пати вклучува долгогодишно следење на метеоролошките параметри за избраната локација, како на пример брзина на ветер, сончево зрачење итн. Ефикасноста на трансформација на обновливата во корисна енергија е околу 50% за сончеви топловодни колектори, 10% за фотонапонски ќелии, 70% за топловодни котли на биомаса, 60% за хидроелектрани, 30% за електрани на ветер, 75% за електрани кои користат енергија на плима или бранови. За искористување на обновливите енергии неопходно е спроведување на темелна технолошко-економска анализа на изводливост на одделни решенија со примена на мултидисциплинарен пристап кој вклучува различни области, како геологија, градежништво, електротехника, архитектура, машинство, хемија, метеорологија, биологија итн. Имено користењето на обновлива енергија поради својата комплексност и значајно поголемите трошоци по единица доставена енергија на корисник подразбира висока еколошка освестеност на локалната заедница.

Од законски и институционален аспект, основните елементи за обновливи извори на енергија во РМ се обезбедени во:

- Закон за енергетика (Службен весник на Република Македонија бр. 16/2011, 136/2011, 79/2013) кој, помеѓу другото, го промовира и искористувањето на обновливи извори на енергија.
- Правилник за обновливите извори на енергија за производство на електрична енергија (Службен весник на Република Македонија бр.113/2011);
- Правилник за повластени производители на електрична енергија произведена од обновливи извори на енергија (08.02.2012) ;
- Правилник за дополнување на правилникот за повластени производители на електрична енергија произведена од обновливи извори на енергија (30.07.2012);
- Уредба за повластени тарифи за електрична енергија (Службен весник на Република Македонија бр. 56/2013).

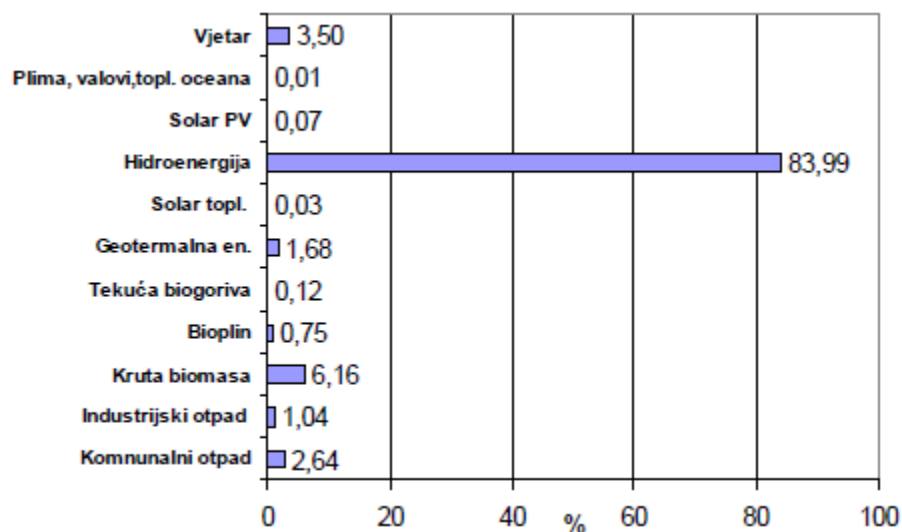
## 1.2 СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ

Енергијата од Сончевото зрачење директно се искористува со примена на: сончеви колектори за загревање на вода и воздух, концентрирани колектори за производство на електрична енергија и фотонапонски ќелии за директно производство на електрична енергија.

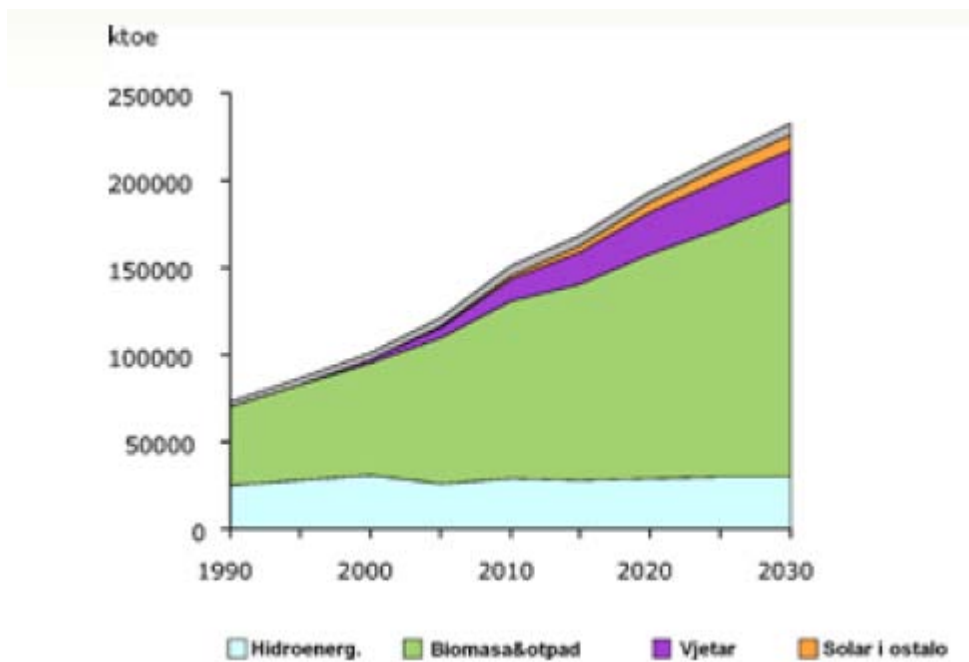
Пасивното искористување на енергијата од Сончевото зрачење подразбира примена на различни архитектонски мерки, со цел што поголема апсорпција и акумулација на дозрачената енергија во зградите за потребата од загревање на просториите.

Енергијата од сончевото зрачење може со примена на термални колектори да се користи како топлинска енергија за греење или со примена на фотонапонски модули да се трансферира во електрична енергија.

Уделот на директното искористување на енергијата од Сончевото зрачење во вкупната потрошувачка е воглавно помал од 0.1% во светот и во поголемиот број на европски земји. Досегашната пракса покажува дека во иднина не се очекува значително зголемување на овој удел, без оглед на многубројните обиди и прогресивниот раст на бројот на инсталирани колектори и фотонапонски ќелии. Меѓутоа факт е дека сончевите системи можат значително да придонесат кон зголемувањето на годишната ефикасност на конвенционалните системи покрај кои и најчесто се инсталирани како надополна.



Слика 2 Искористување на одделни типови на обновлива енергија во светот во 2006 година



Слика 3 Искористување на одделни типови на обновлива енергија во ЕУ

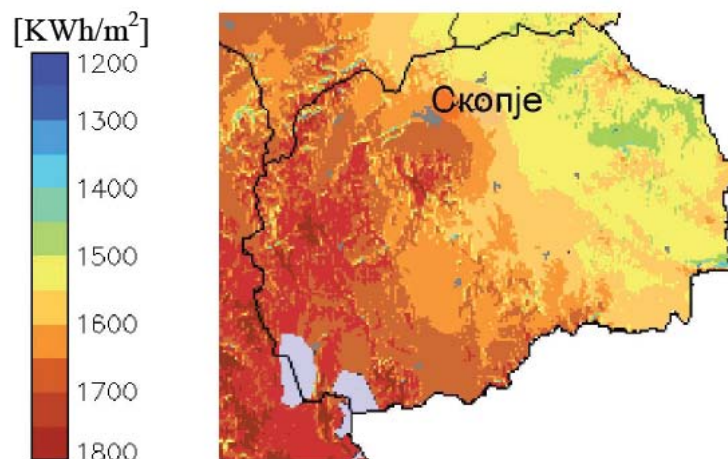
Искористувањето на обновливите извори на енергија во Македонија во 2005 година, сведено на просечна хидрологија изнесувало 3016 GWh. При тоа во вкупното искористување на обновливите извори на енергија во Македонија, биомасата се искористила како финална со учество од 59%, хидроенергијата со релативно учество од 38%, геотермалната енергија со учество од 3% и сончевата енергија со околу 0,2%, но треба да се нагласи дека истата не е статистички евидентирана.



Слика 4 Релативно учество на обновливите извори на енергија во Македонија во 2005 година, сведено на просечна хидрологија

Иако географската позиција и климата во Македонија нудат одличен потенцијал за искористување на сончевата енергија, истата се искористува на симболично ниво за загревање на водата во домаќинствата. Со воведување на пазарна цена на електричната енергија од 2015 година и со очекуваното зголемување на цената на електричната енергија во регионот, предизвикано од цената која термоелектраните ќе треба да ја платат за емисија на стакленични гасови, сончевите системи ќе постануваат се поатрактивни.

Во Македонија вкупното годишно сончево зрачење варира од минимум 1250 kWh/m<sup>2</sup> во северниот дел до максимум 1530 kWh/m<sup>2</sup> во југозападниот дел, што доведува до просечно годишно сончево зрачење од 1385 kWh/m<sup>2</sup>, слика 5. Годишниот просек за дневното зрачење варира меѓу 3,4 kWh/m<sup>2</sup> во северниот дел на земјата, Скопје и 4,2 kWh/m<sup>2</sup> во југозападниот дел, Битола. Климатските карактеристики - висок интензитет на сончево зрачење, како и неговото времетраење, температурата, влажноста, овозможуваат поволни услови за успешниот развој на сончевата енергија. Континенталната клима со жешки и суви лета ја прави Македонија земја со повисок потенцијал за искористување на сончевата енергија од просечните Европски земји.



Слика 5      Мапа со ресурси на сончева енергија

Кога се зборува за технологии за користење на сончевата енергија, во прв ред се мисли на сончеви термални системи за добивање на топла вода. Имајќи го во предвид поднебјето во Македонија, од интерес е вградување на системи за домашна употреба, како и големи сончеви системи кои вообичаено се поставуваат на болници, хотели и други слични објекти.

Во изминатиот период искористувањето на сончевата енергија како топлинска зазема скромно место во енергетскиот биланс во Македонија. При тоа, Македонија има мало искористување на сончевата енергија како во однос на земјите од регионот, така и во однос на многу посеверни земји. Со само околу 4000 колекторски системи за искористување на сончевата енергија за затоплување на вода во 2006 година сончевата енергија во финалната потрошувачка на енергија учествуваше со скромни 7,4 GWh, односно со 0,04%.

Со цел да се поттикне употребата на сончеви колектори за подготовка на топла вода, Владата во неколку наврати организираше субвенционирање на употреба на сончеви колектори во

домаќинствата. Со истата цел, преку Закон за изменување и дополнување на Законот за додадена вредност (Службен весник на Република Македонија бр. 114/2007), овозможена е повластена даночна стапка од 5% за термални сончеви системи и компоненти. Иако од 2007 година Владата финансиски го подржува вградувањето на сончеви колектори, тоа не е доволно за нивна помасовна примена. Имено, главна причина е ниската цена на електричната енергија во Македонија, со што средствата вложени за примена на сончевата енергија како топлинска во домаќинствата имаат период на поврат поголем од 10 години. За поголема примена на сончевата енергија за производство на топлина во домаќинствата потребно е да се зголеми финансиската поддршка, како и да се промени начинот на субвенционирање од кампањски во модалитет со континуирана поддршка. Поддршката од страна на Владата би се намалувала паралелно со покачувањето на цената на електрична енергија до моментот кога истата ќе ја достигне пазарната вредност.

## 2. ПРОПИШАНО ВГРАДУВАЊЕ НА СОНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ЗА ТОПЛА ВОДА ПРИ ИЗГРАДБА НА НОВИ И ЗНАЧИТЕЛНА РЕКОНСТРУКЦИЈА НА ПОСТОЈНИ ЗГРАДИ ВО РМ

---

Со цел да се подобри енергетската ефикасност на вградените технички системи во градбата потребно е да се направи преглед на применетите системи во одделни типови на згради. Истотака треба да се разгледа и можноста за примена на алтернативни системи/обновливи извори на енергија, како самостојни или како дополнување на постоечките. Еден од начините за подобрување на енергетската ефикасност на градбите претставува вградувањето на сончеви колектори за топла вода.

Во Член 26 од Правилникот за енергетски карактеристики на згради, објавен во Службен весник бр. 94 на 4-ти Јули 2013 година, е пропишано дека:

(1) При градба на нови или значителна реконструкција на постојни згради или градежни единици во сопственост на лицата од јавниот сектор, треба задолжително да се вградат сончеви колектори за топла вода, доколку тоа е економски исплатливо.

Типовите на згради и градежни единици, во сопственост на лицата од јавниот сектор, за кое е задолжително вградувањето на сончеви колектори за топла вода, се пропишани во Став 2 од Член 26 од Правилникот за енергетски карактеристики на згради:

(2) Следните типови на згради од јавниот сектор треба да вградат сончеви колектори за топла вода:

- Згради во здравствениот сектор;
- Ученички и студентски домови;
- Детски градинки;
- Установи за социјални грижи;
- Спортски сали;
- Казнено-поправни домови и
- Воени касарни.



### 3. СОНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ЗА ПОДГОТОВКА НА ПТВ

---

Намалувањето на потрошувачката на енергија за подготовка на потрошна топла вода (ПТВ) е можно со примена на системи за топлинска трансформација на сончевата енергија преку дополнително греење на постојните или нови топлински системи, а кои истовремено се користат и за задоволување на останатите топлински потреби на објектот.

Во случај на проектирање на нов топлински систем треба да се спроведе анализа на два случаи: догреење на постоечкиот термотехнички систем, односно примена на сончевата енергија за подготовка на ПТВ како самостојна мерка; и со догреење на ново предложениот термотехнички систем, односно примена на сончевата енергија за подготовка на ПТВ заедно со мерките за замена на постоечкиот термотехнички систем за опслужување на објектот со топлинска енергија.

За да се провери економската исплатливост на вградување на сончеви колектори потребно е да се направи пресметка на можностите за искористување на сончева енергија во системот и пресметка на трошоците за погонот и инвестицијата во системот. Пресметката на техно-економската ефикасност на системите од сончеви колектори за подготовка на ПТВ се спроведува во неколку чекори:

- Определување на максимално потребната површина на сончеви колектори
- Определување на оптималната површина на сончеви колектори
- Пресметка на искористената сончева енергија и
- Пресметка на вкупните трошоци на мерката, заштедите и времето на поврат на средства

Анализата за искористување на енергијата во системот на сончеви колектори најдобро е да се спроведе врз основа на часовните вредности на сончево зрачење и потребната топлина за подготовка на ПТВ. Меѓутоа, во недостаток на часовни метеоролошки параметри анализата може да се направи врз база на просечните месечни вредности за сончева енергија. Исто така за пресметка на искористливоста на колекторот потребно е да се располага со податоци за просечниот интензитет на сончево зрачење, пресметан како однос на просечната дневна дозрачена енергија и просечниот број на ефективни часа на греење на Сонцето во текот на денот.

Искористената енергија во колекторите се пресметува врз база на претпоставениот степен на делување на колекторот, пресметан преку претпоставените вредности на средната температура на вода во колекторот. Реалната искористена енергија во колекторот во голема мера зависи од средната температура во колекторот, која зависи од големината на местото во кое се подготвува топлата вода, од протоците и сл. За поточна пресметка на средната температура во колекторот потребно е да се спроведе динамичко моделирање на целиот систем, вклучувајќи ги колекторите, подготвувачите на топла вода, изменувачите на топлина и циркулациските пумпи со временски чекор помал од еден час.

Системите за греење на вода со помош на сончева енергија вообичаено се користат за подготовка на потрошна топла вода (ПТВ), а нешто поретко за греење на простории. Топлинските колектори може да се интегрираат во надворешната обвивка на градбата и мора

да ги задоволуваат сите функционални и технички барања кои се важни за градежната конструкција, но може да бидат и засебно од градбата.

Топлинските колектори може да бидат поставени:

- На кров – интегрирани во подкров, прицврстени на конструкцијата на кровот, потпрени на независна потконструкција или поставени како надстрешница
- На фасада – интегрирани во завршниот слој, како независна конструкција или во состав на вентилирана фасада, како стреа, ограда и сл.
- Непосредно покрај градбата, монтирани на сопствена потконструкција пред градежната конструкција.

Топлинските колектори не мора да бидат дел од фасадата, ниту пак видлив елемент при обликувањето на градбите. Меѓутоа кога се дел од завршниот изглед на надворешната обвивка многу е битно нивно соодветно вклопување во истата, како и примена на соодветно поставување на елементи преку кои се гарантира оптимално ниво на производство на топлина. Изгледот на топлинските колектори подобро се вклопува со современите проектни решенија на градбите и нивните модерни надворешни обвивки, одколку со старите градби. Поради тоа кај старите градби се препорачува примена на колектори со помали димензии.



Слика 6 Сончеви системи за греење и ПТВ интегрирани во елементи на фасада и огради на тераси

Во поглед на функционалните барања и барањата за облик, примената на топлинските колектори во однос на фотонапонските системи има поголеми ограничувања, имајќи го предвид фактот дека се работи за елементи со поголеми димензии, а и поради неможноста за

остварување на транспарентност, како и технички посложено поставување. На пазарот постојат производи кои во еден елемент интегрираат фотонапонски модули и топлински колектори, со што се олеснува нивното поврзување, обликување и вклопување во надворешната обвивка.

Кровните колектори може да бидат директно монтирани врз кровната покривка, Слика 7 а) или да бидат дел самата кровна покривка, Слика 7 б), што е подобро решение имајќи го предвид фактор на заштеда на материјал за кровна покривка и подобра топлинска изолација. Исто така, колекторите може да се монтираат на рамни кровови, тераси или подлоги, користејќи посебни носачи кои при тоа мора да ги издржат сите натоварувања од ветер, снег и слично, Слика 8. Најчесто во вакви случаи колекторите се спојуваат во групи и полиња, слика 7.

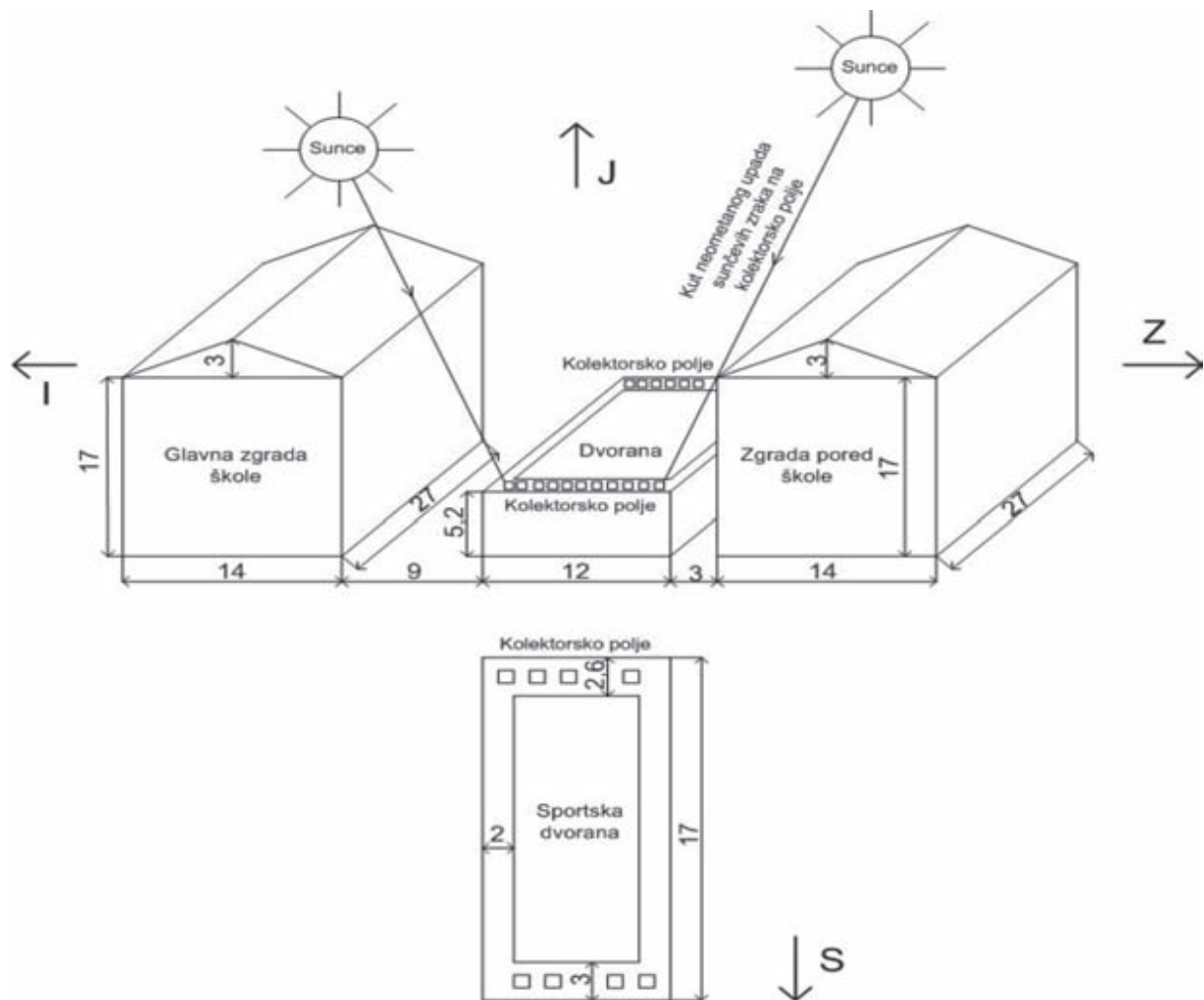


Слика 7 Кровен колектор: а) директно врз кровна покривка, б) дел од кровна покривка



Слика 8 Сончев систем од група на колектори монтирани ка кровни носачи

Поради малата потрошувачка на топла вода во градбите на детски градинки, основни и средни училишта примената на сончеви колектори за подготовка на ПТВ не претставува исплатлива опција. Но во тој случај, сончевите колектори може да се искористат за потребите за греење на градбата заедно со дополнителен извор на топлина, како на пример електричен котел. На следната слика даден е пример за поставување на сончеви колектори вдолж северниот и јужниот раб на кров од спортска сала, градба која е во состав на училиште.



Слика 9 Скица на сончеви колектори вградени на кров на спортска сала

Карактеристично за зградите во здравствениот сектор-болниците, ученичките и студентските домови, казнено-поправните домови и воените касарни е целодневниот престој на корисниците во просториите на истите користејќи ги преку цела година. Последица на ваквиот начин на користење е висока потрошувачка на топлинска енергија со непрекинато греење во сезона на греење и целогодишна подготовка на ПТВ. Во вакви случаи, со денешните цени на опрема и енергија, може да се покаже оправдана мерката за вградување на системи за загревање на ПТВ со примена на соларни колектори. Порастот на цените на енергенси во последните години и напредокот во технологијата предизвикувајќи пад на цените на опремата на пазарот, осигурува временски поврат на вложувањата за околу 6-8 години, што е сосема прифатлив временски период. Во предлогот за техничко решение треба да се спроведе оптимизација на површината на вградените колектори од аспект на трошоци, земајќи ги предвид конвенционалните начини на загревање на потрошна вода кои после вградувањето на сончевите колектори би служеле за додавање на потребната топлина која не може да биде произведена од вградените сончеви колектори. Од друга страна пак изборот на непримерно големи површини на сончеви колектори води кон неекономичност.



Слика 10 Сончеви колектори вградени на рамен кров од градба

За потребите од одржување на спортски и слични манифестации, како и одржување на тренинг на спортските клубови, во поголемите населени места се градат големи спортски центри, додека во рамките на основните и средните училишта спортските сали се градат воглавно поради активностите на учениците во рамките на училишната програма. Времето на користење на овие објекти е многу различно со прекини во текот на денот, така што греењето треба да биде проектирано така да се осигура брзо загревање со релативно мала потрошувачка на енергија. Токму поради условот за брзо загревање, најчесто кај ваквите градби за загревање се применуваат термовентилациски системи. Кај малите училишни спортски сали често снабдувањето со топлина е од училишната котларница. Споредните простории, како гардероби, санитарии, тушеви, ходници, канцеларии, сали за состаноци, најчесто се грејат со радијатори.

Условите на користење на овие објекти наметнуваат поголема потреба на енергија за загревање на ПТВ и како можна мерка на енергетска ефикасност, со денешната состојба на цени на опрема и енергија, може да се покаже сосема оправдано вградувањето на системи за загревање на ПТВ со сончеви колектори. Времето на поврат на вложувањата за оваа мерка се очекува да биде 6-8 години.

## ЛИТЕРАТУРА

---

- [1] Правилник за енергетска контрола, бр. 94, Службен весник на Република Македонија, 4 јули 2013 год.
- [2] Правилник за енергетски карактеристики на зградите, бр. 94, Службен весник на Република Македонија, 4 јули 2013 год.
- [3] Закон за енергетика, Службен весник на Република Македонија бр. 63/2006, 36/2007, 106/2008
- [4] Правилник за обновливите извори на енергија за производство на електрична енергија, Службен весник на Република Македонија бр. 127/2008
- [5] Стратегија за искористувањето на обновливите извори на енергија во Република Македонија до 2020 година, Министерство за економија, Скопје, 2010
- [6] Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zagreb, 2009
- [7] Metodologija provođenja energetskeg pregleda građevina, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zagreb, 2012
- [8] Priručnik za energetske certifikacije zgrada, ISBN: 978-953-7429-25-6, Zagreb, 2010
- [9] Priručnik za energetske certifikacije zgrada, Dio 2, ISBN: 978-953-7429-40-9, Zagreb, 2010