



АНАЛИЗА ЗА ИСПЛАТЛИВОСТА ЗА ДОМАЌИНСТВОТА ОД ПОСТАВУВАЊЕТО НА ФОТОВОЛТАЧНИ, ТЕРМАЛНИТЕ И ФОТО/ТЕРМАЛНИ СИСТЕМИ, СО РАЗЛИЧНА ПОТРОШУВАЧКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА НА МЕСЕЧНО И ГОДИШНО НИВО И СО РАЗЛИЧЕН КАПАЦИТЕТ НА ФОТОВОЛТАИЧНИТЕ, ТЕРМАЛНИТЕ И ФОТО/ТЕРМАЛНИТЕ СИСТЕМИ

Изработиле:

Институт за Економски и Енергетски Политики и Истражувања ИЕЕПР:

Проф. д-р. Миновски Драган

Тина Манолева

Сара Анева

Македонска Соларна Асоцијација, Солар Македонија:

Проф. д-р. Илија Насов

Стефан Трајков



Скопје, 2023 год.



Содржина

1 ДЕЛ ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ.....	5
ВОВЕД.....	6
ПРЕДНОСТИ ОД КОРИСТЕЊЕТО НА ЕНЕРГИЈА ОД СОНЦЕТО ВО ДОМАЌИНСТВОТА	7
ПОТЕНЦИЈАЛ НА СОНЧЕВОТО ЗРАЧЕЊЕ ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА	7
ПОТРОШУВАЧ-ПРОИЗВОДИТЕЛ	9
КАКО ПРОИЗВОДУВАМЕ И ТРОШИМЕ ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА?	10
ДНЕВНО ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРОШУВАЧКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА.....	10
МЕСЕЧНО ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРОШУВАЧКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА	11
ФОТОВОЛТАИЧНА ЦЕНТРАЛА	12
ЕЛЕМЕНТИ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА	13
ФОТОВОЛТАИЧНИ ПАНЕЛИ (МОДУЛИ).....	13
ИНВЕРТОР.....	13
МЕРЕН ОРМАР	14
ОСТАНАТА ОПРЕМА.....	14
БАТЕРИЈА.....	14
ТРОШОЦИ ЗА ИНСТАЛАЦИЈА НА ФОТОВОЛТАИЧНА ЦЕНТРАЛА И НАЧИН НА ФИНАНСИРАЊЕ	15
ЦЕНА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ЗА ДОМАЌИНСТВОТА ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА	16
ЦЕНА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА НА ВИШОКОТ КОЈ СЕ ПРЕДАВА НА ДИСТРИБУТИВНАТА МРЕЖА ..	17
ТРОШОЦИ ЗА ОДРЖУВАЊЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНИТЕ ЦЕНТРАЛИ	18
МЕТОДОЛОШКИ ПРИОД НА АНАЛИЗАТА.....	19
РЕЗУЛТАТИТ ОД АНАЛИЗАТА.....	20
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 2 kWp	20
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 3 kWp	23
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 4 kWp	26
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 5 kWp	29
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 6 kWp	32



РЕЗИМЕ.....	35
2 ДЕЛ ФОТО/ТЕРМАЛНИ И ТЕРМАЛНИ СИСТЕМИ.....	38
ВОВЕД.....	39
МОМЕНТАЛНА СИТУАЦИЈА ВО СОНЧЕВИОТ СЕКТОР НА МАКЕДОНИЈА СО АКЦЕНТ НА ТЕРМАЛНИТЕ И ФОТО/ТЕРМАЛНИТЕ СОНЧЕВИ СИСТЕМИ	40
ФОТО-ТЕРМАЛНИ СОНЧЕВИ СИСТЕМИ КОИ СЛУЖАТ ЗА ДОБИВАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА И ТОПЛИНСКА ЕНЕРГИЈА	43
ТЕОРЕТСКИ ОСНОВИ НА ФОТО-ТЕРМАЛНИ СИСТЕМИ СО СОСТАВНИ ДЕЛОВИ И СЕРТИФИКАТИ ЗА КАВЛИТЕТ	43
СОСТАВНИ ДЕЛОВИ И ПРИНЦИП НА РАБОТА НА ПВТ КОЛЕКТОРИТЕ	45
АПЛИКАЦИИ НА ПВТ КОЛЕКТОРИТЕ	48
ЗАКЛУЧОК.....	57
РЕЗУЛТАТИТ ОД АНАЛИЗАТА.....	58
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 2 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ.....	61
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 3 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ.....	64
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 4 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ.....	67
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 5 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ.....	70
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 6 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ.....	73
РЕЗИМЕ ЗА ФОТО-ТЕРМАЛНИТЕ ЦЕНТРАЛИ	76
ДЕЛ 3 ТЕРМАЛНИ СИСТЕМИ	78
Сончеви термосифонски и пумпни термички системи.....	78
3.1.1 Директни сончеви термосифонски и пумпни термички системи	79
3.1.1.1 Директни сончеви термички системи со природна циркулација на водата (термосифонски).....	79



3.1.1.2	Директни сончеви термички системи со принудна (со пумпа) циркулација на водата	82
3.1.2	Индиректни (со антифриз) сончеви термосифонски и пумпни термички системи	87
	Индиректни термосифонски сончеви термички системи	87
3.1.2.2	Индиректни пумпни сончеви термички системи.....	90
РЕЗУЛТАТИТ ОД АНАЛИЗАТА ЗА СОЛАРНИТЕ ТЕРМАЛНИ КОЛЕКТОРИ.....		91
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА СОЛАРЕН ТЕРМАЛЕ СИСТЕМ од 3,24 kWp ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ		93
ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА СОЛАРЕН ТЕРМАЛЕ СИСТЕМ од 4,05 kWp ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ		96



1 ДЕЛ ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ

ВОВЕД

Со донесувањето на новиот Закон за енергетика, како и со неговите дополнувања и измени, со измените и дополнувањата на Законот за градење, како и со донесувањето на Правилникот за Обновливи извори за енергија, и измените и дополнувањата на истиот, нашата земја го направи еден од најзначајните чекори кон енергетската транзиција и преминот кон чисти технологии за производство на електрична енергија.

Со донесувањето на овие законски и подзаконски акти, за првпат се вовеле категоријата учесници на пазарот со електрична енергија „потрошувач-производител“, кој покрај учеството на правните лица, овозможува и регулира учество на индивидуалните домаќинства на пазарот со електрична енергија.

Фотоволтаичните центри, на крововите на индивидуалните семејни куќи, имаат за цел - заштеда на електрична енергија и пари, односно производство на електрична енергија за сопствени потреби. Но придобивките од ваквите проекти не завршуваат тука, придобивката е далеку поголема. Со производство на „зелена“ или „чиста“ енергија, ја намалуваме потребата од согорување на фосилни горива за производство на електрична енергија во големите термоелектрани, како што се РЕК Битола и РЕК Осломеј, кои се едни од најголемите загадувачи во нашата земја. Со тоа директно влијаеме на намалување на производството на електрична енергија од фосилни горива, односно на подобрување на квалитетот на воздухот, ублажување на климатските промени и заштита на животната средина, а со тоа учествуваме во енергетската транзиција на нашата земја кон обновливи извори на енергија - правиме нешто за нас, за нашите сограѓани, за нашата држава и за нашите деца и поколенија.

Производството на енергија од обновливи извори, во ситуација кога има голема побарувачка на енергија на пазарот и чии цени на меѓународниот пазар уриваат рекорди, помага електроенергетскиот систем на нашата земја да стане постабилен, се намалува потребата за увоз на електрична енергија, со што директно помагаме и врз економијата на нашата земја.

Дополнително, со производство на „зелена“ енергија, ја намалуваме и емисијата на штетни гасови во околината, пред се на јаглерод диоксид, кој е главна причина за глобалното затоплување и забрзување на климатските промени, каде правиме нешто добро и за глобалната заедница.

Во овој документ ќе бидат направени анализи за економската исплатливост на домаќинствата во нашата земја, согласно различна потрошувачка на електрична енергија на месечно и годишно ниво и со различен капацитет на фотоволтаичните системи.

ПРЕДНОСТИ ОД КОРИСТЕЊЕТО НА ЕНЕРГИЈА ОД СОНЦЕТО ВО ДОМАЌИНСТВОТА

Користењето на сончевата енергија е достапно за секое домаќинство и не бара посебни предуслови за производство на електрична енергија од овој обновлив извор. Се разбира, не е дека не постојат фактори кои влијаат на количината на произведена електрична енергија, но за разлика од другите извори на обновлива енергија, ова е најефикасниот начин да се вклучат домаќинствата во производството на електрична енергија и да се постигнат значителни заштеди во потрошувачката на електрична енергија и да се намалат трошоците за електрична енергија на самото домаќинство.

Постојат многу причини зошто е добро да се користи сончевата енергија:

1. Овозможува сопствено производство на електрична енергија;
2. Ги намалува трошоците за електрична енергија;
3. Производство на чиста енергија без емисија на штетни гасови во атмосферата;
4. Сончевите системи успешно функционираат во различни климатски услови;
5. Изградбата на фотоволтаичните центри во последните години чини се помалу, односно поефтинува;
6. Ефикасноста на фотоволтаичните панели постојано се зголемува;
7. Профитабилноста во иднина ќе се зголеми со неизбежното поскапување на цената на електрична енергија.

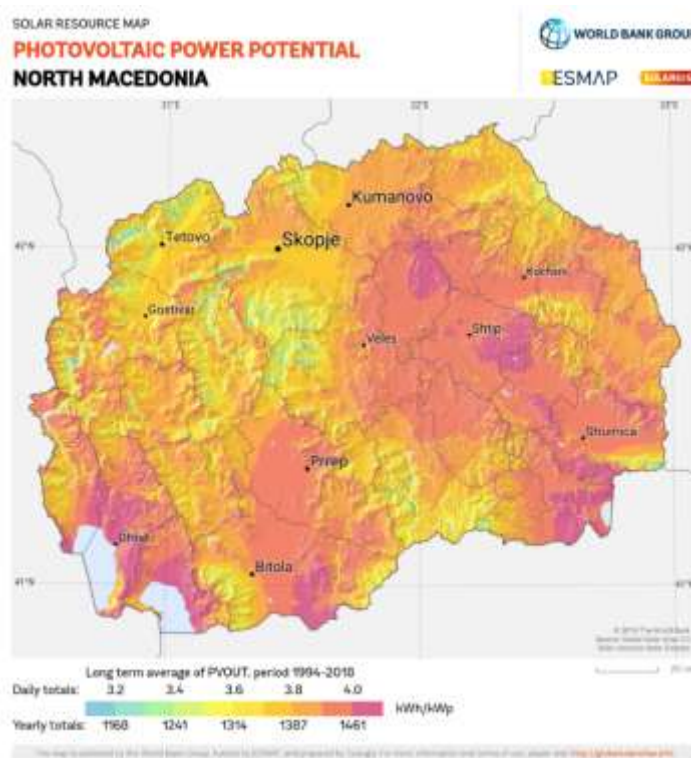
ПОТЕНЦИЈАЛ НА СОНЧЕВОТО ЗРАЧЕЊЕ ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

Сончевата енергија ја претставува енергијата на Сонцето, која е резултат на речиси вечна нуклеарна реакција, која во вид на магнетно зрачење ослободува $2,1 \cdot 10^{15}$ kWh/ден и затоа, се смета за обновлив и постојан ресурс на енергија. Сите биолошки процеси се директно или индиректно поврзани со сончевото зрачење и тоа претставува услов за живот на Земјата.

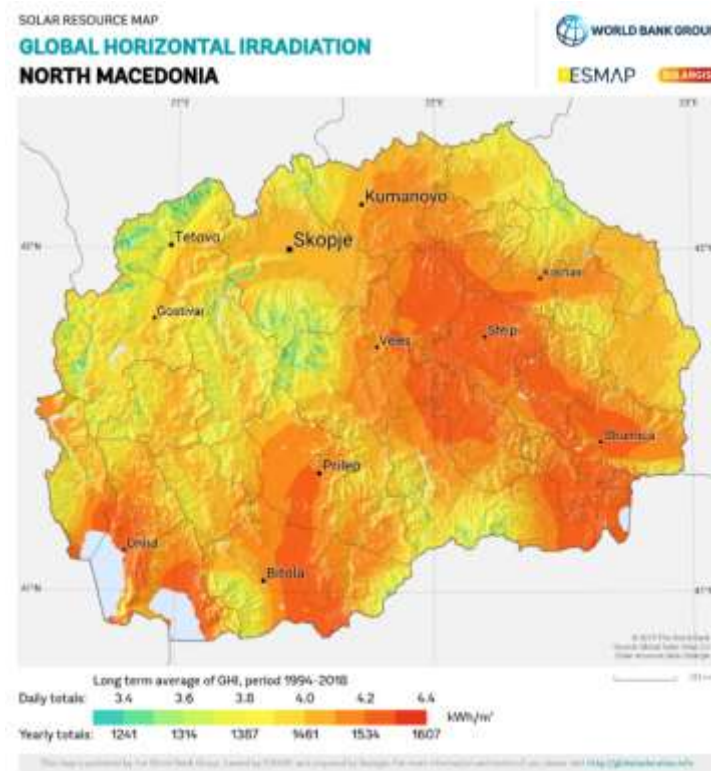
Количината на сончева енергија што стигнува до Земјата за само еден час е еднаква на количината на енергија што ја користат луѓето (трошат) во текот на годината. За жал, постоечката технологија не е во состојба да ја искористи сета таа енергија. Сончевата енергија добиена во еден ден може да ги задоволи потребите на светот повеќе од 20 години. Сепак, постоечките соларни системи се способни да претворат само дел од оваа енергија во топлинска енергија и електрична енергија која на луѓето им е најпотребна.

Просечното сончево зрачење во нашата земја, изнесува 3,8 kWh/m², што е за околу 30% повисоко од просечната вредност во многу европски земји. Просечното дневно сончево зрачење варира помеѓу 3,4 kWh/m² во северниот дел (Скопје) и 4,2 kWh/m² во југозападниот дел (Битола). Според условите на географскиот појас во кој се поставени метеоролошките станици, вкупното годишно сончево зрачење варира од минимум 1.250 kWh/m², во северниот дел, до максимум 1.530 kWh/m² во југо-западниот дел што доведува до просечно годишно сончево зрачење од 1.385 kWh/m². Нашата земја според EPIA има годишно во просек околу 283 сончеви денови, но уште поважен е фактот што на територијата на нашата земја во просек има 5,83 часови Сонце во текот на денот со што Република Северна Македонија ја сврстува на второ место во Европа, веднаш зад Шпанија. Бројот на сончеви часови е времетраење на сончевата светлина за време на кое површината на земјата, односно покривот, е изложена на Сонце. Бројот на сончеви часови зависи и од географската локација и се изразува во часови/година. Влијание врз бројот на сончеви часови, секако има и променливата облачност и други климатски фактори, но и дефинирањето на релјефот, кој припаѓа на локалниот карактер (на пример, ако домот се наоѓа на место каде што сонцето заоѓа побрзо, поради близината на ридови или планини, други згради, дрвја и сл.), бројот на сончеви часови е помал.

На следните слики дадени се мапите со вредностите за потенцијалното производство на електрична енергија од фотоволтаични електрани и глобалното хоризонтално зрачење за Република Северна Македонија:



Сл. 1. Потенцијалното производство на електрична енергија од фотоволтаични електрани во Република Северна Македонија



Сл. 2. Мапа на глобалното хоризонтално зрачење во Република Северна Македонија

ПОТРОШУВАЧ-ПРОИЗВОДИТЕЛ

Согласно Правилникот за обновливи извори на енергија, Службен весник на Р.М. бр. 112/2019 од 03.06.2019, како и согласно Правилникот за изменување и дополнување на Правилникот за обновливи извори на енергија од 16.06.2022 година, „Домаќинство, заедница на домаќинства сопственици на посебни делови во станбена зграда или заедница на домаќинства-сопственици на посебни делови во станбена зграда кои склучиле договор за вршење управувачки услуги со управител на станбени згради, за потребите на заедничките делови во станбената зграда мал потрошувач, буџетски корисник и единка корисник, може да изгради постројка за производство на електрична енергија од обновливи извори на енергија, при што произведената електрична енергија ја користи за сопствена потрошувачка, а вишокот на произведена електрична енергија го предава во електродистрибутивната мрежа е потрошувач-производител“.

Сега, за прв пат во нашата земја, на граѓаните им е овозможено да изградат фотоволтаични центри (или други капацитети за производство на електрична енергија од обновливи извори) и откако ќе ја задоволат сопствената потрошувачка, сите произведени вишоци на електрична енергија да ги предадат на електродистрибутивниот систем, односно да го продадат на својот снабдувач.

Првенствено, произведената енергија со ваквиот систем, домаќинството ја користи за да ги задоволи сопствените потреби, а вишокот што го произведува системот, се предава во електродистрибутивниот систем, кој делува како привремено складирање или „виртуелна батерија“, односно се продава на снабдувачот со електрична енергија на самото домаќинство. Кога потрошувачката ни е поголема од производството, тогаш дополнителната енергија (разликата помеѓу потрошувачката и производството на електрична енергија) која ни е потребна за домаќинството, ја повлекуваме од електродистрибутивната мрежа, односно ја користиме целата произведена електрична енергија од нашиот систем и превземаме само дел од електродистрибутивната мрежа.

На овој начин на производство на енергија може да се гледа како на децентрализиран и подемократски начин на производство на енергија, кој помага за стабилизирање на електроенергетскиот систем, но и ги намалува сметките на граѓаните кои ќе се одлучат да постават фотоволтаични централи на своите кровови.

КАКО ПРОИЗВОДУВАМЕ И ТРОШИМЕ ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА?

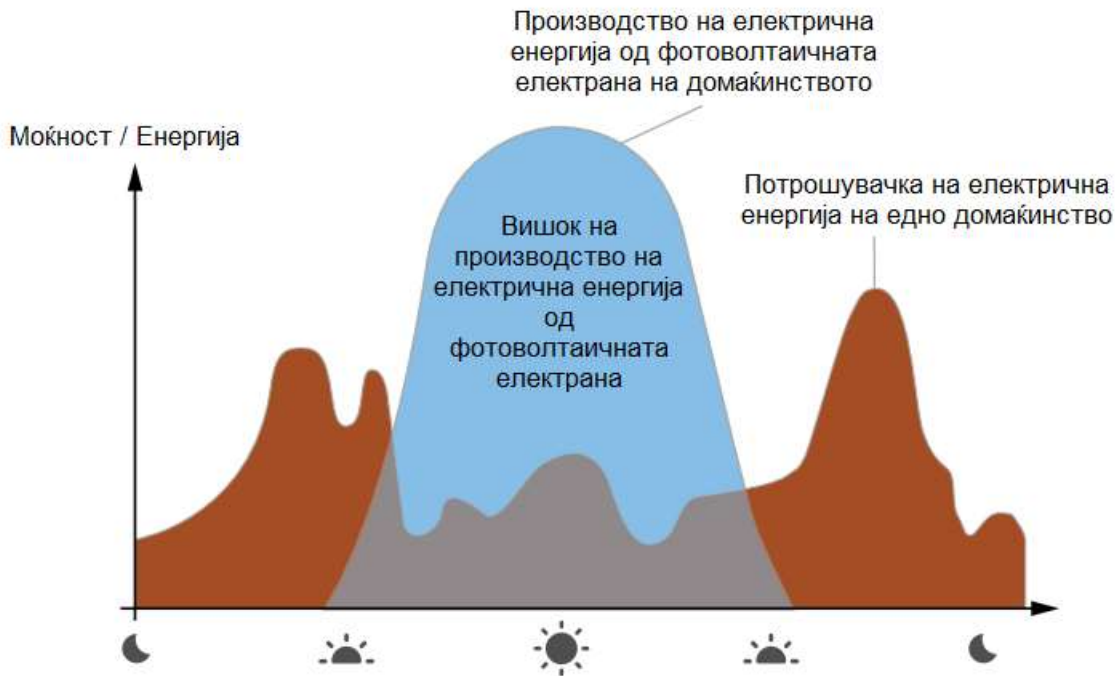
Во пракса се покажа дека производството и потрошувачката на електрична енергија не се рамномерни, поради што има вишок и недостиг на електрична енергија кога производството е од фотоволтаични електрани. Вишокот се јавува кога производството е поголемо од потрошувачката, додека спротивно кога имаме поголема потрошувачка, потребите се обезбедуваат од електроенергетската мрежа. Токму поради овие варијации, предавањето на вишокот на електричната енергија во дистрибутивна мрежа е одличен начин за „складирање“ на вишоците без потреба од дополнителни батерии во рамките на сопствената фотоволтаична централа. Варијабилноста на потрошувачката и производството на електрична енергија се рефлектира во две матрици кои диктираат колку електрична енергија ќе се произведува и троши во самото домаќинство:

1. Дневно производство и потрошувачка на електрична енергија, и
2. Месечно производство и потрошувачка на електрична енергија.

ДНЕВНО ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРОШУВАЧКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА

Позицијата на Сонцето се менува во текот на денот, а количината на сончево зрачење зависи од периодот во текот на денот. Нападне имаме најголемо производство на електрична енергија, додека потрошувачката во тоа време е прилично мала. Од друга страна, најголема потрошувачка на електрична енергија има во утринските и вечерните часови. На следната слика прикажано е типичното дневно производство на електрична енергија на едно домаќинство, како и дневната потрошувачка на електрична енергија. Од сликата може да се види дека производството на електрична енергија во текот на денот варира и е најмало во утринските и попладневните часови, а најголемо во пладневните часови (наплодне), додека пак потрошувачката на електрична енергија за едно просечно домаќинство е најголема во раните утрински и доцните попладневни и вечерни часови. Поради ваквата непропорционалност на потрошувачката и производството на електрична енергија кај едно домаќинство со фотоволтаична електрана, во текот на пладневните

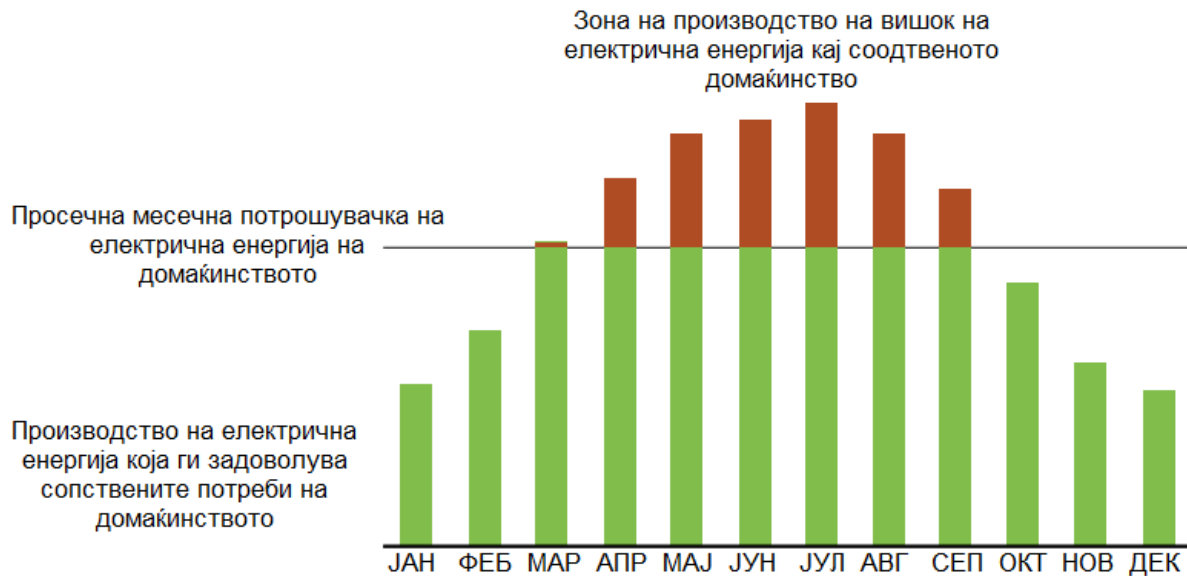
часови се јавуваат вишоци на електрична енергија кои се предаваат во дистрибутивната мрежа, односно се продаваат на снабдувачот со електрична енергија на соодветното домаќинство.



Сл. 3. Појава на вишок дневно производство на електрична енергија во домаќинство со фотоволтаична централа

МЕСЕЧНО ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРОШУВАЧКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА

Бројот на сончеви денови и интензитетот на зрачењето е променлив во текот на годината и во текот на денот и зависи од оддалеченоста на Земјата од Сонцето, како и од наклонот на нејзината оска. Најмногу енергија се генерира во текот на летните месеци, а поради природата на потрошувачка кај домаќинствата, токму тогаш се јавува и најголемо количество вишок на електрична енергија кај домаќинствата со фотоволтаична централа. На следната слика прикажано е месечното производство на електрична енергија кај едно домаќинство со фотоволтаична централа, од каде може да се види дека во зимските месеци скоро и да немаме вишок на електрична енергија, додека пак во дел од пролетните, летните и дел од есенските месеци се јавуваат одредени вишоци на електрична енергија произведена од фотоволтаичната централа.



Сл. 4. Годишни вишоци на електрична енергија кај домаќинство со фотоволтаична централа

ФОТОВОЛТАИЧНА ЦЕНТРАЛА

Фотоволтаичната централа е генератор на електрична енергија, што се создава со претворање на сончевата светлина во електрична енергија преку фотоволтаични соларни панели.

Кога велиме фотоволтаична централа, првото нешто што ни паѓа на ум се фотоволтаичните панели на покривот од куќата. Овие панели се важен и видлив дел од фотоволтаичната централа, но има и други уреди кои се неопходни да се инсталираат за да може фотоволтаичната централа да биде комплетна, технички усогласена и подготвена за употреба.

Овде ќе ги претставиме основните елементи кои ни се важни како корисници, со цел подобро да разбереме како функционира една фотоволтаична централа и што е потребно за нејзината изградба.

ЕЛЕМЕНТИ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА

ФОТОВОЛТАЧНИ ПАНЕЛИ (МОДУЛИ)

Фотоволтаичните панели се клучен дел од фотоволтаичниот систем и нивната улога е да ја претворат сончевата енергија во DC - еднонасочна електрична енергија. Најчесто се среќаваме со два вида панели: монокристални и поликристални панели.

МОНОКРИСТАЛНИТЕ ПАНЕЛИ се карактеризираат со повисока ефикасност (15-23%), помала потребна површина за инсталација, подобра работа во услови на слаба осветленост и подолг животен век. Се разбира, овие типови на панели се поскапи, но тие се идеални за мали покриви, со оглед на тоа што испорачуваат поголема количина на енергија на метар квадратен.

ПОЛИКРИСТАЛНИТЕ ПАНЕЛИ имаат помала ефикасност (13-16%) и бараат поголема површина за иста количина на енергија во споредба со монокристалните панели. Предноста на овие панели е што се поевтини, па доколку имате доволно простор на покривот, тие можат да бидат идеално решение.

Не постои универзален совет за избор на фотоволтаични панели, но пред да купите панел, проверете ја ефикасноста и цена на фотоволтаичните панели и споредете ги овие параметри со површината на покривот и годишната потрошувачка на вашето домаќинство, за да можете најдобро да процените кои панели се најпогодни за вас.

Животниот век на соларните панели се проценува врз основа на гаранциите од страна на производителот во однос на ефикасноста на панелите. Најчесто гаранцијата е до 15 години, додека гаранцијата за 85% од излезната моќност на фотоволтаичните панели е 25 години. Фотоволтаичните панели, со соодветно одржување, можат да траат и подолго од 25 години.

Отпорноста од силен ветер и град е една од најчестите грижи кога се размислува за поставување фотоволтаични панели. Денешните панели можат да издржат ветрови до 120 km/h и град од 2,5 cm кои се движат со брзина од 25 m/s. Вакви екстремни временски услови ретко се случуваат во нашиот регион.

ИНВЕРТОР

Инверторот, пред сè, е задолжен за претворање на произведената еднонасочна струја во наизменична струја, која ја користиме секојдневно во нашето домаќинство. Покрај тоа што е задолжен за претворање на електричната енергија, инверторот има и улога и да усогласи некои од техничките карактеристики на електричната енергија (синхронизација на фаза и фреквенција, излезен напон и сл.) за да може да се користи во домаќинството, а вишокот непречено да влегува во електродистрибутивниот систем.

Дополнително, инверторот исполнува одредени безбедносни функции кои спречуваат дефекти во системот кои можат трајно да ја оштетат фотоволтаичната централа.

Гаранцијата на инвертерот, како комплетен производ, обично е 10 години, а неговиот животен век е од 12 до 20 години, соодветно од начинот на кој е поставен, излженоста на надворешни влијанија, како и начинот на експлоатација.

МЕРЕН ОРМАР

Мерниот ормар е местото каде што се наоѓа уредот - двонасочно броило за мерење на протокот на електрична енергија, како во однос на потрошувачката, така и во однос на испораката на електрична енергија до електродистрибутивниот систем.

При изградба на фотоволтаична централа, потребно е едностранното броило да се замени со двонасочно, имајќи предвид дека, со отпочнување на работата на електраната, струјата ќе почне да „тече“ во два правци. Трошоците за замена на броилото се на товар на операторот на електродистрибутивната мрежа.

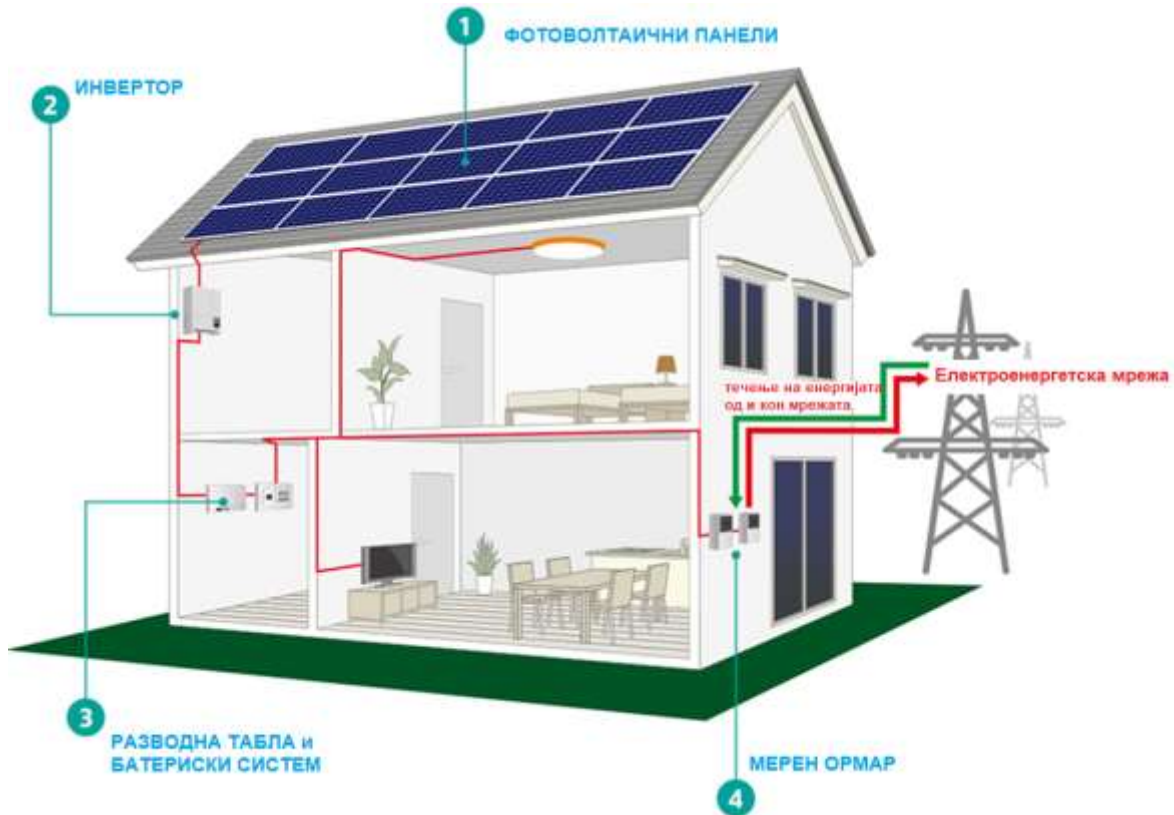
Покрај мерната опрема, во овој ормар е поставена и заштитна опрема, која обезбедува заштита на уредите доколку дојде до дефект на електраната, при што системот автоматски се исклучува од електродистрибутивната мрежа, за да не дојде до оштетување на инфраструктурата. Исто така потребно е да се инсталира таква опрема која доколку дојде до прекин на испораката на електрична енергија од страна на електродистрибутивната мрежа, во исто време да се исклучи, односно да се запре, испораката на електрична енергија и од фотоволтаичната електрана.

ОСТАНАТА ОПРЕМА

Во останата опрема влегуваат дополнителните уреди (smart power meters – дополнителни уреди за мерење на произведената и потрошената електрична енергија, уреди за далечински мониторинг на фотоволтаичната електрана и тн.), прекинувачи, склопки, кабли, подконструкција и тн..

БАТЕРИЈА

Во рамките на фотоволтаичната централа можете да имате и сопствена батерија за складирање на вишокот на електрична енергија, која може да се користи кога имаме намалено производство или во ноќните часово кога немаме производство на електрична енергија од фотоволтаичната централа. Сепак во моментот батериските системи, прилично многу ја поскапуваат инвестицијата и не се исплатливи за инсталирање. Како и фотоволтаичните панели, така и батериските системи од ден на ден се се поефитини и поприфатливи за инсталирање, па затоа во иднина со неминовното зголемување на цената на електрична енергија за домаќинствата, се очекува исплатливоста да биде се поголема и овие системи да бидат се поатрактивни за инсталирање.



Сл. 5. Компоненти на фотоволтаичната централа во едно домаќинство

ТРОШОЦИ ЗА ИНСТАЛАЦИЈА НА ФОТОВОЛТАИЧНА ЦЕНТРАЛА И НАЧИН НА ФИНАНСИРАЊЕ

Во моментот цената за инсталирање на една фотоволтаична централа, на принципот „клуч на рака“ со вклучени сите трошоци (проектирање, градба и пуштање во работа на фотоволтаичната електрана), во нашата земја, се движи во граници од околу 1.000 €, до 1.500 € по инсталиран kW, во зависност од големината и од опремата која се инсталира во самата фотоволтаична централа.

Во оваа анализа разгледувани се фотоволтаични системи со инсталирана моќност од 2 kWp до 6 kWp, а во следната Табела [1] дадени се пресметковните цени за инсталирање на една фотоволтаична централа согласно инсталирната моќност:

Табела 1. Пресметковни цени за инсталирање на фотоволтаични центри

Инсталирана моќност	(kWp)	2	3	4	5	6
Цената за инсталирање	(€)	3,000 €	4,200 €	5,000 €	5,500 €	6,000 €

на фотоволтаична централа	(ден.)	184,500ден.	258,300ден.	307,500ден.	338,250ден.	369,000ден.
---------------------------------	--------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Финансирањето на градбата на фотоволтаичната централа во анализата е предвидено да биде со 70% со кредит со каматна стапка од 4,5%, со период на враќање од 10 години, а 30% сопствени средства. Стапката на инфлација, за целиот период на експлатација на фотоволтаичната централа – 25 години, предвидено е да изнесува 3,5%.

ЦЕНА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ЗА ДОМАЌИНСТВОТА ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

Цената на електрична енергија за за малите потрошувачи, снабдувани од страна на ЕВН Хоме во нашата земја, се определува од страна на Регулаторната Комисија за енергетика ни водни услуги. Согласно последната одлука за одобрување на регулираниот максимален приход и цени на пресметковните елементи за вршење на енергетската дејност снабдување со електрична енергија на потрошувачи кои ги снабдува универзалниот снабдувач ЕВН ХОМЕ ДОО Скопје за 2022 година (<https://www.erc.org.mk/odluki/229.06.2022%20ODLUKA%20-%20EVN%20HOME%202022.pdf>), цената на електрична енергија за домаќинствата изнесува:

Табела 2. Цена на електрична енергија по блок тарифи

	Цени на електрична енергија за домаќинствата
BT1	4.4 ден.
BT2	4.7 ден.
BT3	5.3 ден.
BT4	14.1ден.
HT	0.6 ден.

Од овде може да се види дека постојат 4 блокови и цени на електрична енергија за домаќинствата, согласно месечната потрошувачка на електрична енергија во висока тарифа. Распределбата по блокови во висока тарифа согласно потрошувачката на електрична енергија во висока тарифа изнесува:

Табела 3. Распределба во блок тарифи според потрошена електрична енергија

БЛОК	Количини на електрична енергија во блокот (kWh)
BT1	До 210
BT2	Од 211 до 630
BT3	Од 631 до 1050
BT4	Повеќе од 1050

Со оглед на природата на производството на електрична енергија од фотоволтаичните централи и периодот кога цената на електричната енергија се тарифира со висока тарифа, а тоа е во текот на денот од 06 наутро до 22 навечер, поставувањето на фотоволтаични електрани дополнително ќе влијае на намалување на трошоците за електрична енергија на домаќинствата.

ЦЕНА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА НА ВИШОКОТ КОЈ СЕ ПРЕДАВА НА ДИСТРИБУТИВНАТА МРЕЖА

Според член 5 став (1) од Правилникот за обновливи извори на енергија вишокот на електричната енергија што снабдувачот ја презема од потрошувачот/производител (C) во пресметковниот период се вреднува на следниов начин:

1. $C = PCE * 0,9$, ако во пресметковен период $E_i \geq E_p$
2. $C = PCE * 0,9 * E_i / E_p$, ако во пресметковен период $E_i < E_p$,

Каде што:

- E_i е вкупната електрична енергија испорачана од снабдувачот и преземена од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период и изразена во kWh;
- E_p е вкупната електрична енергија предадена во електродистрибутивна мрежа од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период и изразена во kWh,;
- PCE е просечна цена на електрична енергија која потрошувачот/производител ја плаќа на снабдувачот за купената електрична енергија, без надомест за користење на мрежа (мрежарина) и други надоместоци и даноци, во рамките на пресметковен период и изразена во ден./kWh. Во моментот таа цена е 3,2595 ден./kWh.

Согласно моменталните услови, доколку вкупната електрична енергија испорачана од снабдувачот и преземена од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период е поголема од вкупната електрична енергија предадена во електродистрибутивна мрежа од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период, цената на електрична енергија на предадените вишоци, ќе изнесува:

$$C = PCE * 0,9 = 3,2595 \text{ ден./kWh} * 0,9 = 2.93355 \text{ ден./kWh}$$

Доколку пак вкупната електрична енергија испорачана од снабдувачот и преземена од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период е помала за 20% од вкупната електрична енергија предадена во електродистрибутивна мрежа од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период, цената на електрична енергија па предадените вишоци, ќе изнесува:

$$C = PCE * 0,9 * 1/1,2 = 3,2595 \text{ ден./kWh} * 0,9 * 0.83333 = 2.444625 \text{ ден./kWh}$$

Доколку пак вкупната електрична енергија испорачана од снабдувачот и преземена од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период е помала за 50% од вкупната електрична енергија предадена во електродистрибутивна мрежа од потрошувачот-производител во рамките на пресметковен период, цената на електрична енергија па предадените вишоци, ќе изнесува:

$$C = PCE * 0,9 * 1/1,2 = 3,2595 \text{ ден./kWh} * 0,9 * 0.666 = 1.9557 \text{ ден./kWh}$$

Со претходните примери сакавме само да алармарима дека со сегашниот Правилникот за обновливи извори на енергија, предимензионирањето на фотоволтаичниот систем не е воопшто исплатливо. Односно доколку имаме многу поголеми предавање на вишоци на електрична енергија, од она што домаќинството го троши од електродистрибутивната мрежа, дополнително ќе влијае да се намали цената на електрична енергија за предадените вишоци. Ова го прави предимензионирањето систем далеку понисплатлив.

Претходните примери покажуваат дека поставувањето на фотоволтаични системи на викендици или на објекто/домаќинства каде немаме голема потрошувачка на електрична енергија не е исплатливо.

ТРОШОЦИ ЗА ОДРЖУВАЊЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНИТЕ ЦЕНТРАЛИ

Во принцип, годишните трошоци за одржување се сведуваат само на трошоци за отстранување на прашина и нечистотија од фотоволтаичните панели, односно чистење на стаклената површина на фотоволтаичните панели, се со цел да не се намали производството на електрична енергија од истите. Фотоволтаичните панели треба да се чистат кога температурата не е висока, обично наутро или доцна попладне. Словите од прашина и нечистотија од фотоволтаичните панели може да се мијат со вода под притисок (мини перење). Во повеќето случаи, чистењето е неопходно само за време на долги сушни периоди (кога нема дожд што обезбедува природно чистење) и по дожд од југ, измешан со песок од Сахара.

Сепак дополнителни проверки, а во некои случаи и технички зафати, се потребни и на другата опрема кај фотоволтаичните централи. Дополнително, поради пократкиот животен век на инверторот (од 12 до 20 години) од животниот век на фотоволтаичните панели, потребно е да се предвидат средства и за замена на инверторот по 12-тата година.

Во конкретната анализа предвидени се трошоците за одржување на фотоволтаичните централи да изнесуваат:

Табела 4. Табела со пресметковни цени за одржување на фотоволтаичните системи

ИНСТАЛИРАНА МОКНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНИОТ СИСТЕМ	2 kWp	3 kWp	4 kWp	5 kWp	6 kWp
---	-------	-------	-------	-------	-------

Трошоци за замена на инвертор на 12-тата година	67.0 €	100.0 €	133.3 €	166.7 €	200.0 €
Трошоци за осигурување ($\approx 2 \text{ €/kWp}$)	4.0 €	6.0 €	8.0 €	10.0 €	12.0 €
Трошоци за резервни делови и материјали за одржување ($\approx 2,5 \text{ €/kWp}$)	5.0 €	7.5 €	10.0 €	12.5 €	15.0 €
Трошоци за одржување од страна на производителите на опрема ($\approx 2,5 \text{ €/kWp}$)	5.0 €	7.5 €	10.0 €	12.5 €	15.0 €
Трошоци за чистење на опремата и панелите ($\approx 5 \text{ €/kWp}$)	10.0 €	15.0 €	20.0 €	25.0 €	30.0 €
ВКУПНО	91.0 €	136.0 €	181.3 €	226.7 €	272.0 €

МЕТОДОЛОШКИ ПРИОД НА АНАЛИЗАТА

Методологијата за пресметка на економската исплатливост за поставување на фотоволтаични центри на домаќинствата во нашата земја, е направена врз база на сегшната Законска и поздаконска регулатива, која покрај останатите рамки ги регулира инсталираниот капацитет и цените на електрична енергија на вишокот на електрична енергија. При тоа разгледувани се домаќинства со различна потрошувачка на електрична енергија од 5.400 до 16.300 kWh на годишно ниво, како и инсталирана моќност на фотоволтаичната централа од 2 kWp до 6 kWp.

Значајно, за прецизноста на пресметките е да се напомене дека месечната и годишната потрошувачка на електрична енергија на анализираните домаќинства, е разложена на часовно ниво, согласно стандардните криви, дадени од страна на Електродистрибуција ДООЕЛ, компанија одговорна за дистрибуција на електрична енергија во нашата земја. Дополнително, за пресметка на годишното сончево зрачење, како и за очекуваното годишно, часовно и месечно производство на електрична енергија од предвидените фотоволтаични системи во оваа анализа се користи софтверот PV*SOL premium кој располага со податоци за сончево зрачење на секоја локација од базата на Meteonorm.

На крајот согласно моменталните цени на електрична енергија, кои важат за домаќинствата во нашата земја, снабдувани од ЕВН ХОМЕ ДОО Скопје, снабдувач во краен случај во нашата земја, кој ги снабдува скоро 99,9% од домаќинствата, ќе биде направена економска анализа за исплатливоста на поставените фотоволтаични системи и тоа за две варијанти: без поддршка/субвенции од страна на државата и со поддршка/субвенции од страна на државата и тоа во висина согласно Програмата за промоција на обновливите извори на енергија и поттикнување на енергетската ефикасност во домаќинствата за 2023 година. Со оваа програма со средства од Буџетот се надоместуваат дел од трошоците за купување и инсталирање на фотонапонски електроцентрали за производство на електрична енергија до 6 kW за сопствена потрошувачка за домаќинствата, на градба на која има право на сопственост или користење, до 30%, но не повеќе од 80.000 денари по домаќинство за 2023 година, во вкупен износ од 30.000.000 денари.

РЕЗУЛТАТИТ ОД АНАЛИЗАТА

Резултатите од анализата ќе бидат дадени за секоја инсталирана моќност од 2 kWp до 6 kWp и за различна потрошувачка на електрична енергија од 5.400 до 16.300 kWh на годишно ниво. За секоја инсталирана моќност детално на месечно ниво ќе бидат дадени:

1. месечна потрошувачка на електрична енергија без фотоволтаичен систем
2. месечното очекувано производство на електрична енергија од фотоволтаичниот систем со различна инсталирна моќност
3. очекуваниот вишок на електрична енергија од фотоволтаичниот систем со различна инсталирна моќност
4. месечна потрошувачка на електрична енергија без фотоволтаичен систем
5. месечните и годишните трошоци за електрична енергија без фотоволтаичен систем
6. месечните и годишните трошоци за електрична енергија со фотоволтаичен систем
7. намалените трошоци поради користењето на електрична енергија од фотоволтаичниот систем
8. очекуваните приходи од продажба на вишоци на електрична енергија од фотоволтаичниот систем

Поради многуте податоци и анализи, за секоја инсталирана моќност претходните параметри ќе бидат дадени само за годишна потрошувачка на електрична енергија на едно домаќинство од околу 10.850 kWh, за различна инсталирана моќност од 2 kWp до 6 kWp.

Дополнително за секоја потрошувачка на електрична енергија за едно домаќинство, во ранг од 5.400 до 16.300 kWh, ќе биде презентираан периодот на поврат на инвестицијата.

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 2 kWp

Ваквите фотоволтаични системи се мали фотоволтаични системи за кој е потребно помал слободен простор на кровната конструкција – околу 10m² и вообичаено се со монофазни инвертори, односно ја покриваат само една фаза од домаќинството. Сепка постојат и



трофазни системи (инвертори) со мали инсталирани моќности кои се покорисни за домаќинствата од економска и техничка гледна точка.

Во следната Табела дадени се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 2 kWp и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 6kW ФВ систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со ФВ систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без ФВ систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со ФВ систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	172.55	-	442.33	1,763.65	14,068.59	12,129.66	1,938.93
2	712.50	175.06	13.39		550.84	5,094.36	3,645.73	1,448.63
3	1,207.20	242.20	0.01		965.01	8,449.65	6,423.81	2,025.84
4	1,180.80	229.40	-		951.40	8,242.13	6,353.67	1,888.46
5	591.30	264.00	52.39		379.69	4,088.94	2,471.18	1,617.76
6	535.10	289.05	76.91		322.96	3,778.38	2,150.16	1,628.22
7	481.60	304.42	99.15	960.61	276.33	3,346.91	1,809.88	1,537.03
8	505.90	287.55	82.48		300.83	3,562.75	1,993.04	1,569.71
9	476.80	243.23	74.53		308.11	3,365.93	2,084.24	1,281.69
10	513.00	209.75	53.75		357.00	3,586.16	2,380.98	1,205.18
11	1,078.00	151.75	-		926.25	7,528.20	6,290.34	1,237.86
12	1,635.70	141.04	-		1,494.66	11,711.77	10,455.93	1,255.84
ВК.	10,854.10	2,710.00	452.62	1,402.94	8,596.72	76,824 ден	58,189 ден	18,635.15
						Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]		20,038.09

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела [5] дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на 2 kWp и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 5.400 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 5. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за 2 kWp фотоволтаичен систем

2 kWp ФОТОВОЛТАИЧЕН СИСТЕМ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата Без субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата Со субвенции од државата
5,427	1,105.79	12.87	9.01
5,970	1,011.88	12.47	8.73
6,512	925.74	12.11	8.48
7,055	847.57	11.78	8.24
7,598	775.72	11.44	8.01
8,141	709.73	11.16	7.81
8,683	649.72	10.92	7.65
9,226	594.43	10.73	7.51
9,769	544.11	10.55	7.39
10,311	497.09	10.36	7.25
10,854	452.62	9.94	6.96
11,397	410.71	9.46	6.62
11,940	370.97	8.95	6.26
12,482	333.45	8.59	6.01
13,025	297.55	8.27	5.79
13,568	263.62	8.17	5.72
14,110	232.05	8.10	5.67
14,653	202.58	8.05	5.63
15,196	174.90	7.99	5.60
15,738	149.23	7.95	5.56
16,281	125.70	7.87	5.51

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 3 kWp

Ваквите фотоволтаични системи се мали фотоволтаични системи за кој е потребно помал слободен простор на крвоната конструкција – околу 15m² и може да се најдат со монофазни инвертори, како и со трофазни системи (инвертори).

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела [6] дадени се

вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на 3 kWp и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 5.400 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 6. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за 3 kWp фотоволтаичен систем

3 kWp ФОТОВОЛТАИЧЕН СИСТЕМ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата Без субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата Со субвенции од државата
5,427	2,231.71	13.74	9.62
5,970	2,102.42	13.29	9.30
6,512	1,980.65	12.87	9.01
7,055	1,866.98	12.50	8.75
7,598	1,759.78	12.13	8.49
8,141	1,658.68	11.79	8.25
8,683	1,563.65	11.49	8.04
9,226	1,473.25	11.24	7.87
9,769	1,388.62	11.02	7.72
10,311	1,309.30	10.80	7.56
10,854	1,234.51	10.42	7.29
11,397	1,163.58	9.98	6.99
11,940	1,096.52	9.52	6.66
12,482	1,033.60	8.99	6.30
13,025	974.57	8.65	6.05
13,568	918.30	8.38	5.87
14,110	865.76	8.22	5.75
14,653	816.16	8.13	5.69
15,196	768.70	8.07	5.65
15,738	722.96	8.01	5.60
16,281	678.93	7.92	5.55

Во следната Табела дадени се пак вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 3 kWp и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 3kW ФВ систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со ФВ систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без ФВ систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со ФВ систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	258.83	-	1,426.07	1,677.37	14,068.59	11,371.08	2,697.51
2	712.50	262.58	67.14		517.05	5,094.36	3,382.34	1,712.02
3	1,207.20	363.30	20.84		864.74	8,449.65	5,627.72	2,821.93
4	1,180.80	344.10	21.92		858.62	8,242.13	5,622.52	2,619.61
5	591.30	396.00	151.94		347.24	4,088.94	2,246.87	1,842.07
6	535.10	433.58	198.25		299.77	3,778.38	1,989.24	1,789.14
7	481.60	456.64	234.24	2,400.43	259.21	3,346.91	1,698.60	1,648.32
8	505.90	431.32	208.26		282.84	3,562.75	1,870.27	1,692.48
9	476.80	364.84	177.95		289.91	3,365.93	1,953.22	1,412.71
10	513.00	314.63	138.71		337.08	3,586.16	2,239.10	1,347.05
11	1,078.00	227.62	15.26		865.64	7,528.20	5,806.64	1,721.56
12	1,635.70	211.56	-		1,424.14	11,711.77	9,828.01	1,883.76
ВК.	10,854.10	4,065.00	1,234.51	3,826.50	8,023.61	76,824 ден	53,636 ден	23,188.17
						Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]		27,014.67

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 4 kWp

Ваквите фотоволтаични системи се мали фотоволтаични системи за кој е потребно слободен простор на крвоната конструкција од околу 20 m² и може да се најдат со монофазни инвертори, како и со трофазни системи (инвертори).

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела [7] дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на 4 kWp и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 5.400 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 7. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за 4 kWp фотоволтаичен систем

4 kWp ФОТОВОЛТАИЧЕН СИСТЕМ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата <u>Без</u> субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата <u>Со</u> субвенции од државата
5,427	3,456.76	14.11	10.44
5,970	3,304.69	13.22	9.78
6,512	3,159.47	12.66	9.37
7,055	3,020.56	12.29	9.09
7,598	2,887.93	11.93	8.83
8,141	2,761.73	11.60	8.58
8,683	2,640.91	11.30	8.36
9,226	2,526.36	11.02	8.15
9,769	2,416.74	10.78	7.98
10,311	2,311.95	10.56	7.81
10,854	2,211.61	10.20	7.55
11,397	2,116.03	9.81	7.26
11,940	2,023.81	9.40	6.96
12,482	1,935.38	8.94	6.61
13,025	1,851.53	8.52	6.31
13,568	1,771.56	8.19	6.06
14,110	1,695.17	7.97	5.90
14,653	1,621.92	7.80	5.77
15,196	1,551.47	7.71	5.71
15,738	1,483.87	7.63	5.65
16,281	1,419.48	7.54	5.58



Во следната Табела дадени се пак вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 4 kWp и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 4kW ФВ систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со ФВ систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без ФВ систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со ФВ систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	345.10	0.11	2,808.77	1,591.20	14,068.59	10,613.55	3,455.04
2	712.50	350.11	133.67		496.06	5,094.36	3,217.89	1,876.47
3	1,207.20	484.40	86.34		809.14	8,449.65	5,191.92	3,257.73
4	1,180.80	458.80	86.45		808.45	8,242.13	5,232.67	3,009.46
5	591.30	528.00	267.90		331.20	4,088.94	2,139.10	1,949.83
6	535.10	578.10	331.70		288.70	3,778.38	1,911.59	1,866.79
7	481.60	608.85	379.43	4,046.35	252.19	3,346.91	1,653.59	1,693.32
8	505.90	575.09	343.86		274.67	3,562.75	1,812.84	1,749.92
9	476.80	486.56	290.45		280.69	3,365.93	1,887.92	1,478.01
10	513.00	419.51	232.71		326.20	3,586.16	2,163.20	1,422.95
11	1,078.00	303.49	53.87		828.38	7,528.20	5,511.49	2,016.71
12	1,635.70	282.08	5.11		1,358.73	11,711.77	9,249.19	2,462.58
ВК.	10,854.10	5,420.11	2,211.61	6,855.12	7,645.60	76,824 ден	50,585 ден	26,238.81
							Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]	33,093.92

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 5 kWp

Ваквите фотоволтаични системи се мали фотоволтаични системи за кој е потребно слободен простор на крвоната конструкција од околу 25 m² и може да се најдат со монофазни инвертори, како и со трофазни системи (инвертори).

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на 5 kWp и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 5.400 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 8. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за 5 kWp фотоволтаичен систем

5 kWp ФОТОВОЛТАИЧЕН СИСТЕМ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата <u>Без</u> субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата <u>Со</u> субвенции од државата
5,427	4,731.28	15.07	11.51
5,970	4,562.60	13.56	10.35
6,512	4,399.82	12.71	9.71
7,055	4,243.73	12.02	9.18
7,598	4,093.82	11.39	8.69
8,141	3,949.26	11.01	8.41
8,683	3,809.72	10.73	8.20
9,226	3,675.19	10.47	8.00
9,769	3,546.04	10.23	7.81
10,311	3,421.23	10.01	7.64
10,854	3,301.08	9.69	7.40
11,397	3,186.00	9.34	7.13
11,940	3,075.02	8.98	6.85
12,482	2,967.89	8.57	6.54
13,025	2,864.31	8.20	6.26
13,568	2,764.47	7.86	6.01
14,110	2,668.55	7.56	5.77
14,653	2,575.35	7.38	5.63
15,196	2,484.85	7.21	5.51
15,738	2,397.74	7.13	5.44
16,281	2,314.36	7.04	5.37



Во следната Табела дадени се пак вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 5 kWp и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 5kW ФВ систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со ФВ систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без ФВ систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со ФВ систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	431.38	10.93	4,407.97	1,515.75	14,068.59	9,958.91	4,109.68
2	712.50	437.64	208.28		483.14	5,094.36	3,118.04	1,976.32
3	1,207.20	605.50	172.11		773.81	8,449.65	4,918.38	3,531.27
4	1,180.80	573.50	169.03		776.33	8,242.13	4,990.10	3,252.03
5	591.30	660.00	391.71		323.01	4,088.94	2,085.93	2,003.00
6	535.10	722.63	470.05		282.52	3,778.38	1,871.23	1,907.15
7	481.60	761.06	527.21	5,824.04	247.75	3,346.91	1,625.46	1,721.45
8	505.90	718.87	483.85		270.88	3,562.75	1,786.23	1,776.52
9	476.80	608.06	406.33		275.06	3,365.93	1,847.28	1,518.65
10	513.00	524.39	332.16		320.78	3,586.16	2,126.56	1,459.59
11	1,078.00	379.37	104.09		802.73	7,528.20	5,311.50	2,216.71
12	1,635.70	352.60	25.32		1,308.42	11,711.77	8,814.43	2,897.35
ВК.	10,854.10	6,775.00	3,301.08	10,232.02	7,380.18	76,824 ден	48,454 ден	28,369.71
						Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]		38,601.73

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА ОД 6 kWp

Ваквите фотоволтаични системи се мали фотоволтаични системи за кој е потребно слободен простор на кровната конструкција од околу 30 m² и најчесто се со трофазни системи (инвертори).

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на 6 kWp и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 5.400 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 8. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за 6 kWp фотоволтаичен систем

6 kWp ФОТОВОЛТАИЧЕН СИСТЕМ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата <u>Без</u> субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата <u>Со</u> субвенции од државата
5,427	6,031.92	16.82	13.17
5,970	5,852.20	15.07	11.80
6,512	5,677.54	13.65	10.69
7,055	5,508.34	12.33	9.66
7,598	5,344.10	11.69	9.16
8,141	5,185.03	11.13	8.71
8,683	5,031.77	10.62	8.32
9,226	4,883.24	10.16	7.96
9,769	4,739.11	9.91	7.76
10,311	4,599.13	9.69	7.59
10,854	4,463.43	9.39	7.35
11,397	4,331.82	9.07	7.10
11,940	4,204.84	8.74	6.84
12,482	4,080.98	8.36	6.55
13,025	3,961.29	8.02	6.29
13,568	3,845.85	7.72	6.04
14,110	3,733.96	7.43	5.82
14,653	3,625.06	7.17	5.62
15,196	3,519.57	6.99	5.47
15,738	3,416.89	6.84	5.36
16,281	3,317.36	6.74	5.28



Во следната Табела дадени се пак вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 5 kWp и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 6kW ФВ систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со ФВ систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без ФВ систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со ФВ систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	517.66	43.68	6,159.96	1,462.22	14,068.59	9,500.72	4,567.87
2	712.50	525.17	285.87		473.21	5,094.36	3,043.76	2,050.61
3	1,207.20	726.60	270.21		750.80	8,449.65	4,745.50	3,704.15
4	1,180.80	688.20	260.10		752.70	8,242.13	4,816.66	3,425.47
5	591.30	792.01	518.15		317.45	4,088.94	2,049.75	2,039.18
6	535.10	867.15	609.33		277.27	3,778.38	1,837.34	1,941.04
7	481.60	913.27	675.72	7,674.88	244.05	3,346.91	1,601.72	1,745.19
8	505.90	862.64	624.64		267.89	3,562.75	1,765.29	1,797.46
9	476.80	729.68	524.50		271.62	3,365.93	1,820.85	1,545.08
10	513.00	629.26	433.41		317.15	3,586.16	2,101.36	1,484.80
11	1,078.00	455.24	161.31		784.07	7,528.20	5,166.58	2,361.62
12	1,635.70	423.13	56.52		1,269.09	11,711.77	8,469.79	3,241.98
ВК.	10,854.10	8,130.00	4,463.43	13,834.84	7,187.53	76,824 ден	46,919 ден	29,904.45
						Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]		43,739.29



РЕЗИМЕ

Поставувањето на фотоволтаични центри на домаќинствата е исплатлива инвестиција, која помага да се намалат трошоците за електрична енергија, кај самите домаќинства.

Исплатливоста на инвестицијата зависи, како од месечната и годишна потрошувачка на електрична енергија, така и од инсталираната моќност на фотоволтаичната централа. На самата инвестиција влијаат повеќе фактори, но еден од највлијателните е цената на електрична енергија за предадените вишоци на електрична енергија во дистрибутивниот системи продадени на Снабдувачот на домаќинствата, како и методологијата за пресметка на таа цена. Исто така на исплатливоста, влијае и цената на електрична енергија за домаќинствата во нашата земја, која е обезбедена од најголемиот производител на електрична енергија АД ЕСМ и продадена на ЕВН Хоме. Оваа цена поради структурата на компанијата и економските и политички прилики во нашата земја е субвенционирана од страна на Владата на Република Северна Македонија. Дополнително согласно методологијата за определување на цените на електрична енергија донесена од страна на РКЕ, дополнително оваа цена е субвенционирана од страна на правните субјекти снабдувани од ЕВН Хоме со т.н. вкргено субвенционирање.

Сепак и со овие препреки исплатливоста на фотоволтаичните центри поставени на домаќинствата, како шути и погоре е наведено, е исплатлива инвестиција, која согласно инсталираната моќност и годишната и месечна потрошувачка, се движи од 6,7 до 16,8 години без субвенции од страна на државата во однос на трошоците за инсталирање.

Доколку се аплицира и се добијат субвенции од страна на државата, согласно „Програмата за промоција на обновливите извори на енергија и поттикнување на енергетската ефикасност во домаќинствата за 2023 година“ исплатливоста се движи во граници од 5,3 до 13,2 години согласно инсталираната моќност и годишната и месечна потрошувачка на електрична енергија на самото домаќинство.

Во следните Табели дадена е исплатливоста (период на поврат на инвестицијата) без и со субвенции од страна на државата согласно програмата за промоција на обновливите извори на енергија и поттикнување на енергетската ефикасност во домаќинствата за 2023 година.

Табела 9 Исплатливост на фотоволтаичните централи поставени на домаќинствата во Република Северна Македонија без субвенции од страна на државата

Потрошувачка на ЕЕ (kWh) годишно	ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА (kWp)				
	6	5	4	3	2
5,427	16.82	15.07	14.11	13.74	12.87
5,970	15.07	13.56	13.22	13.29	12.47
6,512	13.65	12.71	12.66	12.87	12.11
7,055	12.33	12.02	12.29	12.50	11.78
7,598	11.69	11.39	11.93	12.13	11.44
8,141	11.13	11.01	11.60	11.79	11.16
8,683	10.62	10.73	11.30	11.49	10.92
9,226	10.16	10.47	11.02	11.24	10.73
9,769	9.91	10.23	10.78	11.02	10.55
10,311	9.69	10.01	10.56	10.80	10.36
10,854	9.39	9.69	10.20	10.42	9.94
11,397	9.07	9.34	9.81	9.98	9.46
11,940	8.74	8.98	9.40	9.52	8.95
12,482	8.36	8.57	8.94	8.99	8.59
13,025	8.02	8.20	8.52	8.65	8.27
13,568	7.72	7.86	8.19	8.38	8.17
14,110	7.43	7.56	7.97	8.22	8.10
14,653	7.17	7.38	7.80	8.13	8.05
15,196	6.99	7.21	7.71	8.07	7.99
15,738	6.84	7.13	7.63	8.01	7.95
16,281	6.74	7.04	7.54	7.92	7.87

Табела 10 Исплатливост на фотоволтаичните центри поставени на домаќинствата во Република Северна Македонија со субвенции од страна на државата согласно програмата за промоција на обновливите извори на енергија и поттикнување на енергетската ефикасност во домаќинствата за 2023 година

Потрошувачка на ЕЕ (kWh) годишно	ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЧНАТА ЦЕНТРАЛА (kWp)				
	6	5	4	3	2
5,427	13.17	11.51	10.44	9.62	9.01
5,970	11.80	10.35	9.78	9.30	8.73
6,512	10.69	9.71	9.37	9.01	8.48
7,055	9.66	9.18	9.09	8.75	8.24
7,598	9.16	8.69	8.83	8.49	8.01
8,141	8.71	8.41	8.58	8.25	7.81
8,683	8.32	8.20	8.36	8.04	7.65
9,226	7.96	8.00	8.15	7.87	7.51
9,769	7.76	7.81	7.98	7.72	7.39
10,311	7.59	7.64	7.81	7.56	7.25
10,854	7.35	7.40	7.55	7.29	6.96
11,397	7.10	7.13	7.26	6.99	6.62
11,940	6.84	6.85	6.96	6.66	6.26
12,482	6.55	6.54	6.61	6.30	6.01
13,025	6.29	6.26	6.31	6.05	5.79
13,568	6.04	6.01	6.06	5.87	5.72
14,110	5.82	5.77	5.90	5.75	5.67
14,653	5.62	5.63	5.77	5.69	5.63
15,196	5.47	5.51	5.71	5.65	5.60
15,738	5.36	5.44	5.65	5.60	5.56
16,281	5.28	5.37	5.58	5.55	5.51



2 ДЕЛ ФОТО/ТЕРМАЛНИ И ТЕРМАЛНИ СИСТЕМИ

ВОВЕД

Најефикасен и најеколошки начин за добивање на топлинска и електрична енергија без загадување на околината и намалување на CO₂ е преку користење на сончеви термални, фото/термални или фотоволтаични системи. И покрај исклучително поволните климатски услови за користење на сончевото зрачење кои се далеку подобри од скоро сите Европски земји, искористувањето на сончевата енергија е меѓу најниските во Европа.

Европската унија се обврзува на неколку клучни цели за периодот од 2021-2023 година. Целокупниот таргет за 2030 година е намалување на емисиите на стакленички гасови на енергетските системи за најмалку 40 % во споредба со нивоата од 1990 година. Понатаму, директивата за обновливи извори на енергија бара обврзувачки минимален удел од 32 % од обновливата енергија за употреба на финална енергија како просек во ЕУ. Директивата за енергетска ефикасност поставува индикативна цел од најмалку 32,5 % подобрување на енергетската ефикасност до 2030 година на ниво на ЕУ наспроти проекциите. Ова се очекува да го води патон кон економија со ниска потрошувачка на јаглерод и да ги исполни обврските од договорот од Париз. Клучна мерка за постигување на оваа цел е подобрување на енергетските карактеристики на зградите и енергијата потребна за зградите да биде он обновливи извори на енергија. Значи постигнувањето на оваа цел подразбира не само енергетска ефикасност на зградите, но исто така и енергијата која ја троши зградата да биде од обновлив извор на енергија кои не ја загадуваат околината со т.н ПМ честици и намало количество на емисија на CO₂ и други стакленички гасови. Ова подразбира широко распредување на зградите со ниска потрошувачка.

Најдобра методологија е поставување на удел од обновливата енергија од искористената примарна енергија или минимален придонес за обновливата енергија во kWh/m²-годишно или пак индиректни барања, како што е минималната употреба на примарната енергија од необновлив извор на енергија. Оваа флексибилност овозможува прилагодување на националните околности и локални услови (тип на домаќинство, клима, трошоци за спредливи технологии за обновливи извори на енергија и пристапност, оптимална комбинација со мерки од страната на побарувачката итн).

Најчесто применети системи од обновливи енергии во домаќинствата се сончевите термални, фотоволтаични како и најновите хибридни ПВТ системи кои произведуваат електрична и топлинска енергија во сито време од ист извор на енергија. Во овој дел ќе биде направена техно-економските анализи за инвестиции во ваквите ПВТ системи.

МОМЕНТАЛНА СИТУАЦИЈА ВО СОНЧЕВИОТ СЕКТОР НА МАКЕДОНИЈА СО АКЦЕНТ НА ТЕРМАЛНИТЕ И ФОТО/ТЕРМАЛНИТЕ СОНЧЕВИ СИСТЕМИ

И покрај тоа што во Македонија има висок број на сончеви денови, искористувањето е на незавидно ниво. Ова се должи на неколку фактори: инсталација на несертифицирана опрема, недоволен буџет за субвенции и лошо структурирани шеми за субвенционирање на сончеви системи. За успешна енергетска транзиција се потребни субвенции со точно одредени критериуми за нивно добивање како и инсталација на опрема од страна на лиценциран монтажнер. Непостоењето на соодветни критериуми за квалитет штетно влијае на целокупната енергетска ефикасност на системите и создава ризици при нивното субвенционирање бидејќи се трошат државни средства за системи кои во одредени случаи повеќе трошат отколку што заштедуваат. Исто така, заради несоодветни компоненти кои се некомпатибилни за климатските услови на македонското поднебје, несертифицираните системи често се подложни на расипувања и дополнителни трошоци, генерално не придонесуваат за поврат на инвестицијата и создаваат недоверба помеѓу корисниците.

Најголем дел од сончеви термални колекторски системи инсталирани во Македонија не ги задоволуваат минималните услови за квалитет, а домашните производители (Табела) на сончеви термални колекторски системи кои се произведени согласно ЕУ стандардите и се сертифицирани, при увозот на репроматеријали и компоненти за сончеви термални колекторски системи, плаќаат редовна царина со стапка од 10 % до 15% или повеќе, иако во Македонија нема производители на такви компоненти. Ова значи дека увозникот на несертифицирани сончеви термални системи не плаќа царински давачки, а производителот на сончеви термални системи со сертификати за квалитет треба да плаќа работна рака со сите обврски кои произлегуваат од работен однос и да ги покрие сите фискални давачки кон државата, енергија, кредити за опрема, обртни средства, простор и плус царински давачки за компонентите за сончевите термални системи.

Табела 11. Домашни производители на термални колектори

Производител на термални колектори	Веб страна	Локација на производство
Камел Солар	http://www.camel-solar.com/cs/	Скопје
Еуротерм	https://www.euroterm.com.mk/	Прилеп
Леов	http://leov.com.mk/	Велес и Прилеп
Зрак	https://zrak.com.mk/	Прилеп

За податокот дека се увезуваат многу повеќе несертифицирани соларни системи ни потврдуваат табела 12,13 со информации добиени од Царинска Управа во Македонија. Овие системи се уште познати како несертифицирани отворени термосифонски системи.

Врз основа на анализа на табелите, за целиот десетгодишен период доминира увозот на сончевите несертифицирани термални системи, наспроти извозот кој иако расте драстично е помал. Врз основа на направените консултации дојдено е до заклучок дека најголем дел од системите кои се увезуваат не поседуваат сертификат за квалитет. За разлика од нив, во Северна Македонија се произведуваат сончеви термални системи со сертификат за

квалитет и висок степен на топлинска ефикасност. Од аспект на овозможување еднакви услови за конкурентност на пазарот, затоа што барањата за сертифициран квалитет не се задолжителни, компаниите кои вложуваат во квалитет на нивните производи, немаат еднакви услови за конкурентност на пазарот бидејќи сертифицираните системи не можат да се борат со нелојалната конкуренцијата која значително ги намалува цените на чинење на системите заради неквалитетните материјали и неповолните технички спецификации кои ги нудат несертифицираните сончеви термални системи.

Од анализата видно е дека бројот на увезени сончеви термални системи секоја година се зголемува и највисоко ниво достигнува во 2017 година кога буџетот за субвенционирање на дел на трошоци за купени и вградени сончеви термални системи е најголем и изнесува 16.000.000,00 МКД уште еден факт кој укажува на поврзаноста на инсталирањето на сончеви колекторски системи со државната програма за поддршка. Ова укажува на потребата од зголемување на висината на буџетот за надоместување на дел на трошоците за купување и вградување на сончеви термални колекторски системи.

Табела 12. Податоци за увезени сончеви термални колектори во Република Северна Македонија (извор: Царинска Управа)

Состојба на увоз на сончеви термални колекторски системи во период од 2008-2018						
Година	нето kg	вредност мкд	Број на единици со претпоставена тежина на уред од 150 kg	Број на единици со претпоставена цена на уред од 12.500 МКД	Просечен број на единици врз основа на тежината и врз основа на цена	Вредност на kg производ во МКД
2008	120.186	26.889.267	801	2.151	1.476	224
2009	188.638	36.335.607	1.258	2.907	2.082	193
2010	165.795	34.960.300	1.105	2.797	1.951	211
2011	267.020	49.517.913	1.780	3.961	2.871	185
2012	350.613	62.813.956	2.337	5.025	3.681	179
2013	496.311	75.358.315	3.309	6.029	4.669	152
2014	613.429	94.488.036	4.090	7.559	5.824	154
2015	662.660	108.807.814	4.418	8.705	6.561	164
2016	765.459	111.205.169	5.103	8.896	7.000	145
2017	764.498	113.442.627	5.097	9.075	7.086	148
2018	649.517	87.915.792	4.330	7.033	5.682	135
Просечно	458.557	72.884.981	3.057	5.831	4.444	172
Вкупно	5.044.128	801.734.796	33.628	64.139	48.883	1.891

Табела 13. Податоци за извезени термални колектори од Република Северна Македонија

Состојба на извоз на сончеви термални колекторски системи во период од 2008-2018						
Година	нето kg	вредност мкд	Број на единици со претпоставена тежина на уред од 45 kg	Број на единици со претпоставена цена на уред од 10.000 МКД	Просечен број на единици врз основа на тежината и врз основа на цена	Вредност на kg производ во МКД
2008	52.568	3.389.676	1168	339	754	64
2009	36.003	6.544.461	800	654	727	182
2010	20.628	4.345.391	458	435	446	211
2011	20.897	5.205.526	464	521	492	249
2012	66.801	14.572.419	1484	1457	1471	218
2013	43.513	11.251.803	967	1125	1046	259
2014	32.497	8.226.753	722	823	772	253
2015	44.978	9.654.746	1000	965	982	215
2016	60.818	12.803.373	1352	1280	1316	211
2017	74.293	15.384.750	1651	1538	1595	207
2018	141.35	25.338.683	3141	2534	2837	179
Просечно	54031	10610689	1201	1061	1131	204
Вкупно	594.346	116.717.581	13.208	11.672	12.44	2.247

ФОТО-ТЕРМАЛНИ СОНЧЕВИ СИСТЕМИ КОИ СЛУЖАТ ЗА ДОБИВАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА И ТОПЛИНСКА ЕНЕРГИЈА

Најголем број на инсталирани Фотоволтаични центри досега се инсталираа на земја, па се појавија голем број проблеми не само кај нас туку и на светско и европско ниво заради користење на истата површина за производство на храна и за електрична енергија а потребата за храна станува се поголем проблем. Со зголемување на инсталациите на фотоволтаичните центри се намалува обработливата површина за храната што е секако огромен проблем. Во последните неколку години почна искористувањето на кровните површини за фотоволтаични центри. Како почна инсталирањето на фотоволтаичните центри на кровни и фасадни површини, така се доаѓа до сознанието дека во најголем број случаи, објектите каде се инсталираат фотоволтаични центри имаат голема потреба и од топлинска енергија како за загревање на простор така и за загревање на санитарна топла вода.

Инсталирањето на термални, фото термални и фотоволтаични системи има повеќе предности:

1. Искористување на Постојачката инфраструктура на објектите како трафостаници,
2. Директно користење на произведената електрична енергија за сопствени потреби а вишокот се испорачува во мрежа,
3. Користење на кровот освен за фотоволтаични центри исто така и соларни термални или хибридни фото-термални колектори што произведуваат електрична и топлинска енергија во исто време и од иста површина на кровот,
4. Со користење на кровот со трите типови на соларни панели и колектори се намалува потребата за користење на електрична енергија од мрежата или од фотоволтаични панелите, а топлата вода со три до четири пати поголема ефикасност се произведува директно од Соларните термални или Хибридниите фото-термалните колектори

Така да терминот фотоволтаични кровови се заменува со соларни кровови и фасади или активни фасади и кровови, па наместо површини каде се губи енергијата, тие се претворуваат во површини кои произведуваат енергија.

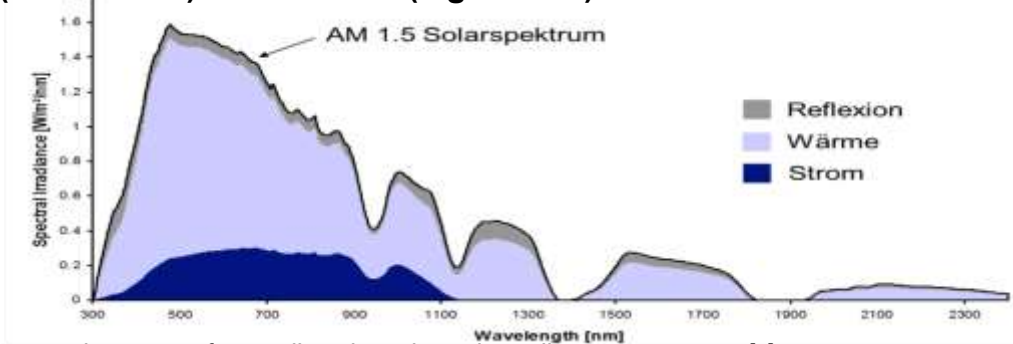
ТЕОРЕТСКИ ОСНОВИ НА ФОТО-ТЕРМАЛНИ СИСТЕМИ СО СОСТАВНИ ДЕЛОВИ И СЕРТИФИКАТИ ЗА КАВЛИТЕТ

ФОТО-ТЕРМАЛНИТЕ колекторите се хибридни колектори кои комбинираат ПВ (фотоволтаичен) модул и соларен термички колектор (СТ), затоа, овој колектор е способен да произведува електрична енергија и топлина истовремено од сончевата енергија без да бара повеќе простор за инсталирање отколку просторот само за ПВ колекторот. Со циркулација на флуидот во ПВТ абсорберот кој е монтиран од задната страна на ПВ модулот се врши ладење на ПВ модулот.

Класичните системи ја користат сончевата енергија посебно: ПВ панели за производство на електрична енергија и соларни термални колектори (СТ) за производство на топла вода.

Процентот на конверзија на сончевото зрачење во електрична енергија со помош на фотонапонски зависи од типот на ќелијата и е помеѓу 15% - 22%. Поголемиот дел од апсорбираното сончево зрачење со фотоволтаици се претвора во топлина (околу 60% - 70%), зголемувајќи ја температурата на ќелијата Слика 6.

**Only small part of solar spectrum is used for el. power transformation
(blow color) all the other (light blow) transform to heat**

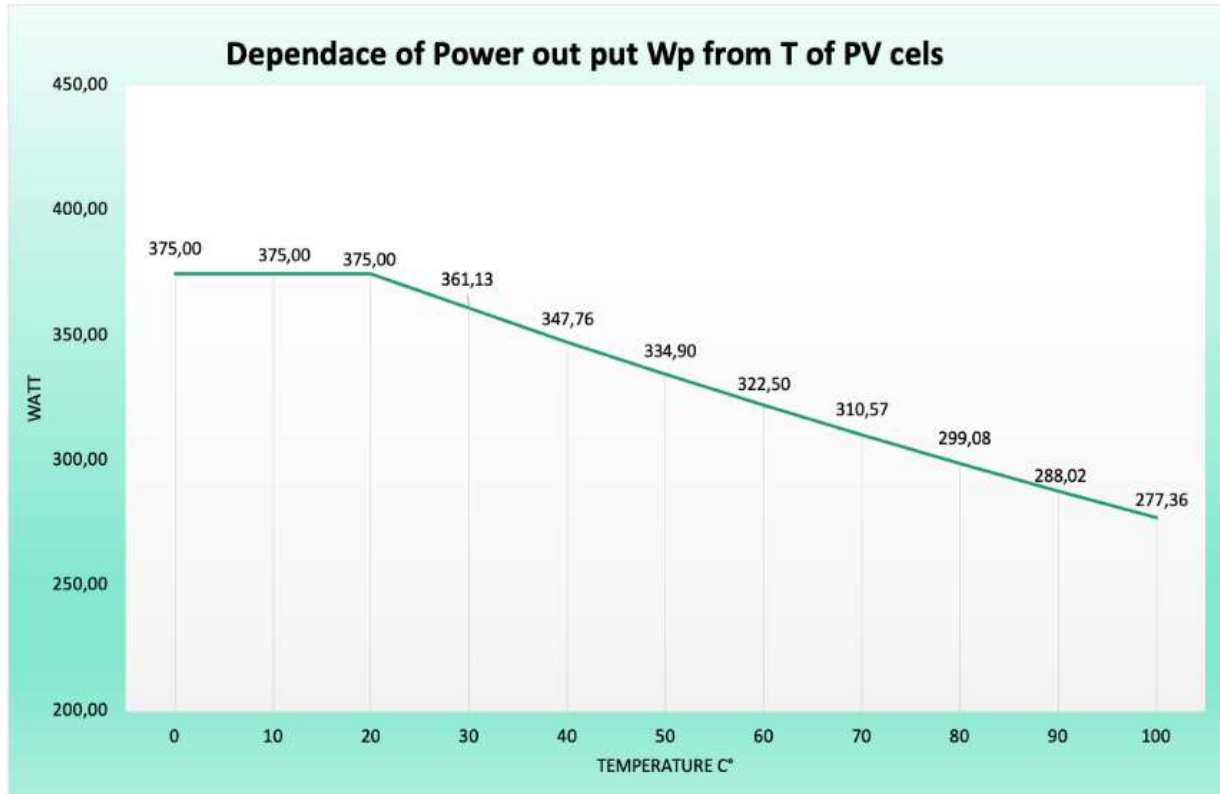


Spectral properties of a crystalline silicon photovoltaic cell. Source: P. Dupeyrat [1].

Approximately 10% of the solar irradiation on a crystalline photovoltaic cell is reflected and cannot be utilised. Around 17% of the remaining 90% of the irradiation that is absorbed by the cell can be converted into electricity and 73% are converted into thermal energy. In a photovoltaic module the thermal output remains unused. It raises the temperature of the cell and can thus have a negative effect on the electrical efficiency of the module. In standard silicon solar cells, an increase in the cell temperature results in a reduction of the open-circuit voltage. This results in a reduction of the electrical efficiency at the maximum power point and reduce long term stability. The corresponding temperature coefficient of PV modules are between $-0.37\%/^{\circ}\text{C}$ and $-0.52\%/^{\circ}\text{C}$ for crystalline silicon modules

Слика 6. Процент на конверзија на сончевото зрачење

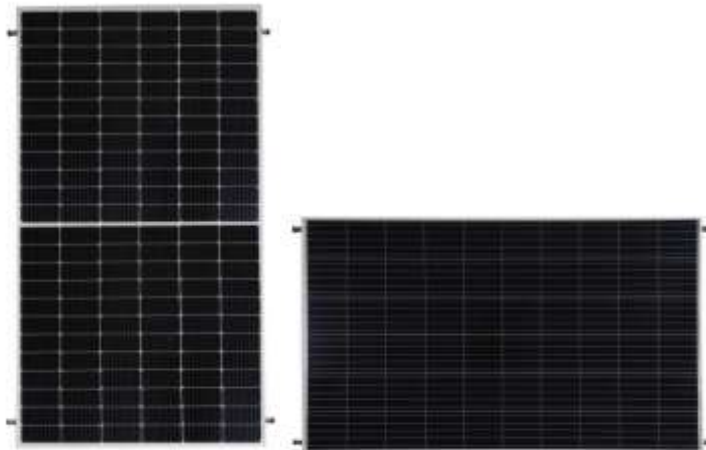
Овој ефект ја намалува нивната електрична ефикасност - главно на силиконските ќелии - и е суштинска разлика помеѓу сончевите термални колектори и фотоволтаиците, за потребните услови за нивно ефективно работење. Слика 7. ја дава зависноста на ефикасноста на ПВ панелите од температурата на ќелиите. Сончевите термални колектори имаат за цел да постигнат повисока температура на апсорберот, со цел да обезбедат топлина на повисоки температури, додека PV ќелиите на пониски температури постигнуваат поголема ефикасност во производство на електричната енергија.



Слика 7. Зависност на ефикасноста на ПВ од температурата

СОСТАВНИ ДЕЛОВИ И ПРИНЦИП НА РАБОТА НА ПВТ КОЛЕКТОРИТЕ

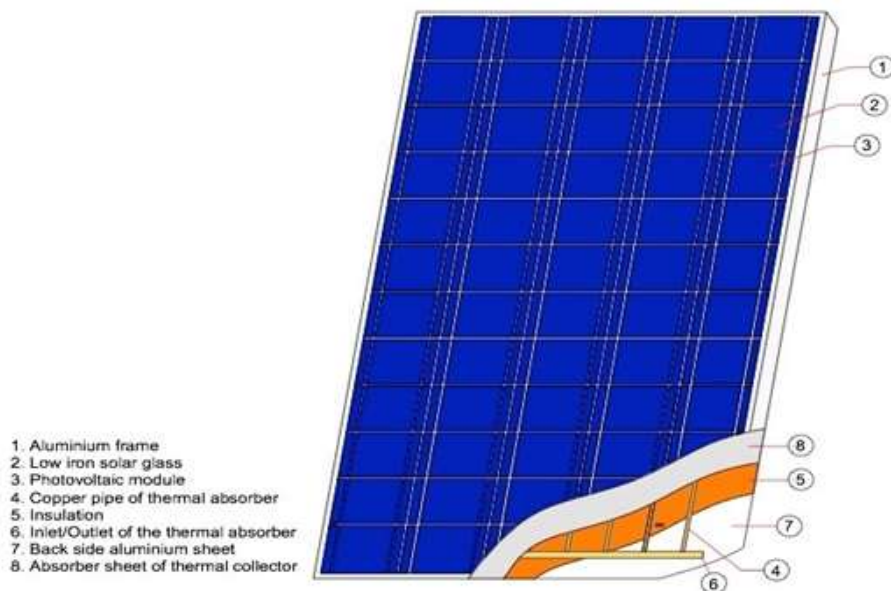
ПВТ колекторите се монтираат најчесто на кровови или фасади, во вертикална или хоризонтална позиција.



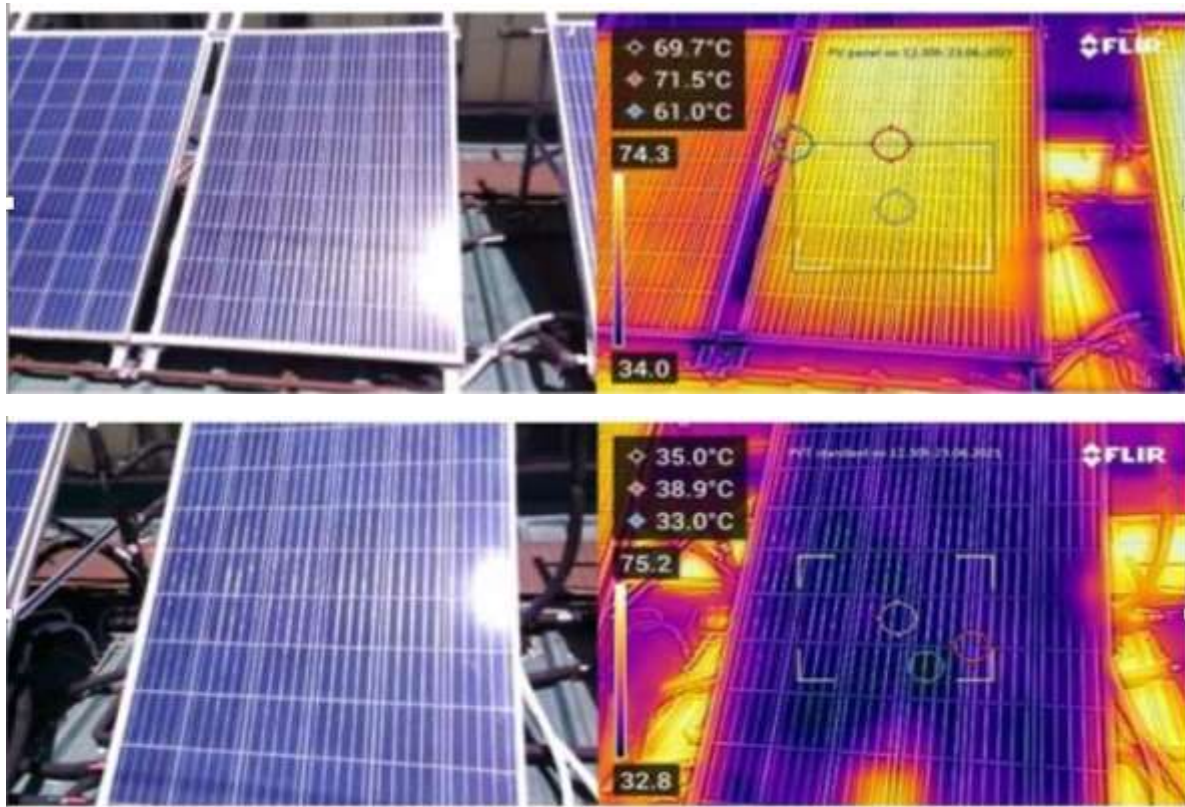
Слика 8 ПВТ колектори за хоризонтална и вертикална инсталација

Во случај на фотоволтаичните модули кои се инсталирани во паралелни редови на хоризонтална рамнина на земјата или покривот на зградата, изложеноста на двете површини на фотоволтаичните модули на околината овозможува нивно природно ладење. При вградување на фасадни или наклонети покриви на згради, ладењето на задната страна на ПВ панелите се намалува заради малото растојание од кровот или фасадата до панелот а со тоа температурата на ПВ панелот е поголема во однос на ПВ панел инсталиран на земја каде циркулацијата на воздухот од задната страна е поголема а со тоа и поголемо ладење на ПВ панелите.

Овој непожелен ефект може да се избегне со примена на соодветна топлинска екстракција со циркулација на течност, воздух или течност (вода), одржувајќи ја електричната ефикасност на задоволително ниво. Тоа значи дека фото/термалниот уредот дава двоен ефект на крајниот корисник: повеќе електрична енергија/година околу 10% посебно во летниот период и околу три пати повеќе топлинска енергија од топлата вода. Анализирајќи ја кривата на ефикасност на фотоволтаичниот панел, најдобрата ефикасност се постигнува на температури до околу 40°C. Ефикасноста на повисоки температури од горе споменатите се намалува за околу 0,4 до 0,5 % / °C. Ако ПВ панелот не се лади во текот на летото, фотоволтаичните келиите ќе постигнат температури поголеми од 75°C или повеќе. Одржувајќи ја температурата до околу 45°C, добиваме околу 10 до 15% повеќе електрична енергија посебно во летниот период т.е. Фотоволтаичниот систем работи со поголема ефикасност во споредба со стандардните не ладени фотоволтаични панели и плус животниот век на фотоволтаиците е подолг за околу 10%.



Слика 9 . Составни делови на ПВТ колектор

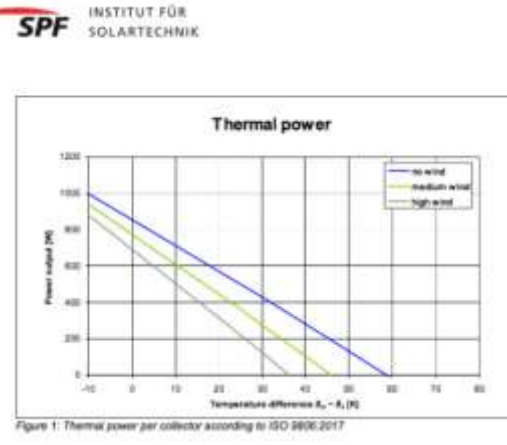
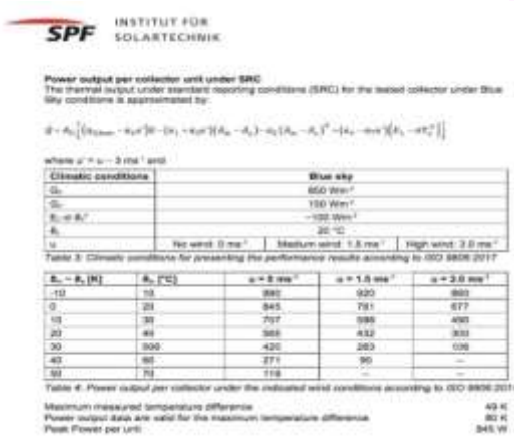


Слика 10 Споредба на температурите на ПВ келиите на ПВ стандарни панели и ПВТ колектори во месец Јули 2011 инсталирани на Тест центарот на Плазма

На слика 10 се гледа дека во месец Јули нападне температурите на фотоволтачните панелите се движат до околу 75°C па во некои случаи достигнуваат и до 80°C или во конкретниот случај $71,5^{\circ}\text{C}$, додека температурата на фотоволтаичните келиите на фото/термалниот колекторот е иста со температурата на флуидот кој циркулира, во овој случај $38,9^{\circ}\text{C}$. Во зависност од потрошувачката на санитарна вода температурата на ПВТ колекторите се движи до околу 50°C . При приближна разлика од околу 30°C ефикасноста на фотоволтачниот во фото/термалниот колектор е за околу 15% поголема во летниот период.

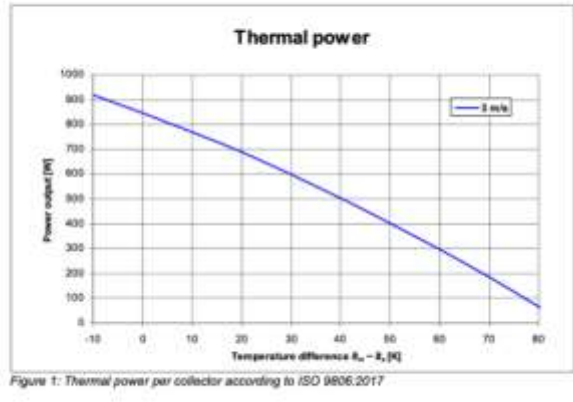
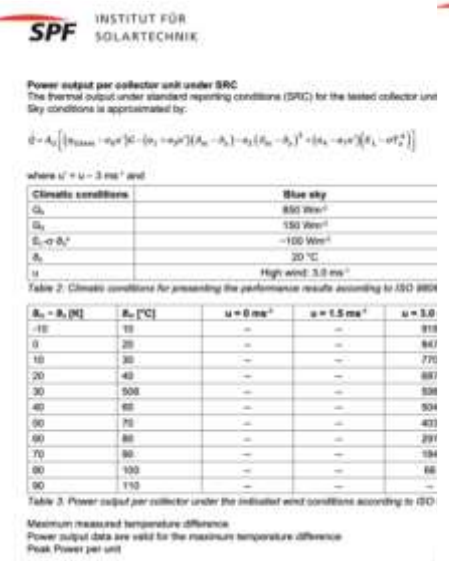
На слика 11 се гледаат резултатите од мерењата на ПВТ панелите во SPF институтот во Швајцарија.

Test results of PVT unglazed collector tested in SPF Switzerland



Слика 11 Тест резултати од SPF институтот од Швајцарија за ПВТ колектор незастаклен

Test results of PVT glazed collector tested in SPF Switzerland

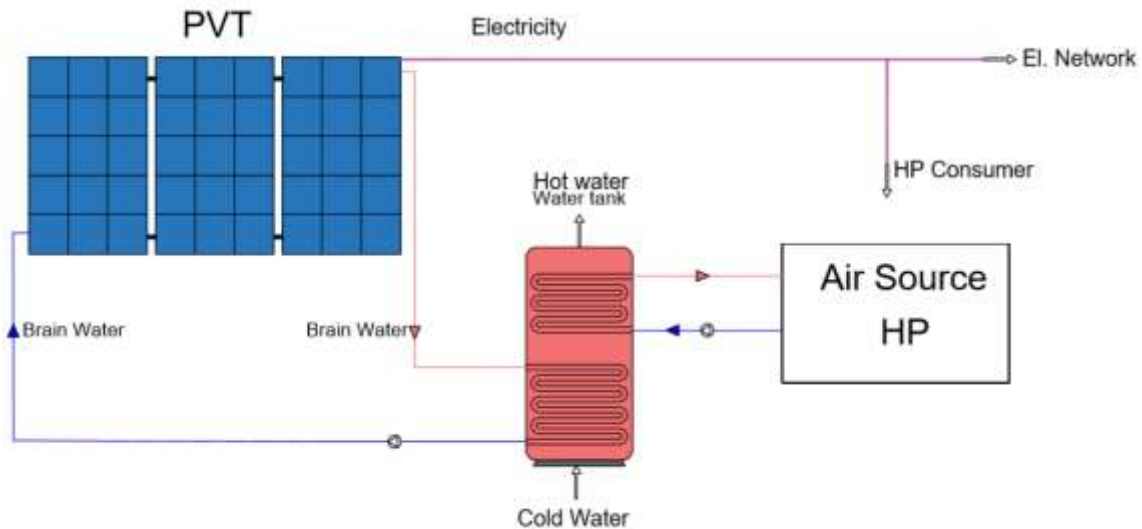


Слика 12 Тест резултати од институтот SPF од Швајцарија за застаклен ПВТ колектор

АПЛИКАЦИИ НА ПВТ КОЛЕКТОРИТЕ

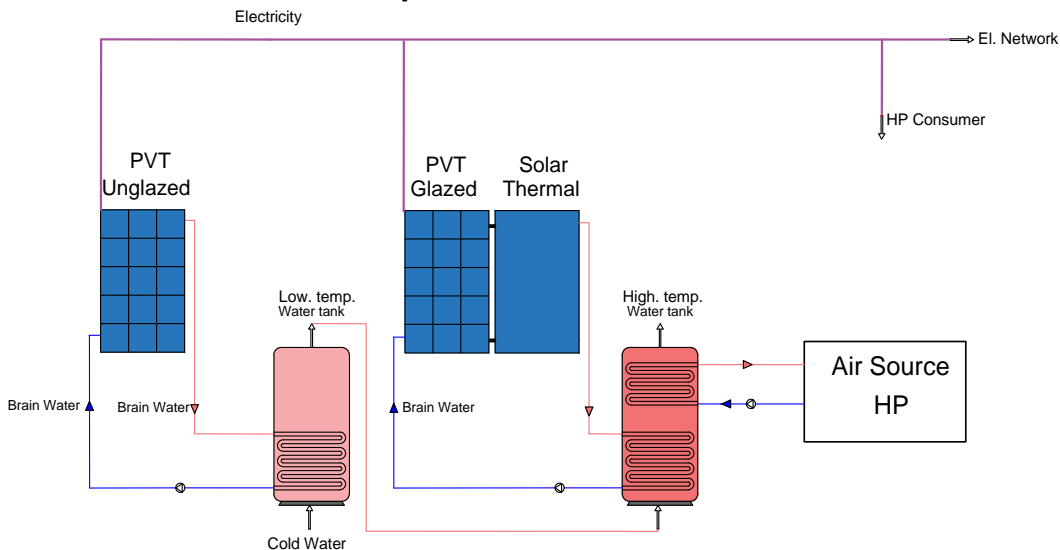
Скоро секој корисник има потреба од електрична и топлинска енергија. На крајните корисници им требаат неколку нивоа на температури на топлина: ниски, средни и понекогаш високи температури. Наједноставни ПВТ системи се дадени во сликите 13,14 подолу:

Standard PVT assisted HP



Сл. 13 Стандарден ПВТ систем со догревање на топлата вода од ПВТ со топлинска пумпа

Combined PVT system with Solar thermal collectors and HP



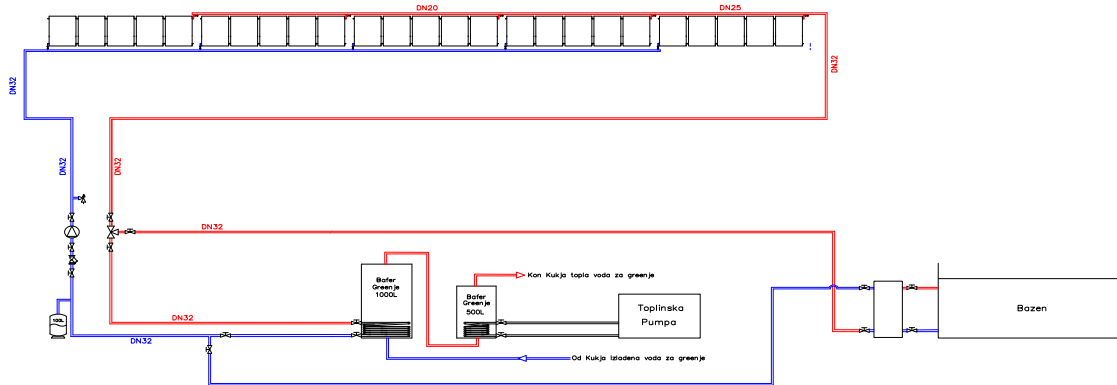
Сл. 14 Комбиниран ПВТ систем со догревање на топлата вода од ПВТ незастаклен со ПВТ застаклен или Соларен термален колектор и на крај со топлинска пумпа

Во случај да се работи за поголеми потреби за топла вода освен санитарната топла вода, како загревање на базени или други потреби, а во летниот период истата топла вода да се користи и за ладење на просторот, се користи ПВТ комбинираниот систем прикажан на

Слика 13 . Овој ПВТ интегриран соларен систем е наменет за повеќе апликации. Наместо топлинска пумпа може да се користи и абсорпционен чилер или абсорпциона комбинирана топлинска пумпа а после ПВТ системот да се додадат Соларни термални колектори Слика 14. кои ќе ја зголемат температурата на топлата вода. Овие системи се идеални за апликации каде има поголеми потреби како од електрична така и од топлинска енергија. Овие комбинирани системи можат да се користат во објекти каде има базени за пливање, спортски објекти, хотели, болници, старачки домови а посебно индустриски објекти каде потребата за топла вода е огромна. Во вакви системи со големи потрошувачки на топла вода техно економските анализи покажуваат многу повисоки перформанси од колку во објекти со релативно мали потрошувачки на топла вода.



PVT system for heating of outside swimming pool during the summer and Sanitary and space heating during the winter period heating



Сл. 15 Комбиниран ПВТ систем со топлинска пумпа , високо ефикасен сончев колектор и абсорпционен чилер кој лади со загревање од ПВТ комбинираниот систем

Загреаната вода од првиот резервоар (бојлер или бафер) оди во вториот бојлер како влезна вода и се загрева од вториот уред (рамен плочен колектор или концентрационен колектор).

Високо ефикасен рамен колектор со речиси најголема ефикасност, особено со највисока η , ја загрева водата до околу 80°C или повеќе. Таа температура е доволна за скоро сите крајни корисници.

Инсталцијата може да се надолжни со топлинска пумпа или абсорпционен чилер со што се добиваат сите видови на енергија за загревање и ладење.

Технологијата е нешто посложена од само ПВ или СТ колектор, но обезбедува значителни предности:

1. ПВТ колекторот обезбедува електрична и топлинска енергија,
2. ПВТ колекторите можат да бидат без и со додатно стакло. Во зависност од нивниот тип, ПВТ колекторите можат да произведуваат топлина на температури до околу 60 °C за не застаклените, до околу 80 °C за застаклените.
3. Топлинската енергија од сончевото зрачење може да се користи за да се загрее и да се загрева санитарна вода или други апликации како загревање на вода за спортски центри, базени, болници, хотели Кај добро дизајнираните хибридни колектори, производството може да биде речиси исто толку високо како оној на само СТ колектор, само 10 до 20% помалку, намалување главно поради делот од зрачењето што се претвора во електрична енергија.
4. Термоенергијата на ПВТ колекторите, конвертирана од сончевото зрачење или амбиентална топлина, може да се користи како извор на топлина за топлинска пумпа.
5. ПВ делот може директно да ја снабдува електричната енергија потребна за циркулационите пумпи и делумно за топлинските пумпи. Во некои случаи, на пример топлинска пумпа за топла вода во летните периоди, може целосно да биде напојувана од ПВТ и на тој начин да доведе до 100% соларна фракција во системот.
6. Добиената топлинска енергија може да се примени на многу начини, вклучително и резервоари на лице место, solar district heating резервоари и други апликации. Сегашните опции за складирање на топла вода се многу економични па често се користат и големи резервоари кои за време на летниот период складираат топла вода за неколку месечни потреби. Овие системи се користат доста во Европските земји кои ги имаат развиено овие системи. Ова е особено точно кога ПВТ се користи во комбинација со топлинска пумпа која добро ќе ја искористи складираната енергија. Топлинската пумпа овозможува повисоки излезни температури што овозможува имплементација на компактни решенија за складирање.
7. Побарувачката за ладење се зголемува, ПВТ е потенцијалот за да се одговори на оваа побарувачка на повеќе начини. Интернационалната агенција за енергија формира група од експерти за ПВТ каде се развија повеќе десетини ПВТ комбинирани системи .Преку софтверот TRANSYS се достапни овие шеми , па во колку постои интерес Соларната асоцијација на Македонија може да достави такви шеми од дизајнирани ПВТ комбинирани шеми. Во овие шеми доста актуелни се шемите со големи бафери т.н. резервоари со мраз каде се користат и за згревање и за ладење.
8. ПВТ колекторот има ниско социјално влијание, тие произведуваат незабележлив шум и кога се вградени во покрив или фасада немаат штетно визуелно влијание.
9. Животот на добро дизајниран ПВТ колектор се очекува да биде помеѓу поголем од 30 години.

Примери за дел од инсталирани ПВТ колектори се дадени на следните слики:



Слика 16 .Фудбалска федерација на Македонија



Слика 17 .Приватен објект со внатрешен базен



Слика 18 ПВТ Инсталација за загревање на топла вода- ПВТ систем на станбен објект во Варшава и на Хотел со базен во Албаниа вода

ПВТ системите се користат во многу апликации: куќи за едно и повеќе семејства, хотели, кампуси, јавни услуги, болници, земјоделски и индустриски процеси, па дури и централно греење. Времето на отплата зависи од цената на електричната и топлинската енергија и е прикажано во делот на техно-екомските анализи.

Оптимизирањето на дизајнот на ПВТ системот и филозофијата на работа значително се разликуваат во зависност од примената, големината на системот, просторните ограничувања и цените за комунални услуги на клиентите.

Постоечките ПВТ производи (колектори) до 2022 година може да се сумираат на следниов начин:

1. Незастаклени ПВТ колектори се присутни околу 80% од пазарот се ладат со течност и воздух за апликација: топла вода и греење на простории во реновирани згради (во комбинација со топлинска пумпа) и во нови згради (со или без топлински пумпи, за греење и ладење), греење на просторот за куќи со ниска енергија со користење на воздух во системот за вентилација или користење на вода во раствор за подно греење.
2. Застаклени ПВТ колектори. На пазарот се неколку производители но во последните неколку години драстично се зголемува бројот на производители и бројот на инсталирани ПВТ системи. Се користат за топла вода во големи згради – комерцијални, станбени и административни. Хотелите и одморалиштата се важна цел.
3. Концентрирачки ПВТ колектори. На пазарот има неколку производители. Се аплицираат за топла вода и индустриски термички процеси.

Состојба на пазарот :

1. До 2020 инсталирани се околу 2,5 милиони m² за околу 5 години, а за наредните години се очекува инсталирање на повеќе од 15% годишно.

2. Во многу случаи кога има потреба од топлина во сончеви месеци, ПВТ е поатрактивен од ПВ бидејќи го прави истото плус топлина!
3. Зголемен број на ПВТ производители кои произведуваат висококвалитетни производи.
4. Пример за голем број на инсталирани ПВТ е Франција кој порасна драстично во текот на последните години. Привлечна е топлата вода за хотели со незастаклени или застаклени колектори

Сегментот на пазарот, комбинацијата на топлинска пумпа со незастаклени колектори е многу ефикасна па примената на ПВТ и апликациите растат се повеќе посебно во последните неколку години.

Во последните неколку извештаи од Solar thermal world се внесени состојбите на пазарот со инсталирани ПВТ системи во кои се гледа дека во Македонија има исто така инсталирани ПВТ системи.

Country	Water Collectors [m ²]			Air Collectors [m ²]	Concentrators [m ²]	TOTAL [m ²]
	uncovered	covered	evacuated tube			
Albania	148	12	0	0	0	160
Australia	3,477	0	0	99	0	3,576
Austria	1,234	1,731	0	0	0	2,965
Belgium	2,314	0	32	290	15	2,651
Brazil	26	0	0	0	0	26
Bulgaria	517	43	0	0	0	560
Canada	0	32	0	0	0	32
Chile	213	113	0	0	10	337
China	141,721	1,034	0	0	171	142,926
Croatia	907	125	0	0	0	1,032
Denmark	109	0	0	0	0	109
Dubai	43	9	0	0	0	52
Ecuador	0	138	0	0	0	138
Egypt	0	0	0	0	21	21
France	49,633	949	0	547,575	0	598,157
Germany	122,738	4,196	0	512	195	127,640
Ghana	22,000	0	0	0	0	22,000
Iraq	0	16	0	0	0	16
Guadeloupe	0	4	0	0	0	4
Hungary	525	53	0	0	0	578
India	0	801	0	0	255	1,056
Iraq	0	30	0	0	0	30
Israel	68,575	0	0	0	0	68,575
Italy	13,793	2,334	0	0	0	16,127
Korea, South	280,814	0	0	0	0	280,814
Lesotho	0	48	0	0	0	48
Luxembourg	635	0	0	145	0	780
Macedonia	529	147	0	0	0	776
Maldives	0	0	0	0	21	21
Martinique	0	63	0	0	0	63
Netherlands	80,898	9,034	0	0	1,822	91,754
Norway	646	0	0	0	0	646
Pakistan	0	7	0	0	0	7
Paraguay	0	0	0	0	51	51
Peru	0	16	0	0	0	16
Poland	413	61	0	0	0	474
Portugal	335	338	0	0	0	672
Peru	0	50	0	0	0	50
Singapur	875	0	0	0	0	875
Slovakia	0	250	0	0	0	250
Slovenia	60	12	0	0	0	72
South Africa	0	79	32	0	767	878
Spain	1,552	18,946	0	0	0	20,498
Sweden	1,200	20	0	0	31	1,251
Sri Lanka	692	24	0	0	0	716
Switzerland	11,365	112	0	3,530	0	15,007
Tibet	24,000	0	0	0	0	24,000
Turkey	0	25	0	0	30	55
United Kingdom	891	426	252	348	135	2,051
United States	8,093	0	0	0	0	8,093
Uruguay	0	2	0	0	0	2
Other	629	3,250	16	0	15	3,910
Total	841,699	4,4527	332	552,499	3,538	1,442,596

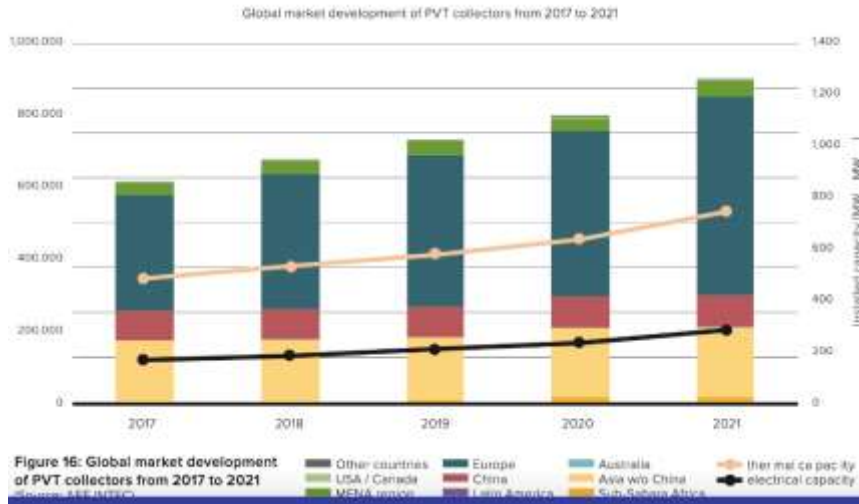
Слика 19 Инсталирани ПВТ системи спрема IEA SHC task 60

Market development of PVT collectors between 2017 und 2021

Based on data from the 38 PVT manufacturers, the market for PVT collectors saw a constant growth of 9% on average between 2017 and 2020. In 2021, the global market grew by around 13%.

This positive trend also was observed in the European market with an even higher growth rate of 21%, which corresponds to an increase of the yearly new installed capacity of 79,8 MW_p and 27,6 MW_{th}.

The European PVT market grew by 21%



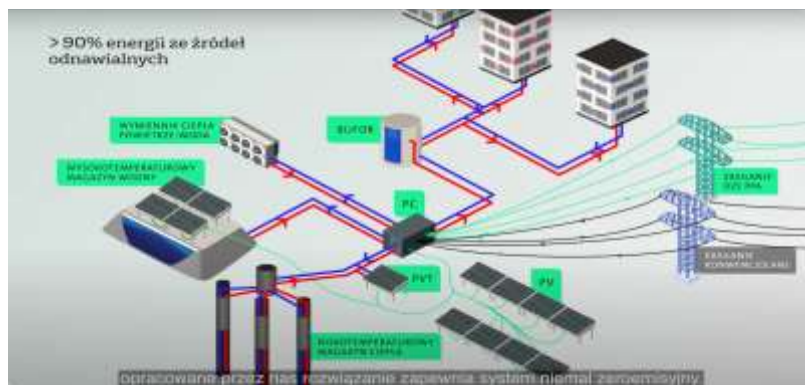
Слика 20 Развој на инсталации на ПВТ во светот и по региони

Од претходните слики и врз основа на IEA и Solar thermal world се гледа дека ПВТ доживува огромен раст, а посебно Европскиот пазар со зголемување од 21%. Македонските ПВТ во последните години се продаваат и се барани во Европа и други континенти како ОАЕ.

Во Полска, една од најголемите светски компании Veolia веќе го гради најголемиот Соларен комбиниран “Solar kombi RES district heating and cooling” систем каде ќе се користи ПВТ колекторите од Македонија во конкуренција од скоро сите светски производители.

На следната слика е прикажана шемата на соларниот систем за производство и дистрибуција на топлинска енергија од ПВТ:







The biggest RE Distring heating with nearly all RES – VEOLIA Poland



Сл. 21 Соларен дистрикт систем на Веолиа Полска со Македонски ПВТ

Исто така Македонските иновативни ПВТколектори веќе се инсталираат во 6 ЕУ центри прикажани на сликата подолу преку Европскиот Проект “Nearly Zero Energy Building”, слика подолу:



Demo building 1: Tartu (Estonia)	Demo building 2: Sofia (Bulgaria)	Demo building 3: S. Demetrio (Italy)
		
Façade 442m ² , 26 windows, 10 dwellings	Façade 471m ² , 42 windows, 6 dwellings, 80-100 kWh/m ² year	Façade 942m ² , 58 windows, 7 dwellings, 180-200 kWh/m ² year
Virtual Demo 1: Glasgow (UK)	Virtual Demo 3: Amsterdam (NL)	Virtual Demo 3: Milano (Italy)
		
Façade 980m ² , 100 windows,	Office Building to be renovated as residential 700m ² , 80% glazed	Façade 3100m ² , 144.91 kWh /m ² year

Слика 22 Македонски ПВТ колектори се инсталираат во 6 ЕУ градови преку Проектот “Nearly Zero Energy Building”

За да се постигне поголема употреба на ПВТ колекторите во Македонија, потребно е:

1. да се зголеми свесноста на инсталатерите и крајните корисници за предностите што ги даваат ПВТ системите.
2. Енергијата што може да се замени со ПВТ системи ќе биде важна за задоволување на потребите на еколошка енергија како електрична така и топлинска а посебно за декарбонизирани топлински и електрични системи.
3. Ако се претпостави дека ПВТ-инсталацијата произведува во средноевропска клима, 1.000 kWh/kWp електрична енергија и 2500 kWh/kWp топлина, заштедите од ПВТ-инсталацијата во 2019 година се околу 270.000 MWh електрична енергија и 1.000.000 MWh топлинска што одговараат на околу, 100.000 (тони еквивалент на нафта).
4. Ако пазарот на ПВТ расте за 10% секоја година, почнувајќи од базата од 2 милиони m² во 2018 година, може да се претпостави дека 40 до 60 милиони m² ќе бидат продадени во 2050 година. Ова би било 20 до 30 пати повеќе од сегашниот обем на пазарот и би претставувало значителен дел од пазарот за соларна топлинска енергија на база од околу 180 милиони m² во 2020 година.
5. Ќе се развијат и други апликации во сегментот на земјоделството и процесната топлина.

ЗАКЛУЧОК

Крајните корисници (индустрија, болница, школи, хотели, јавни или приватни базени,) имаат потреба од неколку видови енергија: Електрична енергија, Подготовка на санитарна вода, Загревање на просторот, Вода со индустриска технологија, Хигиенска вода

Сите овие барања може да се сумираат во четири категории: електрична енергија, топла вода со ниска температура, топла вода со средна температура и топла вода со висока температура

Производството на енергија со максимална ефикасност и долгорочна стабилност е многу важно и повеќе од потребно. Овој пристап „Интегриран комби соларен систем“ произведува електрична енергија, топлина со ниска, средна и висока температура во исто време

Предности на овој комби систем:

1. ПВТ системот ќе произведува околу 10% до 15% повеќе електрична енергија во споредба со стандардните ПВ панели посебно во летниот период, бидејќи ПВ панелите ја зголемуваат температурата за време на производството на електрична енергија, а ефикасноста се намалува за 0,4% до 0,5% за секој Целзиусов степен во зависност од типот на ПВ ќелијата. ПВТ хибридот ќе се лади со флуид и температурата на ПВ модулите ќе се задржи на околу 40°C до 50°C во зависност од апликацијата. Тоа значи дека ефикасноста на ПВ панелите ќе биде многу по висока а посебно во летниот период и во исто време ќе произведува топла вода. Произведената топла вода ќе биде околу два и пол до три пати повеќе од електричната енергија.
2. Стандардните ПВ ќе произведуваат околу 10% до 15% електрична енергија помалку од максималната, заради високите температури на ПВ модулите посебно во летниот период.
3. Топлата вода од ПВТ ќе оди до базенот или во баферот од каде ќе се користи најчесто за санитарни потреби. Но ако има потреба за други апликации тогаш е можна шема каде има два бојлери од кои едниот е за ниска температура и топлата вода од ПВТ ќе се складира во него. Топлата вода со ниска температура од првиот резервоар ќе оди во вториот резервоар каде што водата ќе се догрева од рамниот колектор како претходно предгреана вода.
4. На овој интегриран систем ќе се додаде и топлинска пумпа. Пумпата ќе користи ел. енергија од ПВТ и плус предгреана вода.
5. Опционално, во овој систем ќе биде интегриран и дополнителен чилер за апсорпција кој ќе користи вода со висока температура и ќе овозможи максимално искористување на високата температура во текот на летото.
6. Тоа значи дека системот ќе има речиси нула емисија на CO₂ и речиси нула барања за енергија од мрежата.
7. Овој комби систем ќе биде паметен систем и ќе биде надгледуван и управуван од софтвер мониториран на веб.
8. Благодарение на максималната ефикасност за сите фази започнати од ПВТ, СТ со рамна плоча и како опција концентриран колектор ќе биде одржлив бидејќи

интегрираниот соларен комби систем ќе произведува најевтина енергија, долгорочна ефикасност, најеколошка со минимална емисија на CO₂ по Kwh и друг загадувач како PM честички, SO₂, CO..... Системот ќе произведува најевтина енергија, бидејќи во исто време со иста површина ПВТ и соларни термални колектори, ќе произведува и електрична енергија, вода со ниска, средна и висока температура во зависност од примената.

9. Исто така, трошоците за инсталација ќе бидат поевтини во споредба со одделно бидејќи ќе се користат истите држачи за PV панели.

РЕЗУЛТАТИТ ОД АНАЛИЗАТА

Техно-економската анализа за исплатливост на фото-термалните системи ќе биде направена слично како и анализата на фотоволтаилните системи, поставена на домаќинствата и при тоа ќе бидат разледани различни случаи инсталирани моќности од 2 kWp до 6 kWp и за различна потрошувачка на електрична енергија од 6.500 до 16.300 kWh на годишно ниво. За секоја инсталирана моќност детално на месечно ниво ќе бидат дадени:

- месечна потрошувачка на електрична енергија без фото-термалне систем
- месечното очекувано производство на електрична енергија од фото-термалниот систем со различна инсталирна моќност,
- очекуваниот вишок на електрична енергија од фото-термалниот систем со различна инсталирна моќност,
- месечна потрошувачка на електрична енергија без фото-термалниот систем

- месечните и годишните трошоци за електрична енергија без фото-термалниот систем
- месечните и годишните трошоци за електрична енергија со фото-термалниот систем
- намалените трошоци поради користењето на електрична и топлинска енергија од фото-термалниот систем
- очекуваните приходи од продажба на вишоци на електрична енергија од фото-термалниот систем.

Поради многуте податоци и анализи, секоја инсталирана моќност претходните параметри ќе бидат дадени само за годишна потрошувачка на електрична енергија на едно домаќинство од околу 10.850 kWh, за различна инсталирана моќност од 2 kWp до 6 kWp.

Дополнително за секоја потрошувачка на електрична енергија за едно домаќинство, во ранг од 6.500 до 16.300 kWh, ќе биде презентираан периодот на поврат на инвестицијата.

За сите фото-термални системи инсталираната термална/топлинска моќност е земена да изнесува **4,54 kW**, за што дополнително на вредноста на фотоволтаичниот систем треба да се додадат околу **2.043,00 €**. Односно за различни инсталирани моќности од 2 kWp до 6 kWp електрична и 4,54 kW топлинска моќност, вкупните трошоци за инсталирање на фото-термалните системи, по принципот „клуч на рака“, би биле:

Табела 14. Пресметковни цени за инвестиции во фото/термални системи

Инсталирана моќност	(kWp)	2	3	4	5	6
Цената за инсталирање на фотоволтаичниот дел од фото-термалната централа	(€)	3,000 €	4,200 €	5,000 €	5,500 €	6,000 €
Цената за инсталирање на термалниот дел од фото-термалната централа - 4,54 kW	(€)	2,043 €	2,043 €	2,043 €	2,043 €	2,043 €

ВКУПНО ЗА ИНСТАЛИРАЊЕ НА ФОТО-ТЕРМАЛНИОТ	(€)	5,043 €	6,243 €	7,043 €	7,543 €	8,043 €
--	-----	---------	---------	---------	---------	---------

Дополнително, трошоците за одржување на ваквиот фото-термален систем би биле исти како и фотоволтаичниот систем со иста инсталирана моќност, плус трошокот за одржување на термалниот дел од фото-термалниот систем, кои за инсталирана снага (која е анализирана во овој документ) од 4,54 kW термална моќност, изнесува околу 90 €/годишно:

Табела 15. Пресметковни трошоци за сервисирање на фото/термални системи

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТОВОЛТАИЛНИОТ СИСТЕМ	2 kWp	3 kWp	4 kWp	5 kWp	6 kWp
Трошоци за замена на инвертор на 12-тата година	67.00 €	100.00 €	133.30 €	166.70 €	200.00 €
Трошоци за осигурување (≈ 2 €/kWp)	4.00 €	6.00 €	8.00 €	10.00 €	12.00 €
Трошоци за резервни делови и материјали за одржување ($\approx 2,5$ €/kWp)	5.00 €	7.50 €	10.00 €	12.50 €	15.00 €
Трошоци за одржување од страна на производителите на опрема ($\approx 2,5$ €/kWp)	5.00 €	7.50 €	10.00 €	12.50 €	15.00 €
Трошоци за чистење на опремата и панелите (≈ 5 €/kWp)	10.00 €	15.00 €	20.00 €	25.00 €	30.00 €
Трошоци за одржување на топлинскиот систем - 20EUR/kWsth	91.00 €	91.00 €	91.00 €	91.00 €	91.00 €
ВКУПНО	182.00 €	227.00 €	272.30 €	317.70 €	363.00 €

Согласно достапните податоци и анализи, едно домаќинство вообичаено троши околу 8 kWh електрична енергија за припрема на санитарна вода во домаќинството, односно околу 2.920 kWh електрична енергија на годишно ниво. Со инсталрање на еден ваков фото-термален систем предвидено е намалена потрошувачка на електрична енергија за подготовка на санитарна топла вода на дневно ниво од околу 8 kWh, односно 2.920 kWh електрична енергија на годишно ниво.

Дополнително, поради водата како медиум за размена на топлина од задната страна, фотоволтаичниот дел од фото-термалниот систем, има поголема ефикасност и поголемо производство на електрична енергија. Во оваа анализа тоа зголемување е предвидено да изнесува +5% од обичниот фотоволтаичен систем, без термален дел.

Во продолжение дадени се вредностите за исплатливост на еден фото-термален систем, за различна електрична моќност од 2 kWp до 6 kWp и 4,54 kW топлинска моќност.

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 2 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ

Ваквите фото-термалните системи се мали и скори сите панели имаат инсталирано и разменувачи на топлина на задната страна и произведуваат и топлинска енергија. Како и за фотоволтаичните системи и за овие фото-термални системи е потребно помал слободен простор на кровната конструкција – околу 10m² и вообичаено се со монофазни инвертори, односно ја покриваат само една фаза од домаќинството. Сепак постојат и трофазни системи (инвертори) со мали инсталирани моќности кои се покорисни за домаќинствата од економска и техничка гледна точка.

Во следната Табела дадени се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 2 kWp електрична и 4,54 kW топлинска моќност и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 2 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со 2 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без ФВ систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со ФВ систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	181.18	-	1,107.69	1,507.02	14,068.59	10,236.86	3,831.73
2	712.50	183.81	48.03		356.73	5,094.36	2,379.06	2,715.30
3	1,207.20	254.31	5.57		710.46	8,449.65	4,671.08	3,778.57
4	1,180.80	240.87	6.35		706.28	8,242.13	4,670.44	3,571.69
5	591.30	277.20	128.97		195.06	4,088.94	1,337.15	2,751.79
6	535.10	303.50	168.44		160.03	3,778.38	1,142.37	2,636.01
7	481.60	319.64	207.62	2,100.74	121.57	3,346.91	892.08	2,454.83
8	505.90	301.92	183.75		139.73	3,562.75	1,012.25	2,550.50
9	476.80	255.39	157.24		138.66	3,365.93	1,024.89	2,341.03
10	513.00	220.24	123.51		168.27	3,586.16	1,204.79	2,381.37
11	1,078.00	159.33	5.62		684.29	7,528.20	4,621.82	2,906.38
12	1,635.70	138.24	-		1,249.46	11,711.77	8,623.58	3,088.19
ВК.	10,854.10	2,835.64	1,035.11	3,208.43	6,137.57	76,824 ден	41,816 ден	35,007.39
						Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]	38,215.82	

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела 16 дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на фототермален систем со 2 kWp електрична и 4,54 kW топлинска енергија и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 6.500 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 16. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за фототермален систем со 2kWp електрична и 4,54 термална моќност

ФОТО-ТЕРМАЛЕН СИСТЕМ СО 2 kWp ЕЛЕКТРИЧНА И 4,54 kW ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата Без субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата Со субвенции од државата
6,512	1,813.78	11.98	8.89
7,055	1,692.21	11.61	8.62
7,598	1,579.51	11.33	8.41
8,141	1,474.72	11.06	8.21
8,683	1,375.76	10.83	8.04
9,226	1,282.30	10.61	7.88
9,769	1,194.49	10.43	7.74
10,311	1,112.16	10.26	7.61
10,854	1,035.11	9.95	7.39
11,397	963.84	9.62	7.14
11,940	897.82	9.26	6.88
12,482	836.76	8.85	6.57
13,025	779.70	8.48	6.29
13,568	725.86	8.18	6.07
14,110	674.79	7.98	5.93
14,653	625.96	7.80	5.79
15,196	578.80	7.72	5.73
15,738	533.23	7.66	5.69
16,281	489.54	7.60	5.64

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 3 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ

Кај ваквите фото-термалните системи, не сите панели имаат инсталирано и разменувачи на топлина на задната страна и произведуваат и топлинска енергија. Разменувачи на топлина на задната страна кои произведуваат топлинска енергија би имало инсталирано на 2/3 од вкупниот број на панели, односно на околу 2 kWp фотоволтаични панели, а на останатиот 1kWp останува без разменувачи на топлина. За нив е потребен мал слободен простор на крвоната конструкција – околу 15m² и може да бидат со монофазни инвертори, односно ја покриваат само една фаза од домаќинството или со трофазни инвертори.

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела 17 дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на фото-термален систем со 3 kWp електрична и 4,54 kW топлинска енергија и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 6.500 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 17. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за фототермален систем со 3kWp електрична и 4,54 термална моќност

ФОТО-ТЕРМАЛЕН СИСТЕМ СО 3 kWp ЕЛЕКТРИЧНА И 4,54 kW ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата Без субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата Со субвенции од државата
6,512	3,085.09	13.66	10.82
7,055	2,929.94	12.95	10.26
7,598	2,784.11	12.31	9.74
8,141	2,647.49	11.73	9.29
8,683	2,519.75	11.40	9.03
9,226	2,400.23	11.16	8.84
9,769	2,286.47	10.94	8.66
10,311	2,177.71	10.73	8.50
10,854	2,073.57	10.42	8.25
11,397	1,973.60	10.09	7.99
11,940	1,877.50	9.73	7.71
12,482	1,785.81	9.33	7.39
13,025	1,697.94	8.96	7.09
13,568	1,614.54	8.62	6.83
14,110	1,534.76	8.31	6.58
14,653	1,459.12	8.12	6.43
15,196	1,387.22	7.95	6.30



15,738	1,319.53	7.82	6.19
16,281	1,255.07	7.74	6.13

Во следната Табела дадени се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 3 kWp електрична и 4,54 kW топлинска моќност и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 3 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со 3 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без Фото – термален систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со Фото – термален систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	271.77	-	2,559.18	1,416.43	14,068.59	9,440.36	4,628.24
2	712.50	275.71	120.70		337.48	5,094.36	2,235.88	2,858.48
3	1,207.20	381.47	66.40		644.13	8,449.65	4,152.11	4,297.53
4	1,180.80	361.31	66.08		645.58	8,242.13	4,197.39	4,044.74
5	591.30	415.80	258.63		186.12	4,088.94	1,279.03	2,809.91
6	535.10	455.25	313.85		153.69	3,778.38	1,100.81	2,677.57
7	481.60	479.47	363.43		3,868.07	117.56	3,346.91	866.39
8	505.90	452.89	331.32	136.33		3,562.75	988.48	2,574.27
9	476.80	383.08	280.70	134.42		3,365.93	993.20	2,372.72
10	513.00	330.36	226.28	168.92		3,586.16	1,205.34	2,380.81
11	1,078.00	239.00	44.64	635.64		7,528.20	4,245.84	3,282.36
12	1,635.70	222.14	1.56	1,167.12		11,711.77	7,891.44	3,820.33
ВК.	10,854.10	4,268.25	2,073.57	6,427.25	5,743.42	76,824 ден	38,596 ден	38,227.49
						Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]		44,654.74

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 4 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ

Кај ваквите фото-термалните системи, не сите панели имаат инсталирано и разменувачи на топлина на задната страна и произведуваат и топлинска енергија. Разменувачи на топлина на задната страна кои произведуваат топлинска енергија би имало инсталирано на 1/2 од вкупниот број на панели, односно на околу 2 kWp фотоволтаични панели, а на останатите 2kWp остануваат без разменувачи на топлина. За нив е потребен слободен простор на кровната конструкција од околу 20m² и може да бидат со монофазни инвертори, односно ја покриваат само една фаза од домаќинството или со трофазни инвертори.

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела 18 дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на фото-термален систем со 4 kWp електрична и 4,54 kW топлинска енергија и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 6.500 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 18. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за фототермален систем со 4kWp електрична и 4,54 термална моќност

ФОТО-ТЕРМАЛЕН СИСТЕМ СО 4 kWp ЕЛЕКТРИЧНА И 4,54 kW ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата Без субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата Со субвенции од државата
6,512	4,418.48	15.47	12.61
7,055	4,242.95	14.16	11.55
7,598	4,076.10	13.05	10.64
8,141	3,916.97	12.43	10.13
8,683	3,765.15	11.88	9.69
9,226	3,619.53	11.39	9.29
9,769	3,481.53	10.95	8.93
10,311	3,349.83	10.69	8.71
10,854	3,224.69	10.37	8.46
11,397	3,105.34	10.05	8.19
11,940	2,990.65	9.71	7.92
12,482	2,879.40	9.33	7.61
13,025	2,772.17	8.98	7.33
13,568	2,668.69	8.67	7.07
14,110	2,568.32	8.37	6.83
14,653	2,470.91	8.10	6.60
15,196	2,376.71	7.89	6.44
15,738	2,286.40	7.74	6.31
16,281	2,199.18	7.58	6.18



Во следната Табела дадени се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 4 kWp електрична и 4,54 kW топлинска моќност и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 4 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со 4 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без Фото – термален систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со Фото – термален систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	362.36	6.40	4,257.55	1,332.24	14,068.59	8,705.36	5,363.23
2	712.50	367.62	201.74		326.62	5,094.36	2,157.29	2,937.07
3	1,207.20	508.62	158.27		608.85	8,449.65	3,880.15	4,569.50
4	1,180.80	481.74	153.86		612.92	8,242.13	3,951.13	4,291.00
5	591.30	554.40	392.21		181.10	4,088.94	1,247.27	2,841.67
6	535.10	607.01	461.10		149.20	3,778.38	1,072.31	2,706.07
7	481.60	639.29	519.81	5,737.70	114.12	3,346.91	844.41	2,502.51
8	505.90	592.73	469.97		135.14	3,562.75	979.83	2,582.92
9	476.80	510.89	406.34		132.26	3,365.93	976.80	2,389.12
10	513.00	440.49	336.37		160.88	3,586.16	1,154.33	2,431.82
11	1,078.00	318.67	98.19		617.52	7,528.20	4,097.59	3,430.61
12	1,635.70	296.19	20.43		1,111.94	11,711.77	7,455.06	4,256.71
ВК.	10,854.10	5,680.00	3,224.69	9,995.25	5,482.79	76,824 ден	36,522 ден	40,302.24
							Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]	50,297.49

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 5 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ

Кај ваквите фото-термалните системи, не сите панели имаат инсталирано и разменувачи на топлина на задната страна и произведуваат и топлинска енергија. Разменувачи на топлина на задната страна кои произведуваат топлинска енергија би имало инсталирано на околу 40% од вкупниот број на панели, односно на околу 2 kWp фотоволтаични панели, а на останатите 3kWp остануваат без разменувачи на топлина. За нив е потребен слободен простор на кровната конструкција од околу 25m² и може да бидат со монофазни инвертори, односно ја покриваат само една фаза од домаќинството или со трофазни инвертори.

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела 19 дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на фото-термален систем со 5 kWp електрична и 4,54 kW топлинска енергија и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 6.500 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 19. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за фототермален систем со 2kWp електрична и 4,54 термална моќност

ФОТО-ТЕРМАЛЕН СИСТЕМ СО 5 kWp ЕЛЕКТРИЧНА И 4,54 kW ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата Без субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата Со субвенции од државата
6,512	5,805.57	16.88	13.97
7,055	5,617.48	15.40	12.75
7,598	5,435.50	14.15	11.71
8,141	5,259.60	13.09	10.83
8,683	5,090.69	12.18	10.08
9,226	4,928.23	11.57	9.58
9,769	4,772.51	11.12	9.21
10,311	4,622.00	10.70	8.86
10,854	4,476.71	10.22	8.46
11,397	4,337.32	9.74	8.06
11,940	4,203.16	9.29	7.69
12,482	4,073.83	9.04	7.48
13,025	3,949.62	8.72	7.22
13,568	3,829.90	8.42	6.97
14,110	3,713.93	8.15	6.75
14,653	3,601.61	7.90	6.54
15,196	3,491.86	7.66	6.34
15,738	3,385.24	7.45	6.17
16,281	3,281.86	7.30	6.04



Во следната Табела дадени се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 5 kWp електрична и 4,54 kW топлинска моќност и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 5 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со 5 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без Фото – термален систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со Фото – термален систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	452.95	38.85	6,133.35	1,274.10	14,068.59	8,234.41	5,834.19
2	712.50	459.52	285.75		318.73	5,094.36	2,099.31	2,995.05
3	1,207.20	635.78	265.75		589.17	8,449.65	3,732.12	4,717.52
4	1,180.80	602.18	251.78		590.41	8,242.13	3,787.15	4,454.98
5	591.30	693.00	527.17		177.46	4,088.94	1,224.33	2,864.61
6	535.10	758.76	609.46		145.80	3,778.38	1,050.15	2,728.23
7	481.60	799.11	676.65	6,835.83	111.14	3,346.91	824.44	2,522.47
8	505.90	754.81	628.62		131.71	3,562.75	955.93	2,606.82
9	476.80	638.47	532.71		131.04	3,365.93	968.15	2,397.78
10	513.00	550.61	444.86		159.26	3,586.16	1,143.62	2,442.54
11	1,078.00	398.34	161.36		601.02	7,528.20	3,968.80	3,559.40
12	1,635.70	370.24	53.77		1,071.23	11,711.77	7,131.80	4,579.97
ВК.	10,854.10	7,113.75	4,476.71	12,969.18	5,301.06	76,824 ден	35,120 ден	41,703.56
							Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]	54,672.74

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ФОТО-ТЕРМАЛНА ЦЕНТРАЛА СО 6 kWp ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ И 4,54 kW ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ

Кај ваквите фото-термалните системи, не сите панели имаат инсталирано и разменувачи на топлина на задната страна и произведуваат и топлинска енергија. Разменувачи на топлина на задната страна кои произведуваат топлинска енергија би имало инсталирано на околу 1/3 од вкупниот број на панели, односно на околу 2 kWp фотоволтаични панели, а на останатите 4kWp остануваат без разменувачи на топлина. За нив е потребен слободен простор на кровната конструкција од околу 30m² и може да бидат со монофазни инвертори, односно ја покриваат само една фаза од домаќинството или со трофазни инвертори.

За различна месечна потрошувачка на електрична енергија, исплатливоста, односно периодот на поврат на инвестицијата е различен. Во следната Табела 20 дадени се вредностите за исплатливоста/повратот на инвестицијата за инсталирање на фото-термален систем со 6 kWp електрична и 4,54 kW топлинска енергија и различна годишна потрошувачка на електрична енергија во ранг од 6.500 до 16.300 kWh, без и со субвенции од страна на државата, во висина од 30% (до максимум 80.000 денари):

Табела 20. Вредности за исплатливост/поврат на инвестиција за фототермален систем со 2kWp електрична и 4,54 термална моќност

ФОТО-ТЕРМАЛЕН СИСТЕМ СО 6 kWp ЕЛЕКТРИЧНА И 4,54 kW ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ			
Потрошувачка на електрична енергија (kWh) годишно	Вишок на ЕЕ за продажба (kWh)	Години поврат на инвестицијата Без субвенции од државата	Години поврат на инвестицијата Со субвенции од државата
6,512	7,196.35	18.41	15.43
7,055	7,000.73	16.74	14.04
7,598	6,810.22	15.34	12.86
8,141	6,624.15	14.15	11.86
8,683	6,443.13	13.14	11.02
9,226	6,267.19	12.27	10.29
9,769	6,096.78	11.52	9.66
10,311	5,932.69	10.91	9.15
10,854	5,773.21	10.43	8.74
11,397	5,619.67	9.94	8.34
11,940	5,470.58	9.48	7.95
12,482	5,325.46	9.01	7.55
13,025	5,185.03	8.59	7.20
13,568	5,049.09	8.28	6.94
14,110	4,917.27	8.02	6.73
14,653	4,789.26	7.78	6.53
15,196	4,665.40	7.56	6.34
15,738	4,545.28	7.35	6.16
16,281	4,428.65	7.14	5.99



Во следната Табела дадени се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана моќност од 6 kWp електрична и 4,54 kW топлинска моќност и годишна потрошувачка на електрична енергија од 10.850 kWh:



Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Производство на ел.ен со 6 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Вишок на ел. ен. [kWh]	Приход од продажба на вишок на ел.ен. (ден.)	Потрошувачка на електрична енергија со 6 kW ФВ систем + 4,54 kW термален систем [kWh]	Месечни трошоци за електрична енергија без Фото – термален систем (ден.)	Месечни трошоци за електрична енергија со Фото – термален систем (ден.)	ЗАШТЕДИ
1	1,936.20	543.54	87.90	8,118.56	1,232.56	14,068.59	7,916.54	6,152.05
2	712.50	551.42	371.86		312.93	5,094.36	2,057.99	3,036.38
3	1,207.20	762.93	381.48		577.74	8,449.65	3,645.18	4,804.46
4	1,180.80	722.61	356.15		574.34	8,242.13	3,667.96	4,574.17
5	591.30	831.61	662.92		174.61	4,088.94	1,205.75	2,883.19
6	535.10	910.51	758.92		143.51	3,778.38	1,033.45	2,744.93
7	481.60	958.93	834.90	6,692.34	109.57	3,346.91	813.91	2,533.01
8	505.90	905.77	777.62		129.75	3,562.75	942.27	2,620.48
9	476.80	766.16	659.43		130.07	3,365.93	961.34	2,404.59
10	513.00	660.73	553.83		158.10	3,586.16	1,136.50	2,449.66
11	1,078.00	478.00	229.65		589.65	7,528.20	3,881.71	3,646.49
12	1,635.70	444.28	98.55		1,041.97	11,711.77	6,900.56	4,811.21
ВК.	10,854.10	8,536.50	5,773.21	14,810.90	5,174.81	76,824 ден	34,163 ден	42,660.62
							Заштеди + Приходи од продажба на вишоци [денари]	57,471.53

РЕЗИМЕ ЗА ФОТО-ТЕРМАЛНИТЕ ЦЕНТРАЛИ

Поставувањето на фото-термалните централи на домаќинствата е исплатлива инвестиција, која помага да се намалат трошоците за електрична енергија, кај самите домаќинства.

Исплатливоста на инвестицијата зависи, како од месечната и годишна потрошувачка на електрична енергија, така и од инсталираната моќност на фото-термалната централа. На самата инвестиција влијаат повеќе фактори, но, како и кај фотоволтаичните системи, еден од највлијателните е цената на електрична енергија за предадените вишоци на електрична енергија во дистрибутивниот системи продадени на Снабдувачот на домаќинствата, како и методологијата за пресметка на таа цена. Исто така на исплатливоста, влијае и цената на електрична енергија за домаќинствата во нашата земја, која е обезбедена од најголемиот производител на електрична енергија АД ЕСМ и продадена на ЕВН Хоме. Оваа цена поради структурата на компанијата и економските и политички прилики во нашата земја е субвенционирана од страна на Владата на Република Северна Македонија. Дополнително согласно методологијата за определување на цените на електрична енергија донесена од страна на РКЕ, дополнително оваа цена е субвенционирана од страна на правните субјекти снабдувани од ЕВН Хоме со т.н. вкрстено субвенционирање.

Сепак и со овие препреки исплатливоста на фото-термалните централи поставени на домаќинствата, како што и погоре е наведено, е исплатлива инвестиција, која согласно инсталираната моќност и годишната и месечна потрошувачка, се движи од 7,1 до 18,4 години без субвенции од страна на државата во однос на трошоците за инсталирање.

Доколку се аплицира и се добијат субвенции од страна на државата, согласно „Програмата за промоција на обновливите извори на енергија и поттикнување на енергетската ефикасност во домаќинствата за 2023 година“ исплатливоста се движи во граници од 5,6 до 15,4 години согласно инсталираната моќност и годишната и месечна потрошувачка на електрична енергија на самото домаќинство.

Во следните Табели 21,22 дадена е исплатливоста (период на поврат на инвестицијата) без и со субвенции од страна на државата согласно програмата за промоција на обновливите извори на енергија и поттикнување на енергетската ефикасност во домаќинствата за 2023 година.

Табела 21 Исплатливост на фото-термални центри поставени на домаќинствата во Република Северна Македонија без субвенции од страна на државата

Потрошувачка на ЕЕ (kWh) годишно	ИНСТАЛИРАНА ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ НА ФОТОТЕРМАЛНАТА ЦЕНТРАЛА со 4,54 инсталирана топлинска моќност (kWp)				
	6	5	4	3	2
6,512	18.41	16.88	15.47	13.66	11.98
7,055	16.74	15.40	14.16	12.95	11.61
7,598	15.34	14.15	13.05	12.31	11.33
8,141	14.15	13.09	12.43	11.73	11.06
8,683	13.14	12.18	11.88	11.40	10.83
9,226	12.27	11.57	11.39	11.16	10.61
9,769	11.52	11.12	10.95	10.94	10.43
10,311	10.91	10.70	10.69	10.73	10.26
10,854	10.43	10.22	10.37	10.42	9.95
11,397	9.94	9.74	10.05	10.09	9.62
11,940	9.48	9.29	9.71	9.73	9.26
12,482	9.01	9.04	9.33	9.33	8.85
13,025	8.59	8.72	8.98	8.96	8.48
13,568	8.28	8.42	8.67	8.62	8.18
14,110	8.02	8.15	8.37	8.31	7.98
14,653	7.78	7.90	8.10	8.12	7.80
15,196	7.56	7.66	7.89	7.95	7.72
15,738	7.35	7.45	7.74	7.82	7.66
16,281	7.14	7.30	7.58	7.74	7.60

Табела 22 Исплатливост на фото-термалните центри поставени на домаќинствата во Република Северна Македонија со субвенции од страна на државата согласно програмата за промоција на обновливите извори на енергија и поттикнување на енергетската ефикасност во домаќинствата за 2023 година

Потрошувачка на ЕЕ (kWh) годишно	ИНСТАЛИРАНА ЕЛЕКТРИЧНА МОЌНОСТ НА ФОТОТЕРМАЛНАТА ЦЕНТРАЛА со 4,54 инсталирана топлинска моќност (kWp)				
	6	5	4	3	2
6,512	15.43	13.97	12.61	10.82	8.89
7,055	14.04	12.75	11.55	10.26	8.62
7,598	12.86	11.71	10.64	9.74	8.41
8,141	11.86	10.83	10.13	9.29	8.21
8,683	11.02	10.08	9.69	9.03	8.04
9,226	10.29	9.58	9.29	8.84	7.88
9,769	9.66	9.21	8.93	8.66	7.74
10,311	9.15	8.86	8.71	8.50	7.61
10,854	8.74	8.46	8.46	8.25	7.39
11,397	8.34	8.06	8.19	7.99	7.14
11,940	7.95	7.69	7.92	7.71	6.88
12,482	7.55	7.48	7.61	7.39	6.57
13,025	7.20	7.22	7.33	7.09	6.29
13,568	6.94	6.97	7.07	6.83	6.07
14,110	6.73	6.75	6.83	6.58	5.93
14,653	6.53	6.54	6.60	6.43	5.79
15,196	6.34	6.34	6.44	6.30	5.73
15,738	6.16	6.17	6.31	6.19	5.69
16,281	5.99	6.04	6.18	6.13	5.64

ДЕЛ 3 ТЕРМАЛНИ СИСТЕМИ

Сончеви термосифонски и пумпни термички системи

Сончевите постројки наменети за директно користење на сончевата енергија можат да бидат: *активни, пасивни и комбинирани*.

Сончевите постројки за загревање на вода се составени од: *колектори, систем за циркулација, резервоар, помошен систем за загревање на водата и систем за автоматска контрола*.

Сончевите термосифонски и пумпни термички системи најчесто користат рамни колектори со природна, или принудна циркулација на флуидот за трансфер на енергијата. Во колекторите водата може да се загрее на: *ниска, средна и висока температура*.

Во зависност од распоредот на опремата, сончевите термосифонски и пумпни постројки, можат да се поделат на:

- *директни* постројки (отворени, проточни), и
- *индиректни* постројки (затворени, кружни).

Во зависност од начинот на циркулирање на водата, сончевите постројки можат да бидат со:

- *природна циркулација на водата (без пумпа –термосифонски, или т.н. пасивни), и*
- *принудна циркулација на водата (со циркулациона пумпа, или т.н. активни).*

Индиректните постројки, кај кои постои опасност од замрзнување на водата, можат да бидат со:

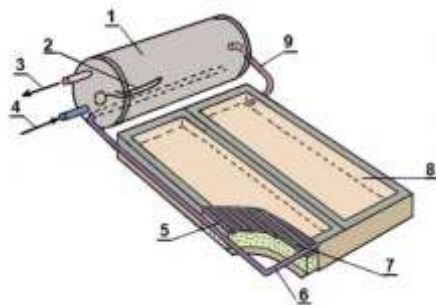
- *антифриз како средство за трансфер на енергијата, и*
- *испуштање на водата од сончевите колектори.*

3.1.1 Директни сончеви термосифонски и пумпни термички системи

3.1.1.1 Директни сончеви термички системи со природна циркулација на водата (термосифонски)

Директните сончеви постројки со *природна* циркулација на водата (термосифонски) се наједноставни по конструкција, бидејќи кај нив нема потреба од пумпи, електронски контролери и изменувач на топлина. Затоа, ваквите постројки се поедноставни за експлоатација и одржување, побезбедни и се релативно евтини.

Овие сончеви постројки се состојат од три основни дела и тоа: рамен сончев колектор, добро изолиран резервоар за чување на топлата вода и цевен систем за нивно поврзување (сл 23). Водата во резервоарот може да остане топла два до три дена, во зависност од неговата изолираност и од надворешната температура.



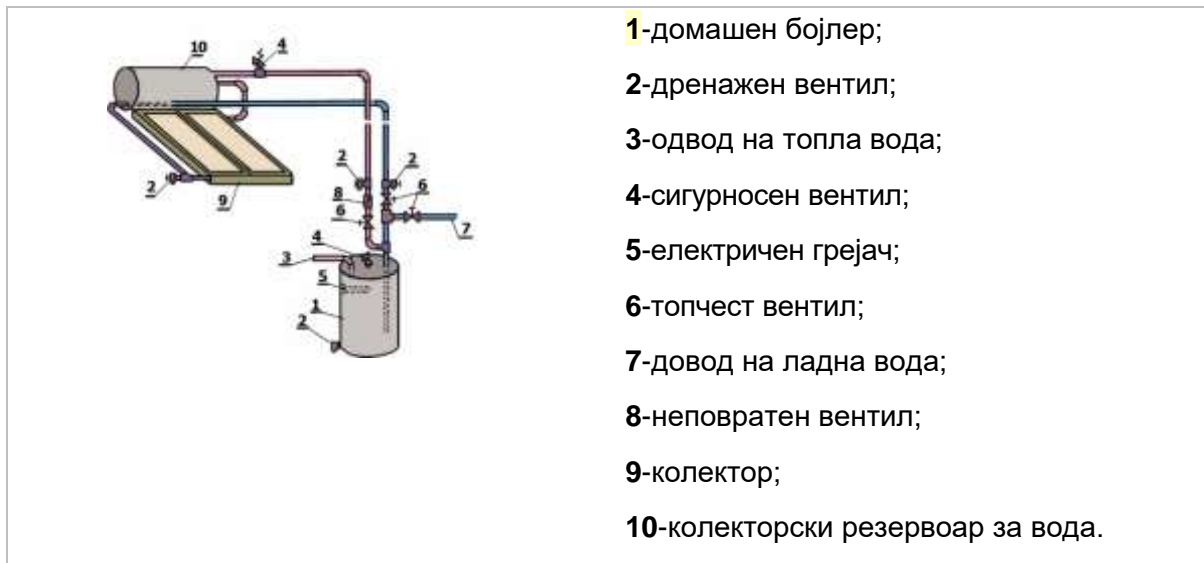
- 1-резервоар за топла вода;
- 2-електричен грејач;
- 3-одвод на топла вода;
- 4-довод на студена вода;
- 5-колекторски цевки;
- 6-главна доводна колекторска цевка;
- 7-апсорбер;
- 8-стаклена покривка;

9-топла вода од колекторот.

Сл.23. Директна термосифонска сончева постројка за топла вода

Кај директната *термосифонска* сончева постројка (од грчките зборови *therme*-топлина и *siphon* –цевка низ која течноста се движи нагоре) се користат рамни колектори во кои водата се загрева и како полесна се движи низ цевките нагоре (сл.23), по природен пат поради разликата на густината меѓу топлата и ладната вода (потребен е поголем дијаметар на цевките), кон еден добро изолиран резервоар, кој се поставува над колекторот (min 200 mm). Во исто време, оладената или ладната вода како потешка, од резервоарот се движи надолу кон влезот на долниот дел од колекторите, со што настанува природна циркулација на водата.

Предности на термосифонските постројки за загревање на вода се: нивна надежна работа (не зависат од работата на пумпата и контролерот), не трошат електрична енергија за погон на пумпата и имаат подолг век на експлоатација. Недостаток на овие постројки е што имаат поголеми загуби на топлина од резервоарот кон околината. Во зависност од местото на поставување, резервоарот треба термички да се изолира за да се намалат загубите на топлина.



Сл.24 Поврзување на термосифонска колекторска постројка за топла вода со централен домашен бојлер

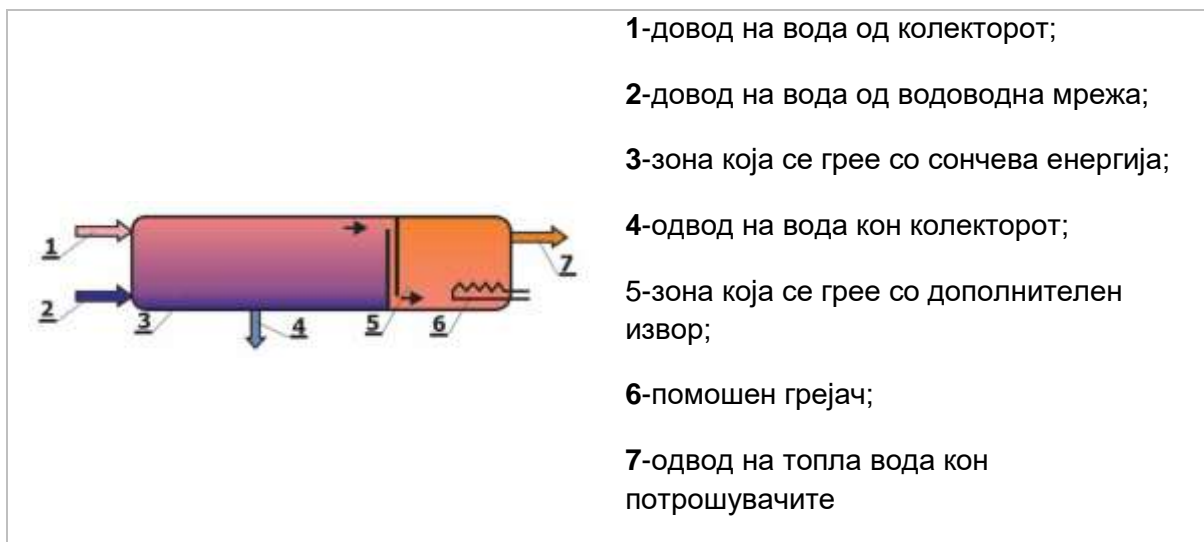


Сл.25. Термосифонска сончева постројка за топла вода со вертикално поставен резервоар сместен во таванот

На сл.24 шематски е прикажан начин на поврзување на директна термосифонска сончева постројка, со централен домашен бојлер.

Во случај, кога температурата на водата во домашниот бојлер е повисока од температурата на водата во резервоарот на колекторот (облачни периоди, ноќе), колекторот ќе почне да работи како ладилник. Ако оваа појава не се спречи (се вградува неповратен вентил δ), ќе дојде до целосно ладење на загреаната вода во домашниот бојлер.

Како работен флуид во оваа постројка може да се користи вода од водоводната мрежа, или технолошка вода. Бидејќи работната температура најчесто е меѓу $(40+80) ^\circ\text{C}$, и се користи хемиски необработена вода, во колекторските цевки се таложат растворени соли (каменец). Талогот ја намалува ефикасноста во пренесувањето на топлината кон водата, а може да настане и затнување на цевките за проток на водата.



Сл.26 Хоризонтален резервоар поделен на два дела за термосифонска сончева постројка

Со цел да се заштити постројката од замрзнување, добро изолираниот резервоар кај термосифонските системи може да се постави во вертикална положба и да се смести (сл.25) во таванот. Резервоарите во вертикална положба се поефикасни бидејќи обезбедуваат поголема разлика на температурата на водата. Во горниот дел може да се вгради грејач кој се поврзува со дополнителен извор на топлина, котел на фосилно гориво или електрична енергија. Дното на резервоарот треба да биде повисоко од колекторот минимум 300 mm.

За да биде вкупната висина на колекторската постројка помала, резервоарот често се поставува во хоризонтална положба (сл.26). Перформансите на сончевата постројка со хоризонтален резервоар можат да се подобрат со поделба на резервоарот на два дела: во едниот дел се наоѓа водата што се загрева во сончевиот колектор (во долниот дел се доведува и водата од водоводната мрежа) и во вториот дел загреаната вода во сончевиот колектор се догрева со помошен грејач б. Топлата вода се одведува кон потрошувачот од горе, од вториот дел на резервоарот

3.1.1.2 Директни сончеви термички системи со принудна (со пумпа) циркулација на водата
Директните постројки со принудна циркулација на топлата вода (пумпни) користат пумпа за движење на водата низ сончевите колектори. Водата се наоѓа во резервоарот за вода, кој секогаш се поставува на ниво пониско од колекторот и со помош на пумпата директно циркулира низ сончевите колектори. Водата се загрева во сончевите колектори и повторно се враќа во резервоарот (сл.27).



Сл.27 Директна сончева постројка за топла вода за санитарни потреби со принудна циркулација на водата

Принудната циркулација на водата, кај ваквите постројки овозможува сончевиот колектор да се постави на погодно место на објектот, за да може апсорберот на сончевиот колектор во секое време да прима максимално можна сончева енергија. Исто така, се овозможува и брзината на протокот на флуидот да се регулира.

Покрај циркулационата пумпа, овие постројки се опремени и со диференцијален термостат, т.н. електронски контролер за автоматско управување и контрола на работата и сензори за мерење на температурата. Сензорите се поставуваат на повеќе места во системот и имаат задача да ја мерат температурата на водата во текот на работата. Со нивна помош се вклучува и исклучува циркулационата пумпа, во случај кога температурата на водата во резервоарот се снижува, или се повишува.

Овие сончеви постројки обично користат еден акумулатор на топлина во кој се вградува помошен загревач на водата, но може да се примени акумулација и со два резервоара за топла вода.

Принципот на работа на постројката е едноставен. Електронскиот контролер ја вклучува пумпата кога водата во колекторот е за $(8-10)^{\circ}\text{C}$ потопла од водата на дното во резервоарот. Со помош на пумпата водата циркулира низ постројката, односно меѓу резервоарот и колекторите. Процесот продолжува сè додека температурата на водата на излезот од колекторот е за околу $(2-3)^{\circ}\text{C}$ повисока од температурата на дното на

резервоарот. Ако, температурната разлика се намали, електронскиот контролер автоматски ја исклучува работата на пумпата.

Во периоди на недоволно сончево зрачење, или голема потрошувачка на вода, се вклучува електричниот грејач 14, кој се вградува во резервоарот за вода, како дополнителен извор на енергија. Неповратниот вентил 8 спречува обратно движење на водата (ноќе), односно сончевиот колектор да не се претвори во загревач на околниот воздух наместо апсорбер, кога контролерот ќе ја исклучи работата на пумпата.

Диференцијалниот контролер ја вклучува, или исклучува работата на пумпата по потреба. Во системот се вградени два сензора, едниот на цевката на излезот од колекторите, а другиот на дното на резервоарот. Тие му даваат сигнал на контролерот да ја вклучи во работа циркулационата пумпа кога температурата на излезот од колекторот е за 11°C повисока од температурата на дното на резервоарот, а ја исклучува кога таа разлика е околу 2,8°C. Кај некои постројки има можност овие температурни разлики да се дотеруваат при самото вградување.



16-електронски контролер.

Сл.28 Директа сончева постројка со принудна циркулација на топлата вода за санитарни потреби, кај која пумпата се погонува од фотонапонски сончев колектор

Вентилот за обезвоздушување 3 (автоматски, или рачен) е наменет за испуштање на воздухот од цевниот систем на колекторите со што се елиминираат воздушните чепови кои можат да ја попречат циркулацијата на течноста низ колекторите. Вентилот треба да се постави вертикално на највисокото место од цевната инсталација.

Сигурностниот вентил 5 ја заштитува постројката од прекумерен притисок. Може да се отвори на одреден притисок (0,5 bar над номиналниот притисок), или одредена температура (обично 99°C и 10 bar ако е поставен на самиот резервоар-бојлер). При полнење на системот со течност, може да се користи и како рачен вентил за обезвоздушување, доколку во постројката истиот не е вграден. Притисокот на отворање се избира во зависност од работниот притисок на течноста во сончевите колектори.

Манометарот 22 (сл.27), е наменет за мерење на притисокт во системот, кој се менува со промена на температурата на флуидот за трансфер на енергијата низ сончевите колектори. И кај директните и кај индиректните постројки, со него се детектира истекување на флуидот од затворениот круг.

Вентилот за заштита од вакуум 4, служи за полнење на системот со воздух во случај на дренажа на водата. Обично се поставува на самиот излез од колекторот, но исто така може да се постави било каде на повратната цевка од колекторот. Вентилот може да работи автоматски или рачно. Може да се вгради и вентил кој служи и за обезвоздушување и за полнење на инсталацијата со воздух.

Рачните (топчести и др.) вентили 9, се наменети за издвојување на поедини делови од сончевата постројка. Главна задача им е да го издвојат колекторот од останатата опрема пред сервисирање на постројката.

Вентилите за дренажа 7, се наменети за дренажа на циркулациониот круг на колекторите, акумулаторот и кај некои постројки изменувачот на топлина или резервоарот за

дренираната вода. Кај индиректните постројки, тие се користат и за полнење на колекторскиот круг со антифриз.

Неповратниот вентил 8, овозможува флуидот да се движи само во една насока. Во сончевите постројки овој вентил го спречува термосифонското движење на течноста во затворениот циркулационен круг. Без овој вентил, водата што се лади во текот на ноќта во колекторите, ќе започне да слегува во бојлерот потискувајќи ја топлата вода да се качува кон колекторите. Ова движење може континуирано да се одвива во ноќта, ладејќи ја целата вода во бојлерот.

Вентилот за заштита од замрзнување 6, е дотеран да се отвори на температура блиска до температурата на замрзнување, и се монтираат на повратната цевка од колекторите, на место близу до таванот (водата се испушта на кровот). Со негово отворање, низ него и низ колекторот се пушта топла вода, со што се заштитува колекторот и цевките од замрзнување. По конструкција може да биде спирален или биметален термостатски вентил.

Термометарот 21 (сл.27), ја покажува температурата на флуидот низ колекторскиот циркулационен круг. Термометарот поставен на врвот од бојлерот ја покажува температурата на загреаната вода наменета за понатамошно користење. Со поставување на приклучоци на повеќе места во сончевата постројка, може да се користи само еден термометар за контрола на температурата на тие места.

Вентил за редукција на притисокот, се вградува кај овие сончеви постројки кога притисокот на водата од водоводната мрежа е повисок од работниот притисок на сончевите колектори.

Вентил против замрзнување на водата, се вградува за заштита на колекторите од замрзнување во региони каде се ретки температурите под 0 оС. Вентилот овозможува рецикулација на топла вода од резервоарот. Со тоа се зголемуваат загубите на топлина, но системот се заштитува од замрзнување. За таа цел, потребно е да се вгради посебен термостат кој ќе ја вклучува и исклучува пумпата, но при прекин на електрична енергија таа може да не се вклучи и да настанат проблеми во системот. Затоа, треба да се вгради и вентил за празнење на колекторите.

Директните активни системи, бидејќи немаат изменувач на топлина се поефикасни за (5÷10) %. Кај нив треба да се посвети посебно внимание на заштитата од замрзнување на водата.

Предности на директните сончеви постројки за загревање на вода за санитарни потреби и греење се: водата од водоводната мрежа директно се носи во сончевите колектори на загревање и се користи како топла вода; нема потреба од изменувач на топлина-поефикасно е пренесувањето на топлината во акумулаторот на топлина: доколку се примени циркулациона пумпа истата е наменета само за совладување на отпорите во цевниот систем-системот е веќе под притисок.

Недостатоци на директните сончеви постројки се: квалитетот на водата од водоводната мрежа мора да е добар, заради заштита од корозија и таложење на соли во деловите од постројката; заштитата од замрзнување на водата зависи од квалитетот на вентилите. Затоа, овие постројки се применуваат во подрачја каде нема опасност од замрзнување на водата и каде водата е со добар квалитет.

3.1.2 Индиректни (со антифриз) сончеви термосифонски и пумпни термички системи

Со цел да се користат и други флуиди (термички и синтетички масла, разни антифризи и др.) за трансфер на топлината кај сончевите постројки за добивање топла вода, потребно е сончевиот колектор да се издвои од останатиот дел на системот, во т.н. примарен циркулационен круг. Во примарниот циркулационен круг обично струи флуид што не е вода, а во другиот круг вода која се загрева и е наменета за санитарни потреби, или за греење.

Постојат два вида *индиректни* сончеви постројки и тоа:

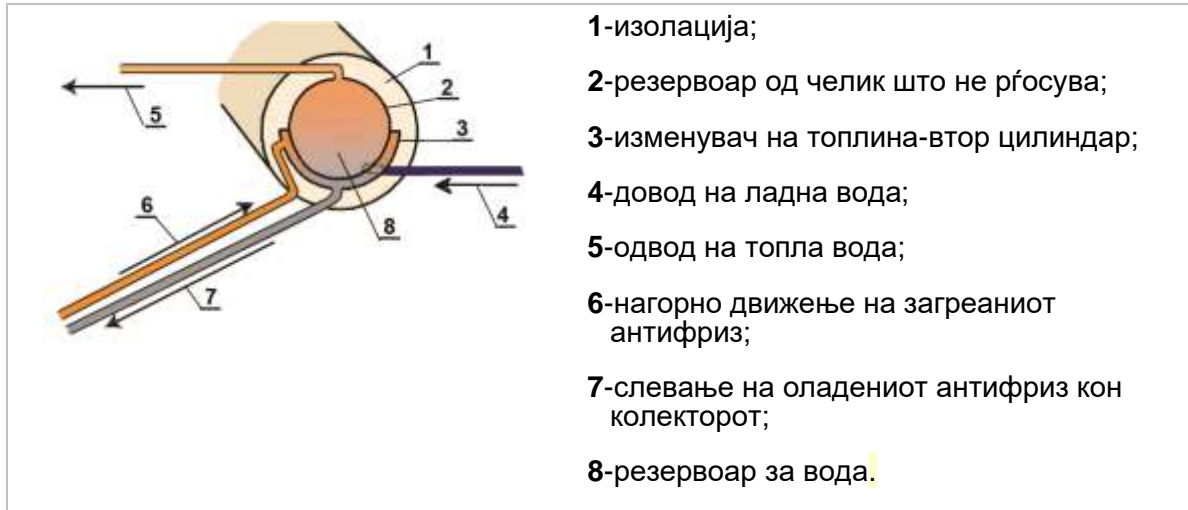
- постројки со *антифриз*, и
- постројки со *испуштање на водата* од сончевите колектори.

Сончевите постројки кои работат со *антифриз* како средство за трансфер на топлината, можат да бидат со:

- *природна циркулација на антифризот* (без пумпа –термосифонски), и
- *принудна циркулација на антифризот* (со циркулациона пумпа, или т.н. пумпни).

Индиректни термосифонски сончеви термички системи

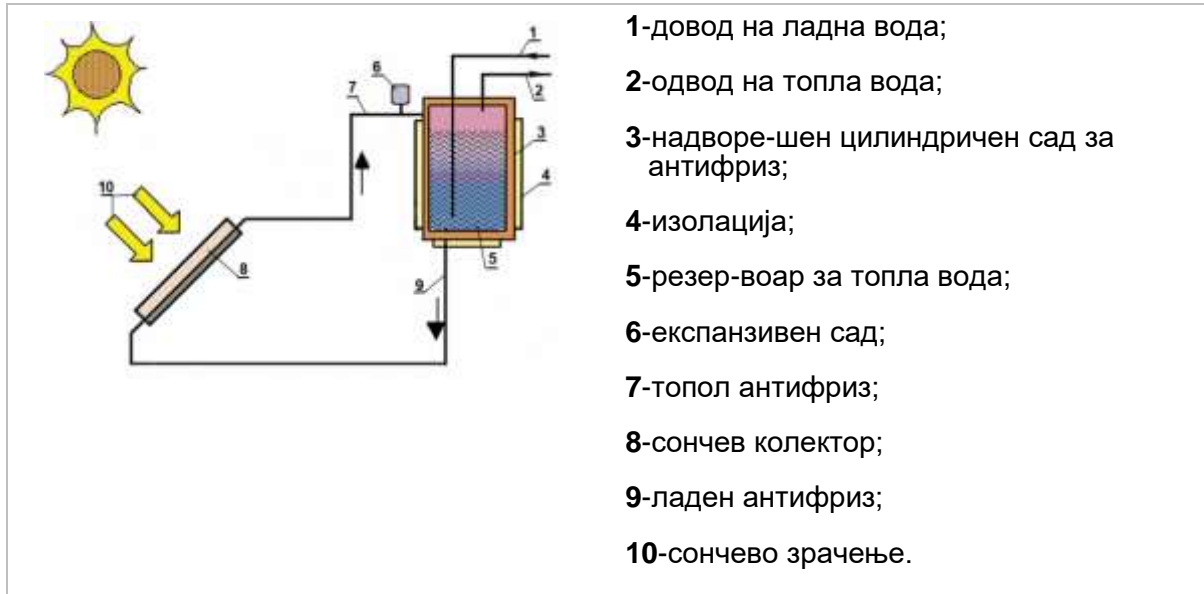
Кај постројките во кои се користи антифриз како средство за трансфер на топлината, кој циркулира низ сончевите колектори, потребно е да се вгради изменувач на топлина, во кој топлината од флуидот за трансфер ќе се предава на санитарната вода. Изменувачот на топлина може директно да се вгради во резервоарот за вода, или да биде издвоен од него. Исто така, кај овие постројки е потребна и дополнителна опрема и тоа: експанзивен сад, манометри, сигурносен вентил, вентил за полнење, вентил за обезвоздушвање, неповратен вентил и др.



Сл.29. Индиректна сончева постројка за топла вода со природна циркулација на антифризот-термосифонски

Како антифриз најчесто се користи смеса на вода и гликол (етилен, или пропилен). Пропиленгликолот, за разлика од етиленгликолот не е токсичен, но за да му се продолжи векот на експлоатација, во него треба да се додадат адитиви. Недостаток е што гликолот може да се разложи и да остави талог во постројката. Силиконските или јаглеродородните масла се решение за овој проблем, но тие се поскапи и ги оштетуваат затинките од постојната арматура.

Кај индиректните системи со природна циркулација на антифризот-термосифонски, се користат рамни колектори и резервоар со посебна конструкција, кој мора да биде сместен повисоко од колекторите. Најприменувана конструкција на резервоар –изменувач на топлина е во облик на дводелен цилиндричен сад (сл.29). Загреаниот антифриз од колекторот, се движи нагоре 6 кон резервоарот 8 и го полни просторот меѓу двата цилиндра. Топлината ја предава на санитарната вода со која се полни внатрешниот цилиндар 8, а оладениот антифриз 7 по природен пат се спушта назад во колекторот. Со тоа се затвора кругот на антифризот. Санитарната вода кон цилиндарот 8 се доведува под дејство на притисокот кој постои во водоводната мрежа, или со циркулациона пумпа.



Сл.30. Индиректна сончева постројка за санитарна топла вода -термосифонска со верикално поставен резервоар (изменувач на топлина)

Овие постројки се наменети за региони со релативно студена клима, со цел да се елиминира опасноста од замрзнување на водата. Затоа, посебно внимание треба да се посвети на резервоарот за вода. Резервоарот за вода може да се изработи и од два слоја (два цилиндра), од кои внатрешниот цилиндар се полни со санитарна вода, додека надворешниот цилиндар се полни со антифриз, кој служи и како средство за трансфер на топлината во колекторите и како заштита од замрзнување. Доводот и одводот на санитарна вода мора да се изолира, со цел да се елиминира опасноста од замрзнување.

Резервоарот за вода може да се постави и во вертикална положба во таванот, но мора да е поставен нешто повисоко од сончевите колектори (сл.30).



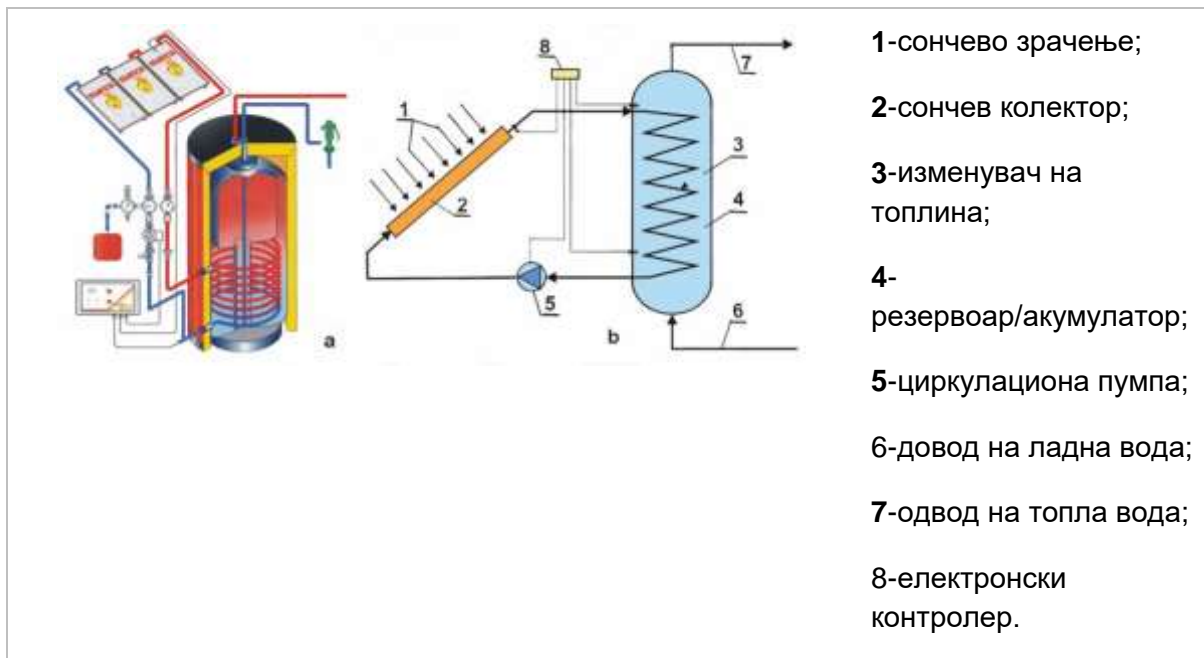
Сл.31. Индиректна сончева постројка за санитарна топла вода -термосифонски со вертикално поставен резервоар (изменувач на топлина)

Со цел резервоарот за топла вода директно да се постави над колекторот и да не се изработува во два слоја, изведени се конструкции кај кои меѓу колекторот и резервоарот се

вметнува еден цевен изменувач на топлина, во кој топлината од антифризот (гликолот) се предава на санитарната вода (сл.31). Овие постројки се идеални за урбаните средини и можат лесно да се поставуваат на куќите.

3.1.2.2 Индиректни пумпни сончеви термички системи

Кај индиректните сончеви постројки со *принудна* циркулација (пумпни), антифризот се движи низ колекторот и изменувачот на топлина (обично сместен во резервоарот) со помош на циркулациона пумпа (сл.32).



Сл.32. Постојка за санитарна топла вода со принудна (со пумпа) циркулација на флуидот-индиректен систем а-изглед, б-шема

Сончева постројка со принудна циркулација на антифризот за загревање на вода за санитарни потреби или греење, покрај рамен колектор, изменувач на топлина, резервоар, циркулациона пумпа и електронски контролер за автоматска контрола на работата, има и експанзивен сад (кој овозможува ширење на антифризот при негово загревање) и дополнителен извор за греење на водата. Како дополнителен извор најчесто се користи електричен грејач, кој може да се смести директно во резервоарот за топла вода.

Индиректната сончева постројка со антифриз како средство за трансфер на енергијата, има повеќе опрема (сл.33). Потребно е да се вгради: експанзивен сад 8 кој ќе овозможи антифризот да се шири и собира во зависност од температурата; сигурносен вентил 4 за да се заштити затворениот циркулационен круг на антифризот од прекумерен притисок; неповратен вентил 6 за да спречи обратна насока на струење на фреонот ноќе и колекторот да работи како грејно тело (кога пумпата не работи); вентил за испуштање на воздухот 3 од циркулациониот круг на антифризот; манометар 19 и термометар 18 за мерење на

притисокот и температурата во кругот на антифризот, со цел да се контролира наполнетоста на системот со антифриз и неговата температура.



Сл.33. Индиректна сончева постројка за санитарна топла вода со принудна циркулација на водата (циркулациона пумпа)

Треба да се вгради дренажен вентил 7 низ кој циркулациониот круг со антифриз ќе се празни, вентил 5 низ кој ќе се дополнува циркулациониот круг со антифриз, циркулациона пумпа 10 за антифриз и др. Исто така треба да има и дополнителна арматура.

Кај постројките за загревање на вода за санитарни потреби циркулационата пумпа 10 за антифриз е со мала моќност ($<100\text{ W}$) и проток меѓу $(0,1 \div 0,5)\text{ m}^3/\text{h}$. Напорот на пумпата е релативно мал и се движи максимум $(4 \div 5)\text{ m}$. Обезвоздушвањето обично е на највисоката точка од системот (на колекторите). Пумпата се вклучува, или исклучува со диференцијлниот термостат 17. Обично се вградува на цевководот за ладна течност.

Протокот на флуид низ една сончева постројка може да биде: мал, голем или со регулирање на протокот (со фреквентен регулатор за регулирање на бројот на вртежи на пумпата) и зависи од: топлинскиот капацитет, температурното ниво и од работните услови

РЕЗУЛТАТИТ ОД АНАЛИЗАТА ЗА СОЛАРНИТЕ ТЕРМАЛНИ КОЛЕКТОРИ

Техно-економската анализа за исплатливост на соларните термални колектори ќе биде направена слично како и анализата на фотоволтаилните и фототермалните системи, поставена на домаќинствата и при тоа ќе бидат разледани случаите со инсталирана моќност на соларните системи од 4,05 kWp термална моќност за да може да се споредува со 2 kWp електрична моќност на ПВ системот и 4,2 kWp термална моќност на ПВТ системот, колку што му е потребно за едно просечно домаќинство за загревање на санитарна вода / ден. Исто така ќе се анализира и соларен термален систем со 3,24 kWp. Ќе биде користена слична методологија како за ПВ и ПВТ ситемите од аспект на цена на електричната енергија.

Табела 23 Техноекономска анализа на соларен термален систем со 3,24 kWp инсталирана моќност

Инсталирана моќност	(kWp)	3,24 kWp
Соларен термален систем:		
810 Wp /m2 топл енергија или 1,62 Wp топл. /колект.		
Вк. површина 2, m2/кол.		
Соларен термален систем		1,320 (€)
2 x 2,0 m2 Соларни колектори x 1,62 Wp = 3,24 Wp		плус
Топлинска енергија потребна за загревање на санитарна вода =	(€)	70 (€)
2 920 kWh/год		=
Цената за инсталирање на соларен термален систем од 3,24 kWp		1390 €
= 330 Еур/m2 x 4 m2 = 1320 Еур/систем		
Годишни трошоци за одржување = 70 Еур/m2		

Согласно достапните податоци и анализи, едно домаќинство вообичаено троши околу 8 kWh електрична енергија /ден за припрема на санитарна вода сите потреби ,туширање, машина за перење, машина за садови односно околу 2.920 kWh електрична енергија на годишно ниво. Со инсталирање на еден ваков соларен термален систем предвидено е намалена потрошувачка на електрична енергија за подготовка на санитарна топла вода на дневно ниво од околу 8 kWh, односно 2.920 kWh електрична енергија на годишно ниво.



Во продолжение дадени се вредностите за исплатливост на соларен термален систем.

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА СОЛАРЕН ТЕРМАЛЕ СИСТЕМ од 3,24 kWp ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ

Ваквите соларни термалните системи заземаат околу 7 м² површина на кров.

Месец	Потрошувачка на електрична енергија без соларен систем [kWh]	Намалена потрошувачка на електрична енергија заради произведената топла вода од соларниот систем (kWh)	Намалени месечни трошоци заради производство на топла вода од соларен термален колектор (ден) Земана е просечна цена на ел. енергија од 6,48 ден/kWh
1	1,936.20	121.18	784,00 ден
2	712.50	143.81	926 08 ден
3	1,207.20	234.31	1516,92 ден
4	1,180.80	230.87	1490,84 ден
5	591.30	277.20	1796,25 ден
6	535.10	303.50	1966,68 ден
7	481.60	319.64	2071,26 ден
8	505.90	301.92	1956,44 ден
9	476.80	255.39	1654,93 ден
10	513.00	210.24	1360,15 ден
11	1,078.00	139.33	900,46 ден
12	1,635.70	112.24	725,79 ден
ВК.	10,854.10	2, 649.64	17 144 ден

Заштеди од производство на топла вода за санитарни потреби од соларен систем за топла вода при просечна цена на електрична енергија од 6,48 ден .Оваа калкулација е различна од калкулациите за ПВ и ПВТ бидејќи е анализиран само Соларниот термален систем кој произведува само топла вода.

Табела 24. се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана 3,24 kWp топлинска моќност

Врз основа на калкулациите од претходната табела и добиените заштеди како на произведени kWh топла вода и заштеди во денари се добиваат следните Техно економски анализи на системот:

Табела 25. Време на враќање на инвестицијата на системот со 3,24 kWp

Вк инвестиција без израчуната камата	1 320 Еур
Камата од околу 20 % на вкупниот износ на инвестицијата = 1320 Еур + 264 Еур	1 584 Еур
Годишни заштеди	278,76 Еур
Време на враќање на инвестицијата со сопствено учество без камата и без субвенција = 1320 Еур/ 278,76 Еур	4,73 год

Време на враќање на инвестицијата со субвенција од 250 Еур/систем = $1320 - 250 = 1070/278,76$	3,83 год
Време на враќање на инвестицијата со пресметана камата од 20% на вложените средства = $1620 \times 20\%$ и без субвенции = $1584,78 / 278,76$	5,68 год

Во колку се пресмета просечна цена на електрична енергија во зависност на тарифата на секој блок, тогаш враќањето на инвестицијата ќе се промени заради цената на ел.енергија за секоја тарифа поединечно.

Значи враќањето на инвестицијата зависи најмногу од цената на ел. енергија, износот на субвенции кој во Северна Македонија кој е исклучително мал и од квалитетот на соларните колектори и соларниот систем кои се главни компоненти за произведените kWh топлинска енергија.

Табела 26. Техноекономска анализа на соларен термален систем со 4,05 kWp инсталирана моќност

Инсталирана моќност	(kWp)	4,05 kWp
Соларен терм. колектор :		
810 Wp /m2 топл енергија или 2 025 Wp топл. /колект.		
Вк. површина 2,5 m2/кол.		
Соларен термален систем		1,650 (€)
2 x 2,5 m2 Соларни колектори x 2025 Wp = 4 050 Wp	(€)	плус 70 (€)
		=
		1720 €
Топлинска енергија потребна за загревање на санитарна вода =		
2 920 kWh/год		

Цената за инсталирање на соларен термален систем од 4,05 kWp		
= 330 Еур/м² x 5 м² = 1650 Еур/систем		
Годишни трошоци за одржување = 70 Еур/м²		

Согласно достапните податоци и анализи, едно домаќинство вообичаено троши околу 8 kWh електрична енергија /ден за припрема на санитарна вода сите потреби , туширање, машина за перење, машина за садови, односно околу 2.920 kWh електрична енергија на годишно ниво. Со инсталирање на еден ваков соларен термален систем предвидено е намалена потрошувачка на електрична енергија за подготовка на санитарна топла вода на дневно ниво од околу 8 kWh, односно 2.920 kWh електрична енергија на годишно ниво.

Во продолжение дадени се вредностите за исплатливост на соларен термален систем

ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА СОЛАРЕН ТЕРМАЛЕ СИСТЕМ од 4,05 kWp ТОПЛИНСКА МОЌНОСТ

Ваквите соларни термалните системи заземаат околу 8 м² површина на кров.

Во следната Табела 27 дадени се вредностите на сите параметри за едно домаќинство со инсталирана 4,05 kWp топлинска моќност

Месец	Потрошувачка на електрична енергија без ФВ систем [kWh]	Намалена потрошувачка на електрична енергија заради произведената топла вода од соларниот систем (kWh)	Намалени месечни трошоци заради производство на топла вода од соларен термален колектор (ден) Земана е просечна цена на ел. енергија од 6,48 ден/kWh
1	1,936.20	181.18	1174,00 ден
2	712.50	183.81	1191,08 ден
3	1,207.20	254.31	1647,92 ден
4	1,180.80	240.87	1560,84 ден
5	591.30	277.20	1796,25 ден
6	535.10	303.50	1966,68 ден
7	481.60	319.64	2071,26 ден
8	505.90	301.92	1956,44 ден
9	476.80	255.39	1654,93 ден
10	513.00	220.24	1427,15 ден
11	1,078.00	159.33	1032,46 ден
12	1,635.70	138.24	895,79 ден
ВК.	10,854.10	2,835.64	18 375 ден

Заштеди од производство на топла вода за санитарни потреби од соларен систем за топла вода при просечна цена на електрична енергија од 6,48 ден .Оваа калкулација е различна од калкулациите за ПВ и ПВТ бидејќи е анализиран само Соларниот термален систем кој произведува само топла вода.

Табела 27. Заштеди при инсталација термален систем од 4,05 kWp

Врз основа на калкулациите од претходната табела 27 и добиените заштеди како на произведени kWh топла вода и заштеди во денари се добиваат следните Техно економски анализи на системот:

Табела 28. Време на враќање на инвестицијата на системот од 4,05 kWp

Вк инвестиција без израчуната камата	1 620 Еур
Камата од околу 20 % на вкупниот износ на инвестицијата = 1620 Еур + 324 Еур	1 944 Еур
Годишни заштеди	298,78 Еур
Време на враќање на инвестицијата со сопствено учество без камата и без субвенција = 1620 Еур/ 298,78 Еур	5,4 год

Време на враќање на инвестицијата со субвенција од 250 Еур/систем = $1620 - 250 = 1370/298,78$	4,58 год
Време на враќање на инвестицијата со пресметана камата од 20% на вложените средства = $1620 \times 20\%$ и без субвенции = $1944/298,78$	6,5 год

Во колку се пресмета просечна цена на електрична енергија во зависност на тарифата , тогаш враќањето на инвестицијата ќе се промени заради цената на ел.енергија за секоја тарифа поединечно.

Значи враќањето на инвестицијата зависи најмногу од цената на ел. енергија, износот на субвенции кој во Северна Македонија е исклучително мал и од квалитетот на соларните колектори и соларниот систем кои се главни компоненти за произведените kWh топлинска енергија.