

12 Системи за коришћење ОИЕ у зградама

12.1 Увод

Енергија из обновљивих извора је енергија произведена из нефосилних обновљивих извора као што су: водотокови, биомаса, ветар, сунце, био-гас, депонијски гас, гас из погона за прераду канализационих вода и извори геотермалне енергије. [1]

Према Директиви 2009/28/ЕЗ енергија из обновљивих извора је енергија из нефосилних обновљивих извора и то: енергија ветра, соларна, аеротермална, геотермална, хидротермална, енергија океана, хидроенергија, биомаса, депонијски гас, гас из постројења за обраду отпада и биогаз. [1]

Билансирање енергије из обновљивих извора обухвата производњу и потрошњу електричне енергије из великих и малих водених токова, енергије ветра и сунца, биогаза као и производњу и потрошњу топлотне енергије из геотермалне енергије, биомасе (огревно дрво, пелет и брикет) и енергије сунца. У структури планиране укупне домаће производње примарне енергије за 2015. годину, обновљиви извори енергије учествују процентом од 17,5%. У овој структури највеће је учешће чврсте биомасе 59%, затим хидропотенцијала 40%, док био-гас, енергија ветра, сунца и геотермална енергија учествују са мање од 1%. [2]

У циљу промоције и повећања учешћа обновљивих извора енергије (у даљем тексту: ОИЕ), Влада Републике Србије усвојила је Одлуку Савета министара Енергетске заједнице 2009/548/ЕЗ у вези са промоцијом коришћења обновљивих извора енергије прихватањем ЕУ Директиве 2009/28/ЕЗ. Ова одлука Србији поставља обавезу да повећа удео обновљивих извора енергије у укупној бруто потрошњи енергије, од почетних 21,2% у базној 2009. години на 27% до 2020. године. Сходно томе, Влада Републике Србије је 2013. године усвојила Национални акциони план за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије - НАПОИЕ ("Сл. гласник РС", бр. 53/2013). Од укупно расположивог техничког потенцијала обновљивих извора енергије у Републици Србији, 35% већ је у функцији – већином хидропотенцијал, биомаса и геотермална енергија. Структура потенцијала обновљивих извора енергије у Републици Србији приказана је у табели 12.1. Предводе биомаса и хидропотенцијал. Процент потенцијала обновљивих извора енергије који се већ користи односи се на производњу електричне енергије из великих хидроелектрана, као и коришћење биомасе за грејање домаћинства и, у одређеној мери, у индустрији. [3]

Табела 12-1: Структура (%) обновљивих извора енергије у Републици Србији [3]

Биомаса	Искоришћено	19%
	Неискоришћено	41%
Соларна енергија		4%
Енергија ветра		2%
Геотермална енергија		3%
Хидропотенцијал	Искоришћено	16%
	Неискоришћено	14%
Биоразградиви отпад		1%

Из наведеног, закључује се да Република Србија поседује значајан, али ограничен, потенцијал за развој сектора ОИЕ.

Пројекције о бруто финалној потрошњи енергије (у даљем тексту: БФПЕ) и потрошњи енергије по секторима одређене су у односу на 2009. годину, која се због тога сматра базном. Усвојени подаци о БФПЕ Енергетске заједнице и о учешћу ОИЕ у БФПЕ за базну 2009. годину и за пројектовану 2020. годину су [3]:

- 2009. година: БФПЕ – 9.149,7 ктоне, учешће ОИЕ 21,2%;
- 2020. година: БФПЕ – 10.330,6 ктоне, учешће ОИЕ 27,0%, при чему учешће ОИЕ у сектору саобраћаја треба да буде 10%, што представља пораст од 12,9%;

Од сва три сектора потрошње енергије (сектор грејања и хлађења, сектор саобраћаја и сектор електричне енергије) највећи део потрошње енергије је у сектору грејања и хлађења (45,3% у 2009, односно 45,5% у 2020. години). Учешће сектора саобраћаја у БФПЕ је најмање (21,1% у 2009, односно 22,6% у 2020. години). Сектор саобраћаја оствариће највећи пораст у потрошњи енергије и то са 1.926 ктоне на 2.675 ктоне, што представља пораст од 38,9%. Потрошња енергије у сектору грејања и хлађења повећаће се са 4.144 ктоне на 4.231 ктоне, што представља пораст од 2,1%. Потрошња енергије у сектору електричне енергије порашће са 3.079 ктоне на 3.425 ктоне, тако да ће пораст потрошње енергије у овом сектору износити 11,2%. [3]

Како би се достигле пројектоване вредности учешћа ОИЕ до 2020. године, НАПОИЕ поставља циљеве за сваки сектор посебно: 30% би требало да буде постигнуто у сектору грејања/хлађења (од основе која је износила 25,6%); 36,6% би требало да буде постигнуто у сектору електричне енергије (од основе 28,7%); и 10% у сектору саобраћаја (од основе 0%). Сви појединачни циљеви омогућиће задовољење укупног циља од 27% у БФПЕ 2020. године (топлотна енергија из ОИЕ допринеће остварењу циља са 12,3%, електрична енергија из ОИЕ допринеће са 12,1% и биогорива са 2,6%). Ови циљеви по секторима нису обавезујући и не представљају фиксне циљеве за сваки од сектора појединачно, те се могу променити, односно повећати, уколико буду постојале могућности за убрзанији развој појединих сектора у односу на друге. [3]

Најтеже ће бити остварити циљеве који се постављају у сектору саобраћаја и ту је предвиђен увоз биогорива од 2018. године. [3]

За остваривање постављених циљева до 2020. године, у сектору електричне енергије потребно је 1.092 MW нових производних капацитета из обновљивих извора енергије. Мегавати се користе ради боље илустрације будућих обавеза. [3]

12.2 Законски оквир и преглед основних врста ОИЕ за коришћење у зградама у Републици Србији

Под сектором зградарства подразумевају се индивидуална домаћинства, стамбене зграде са вишепородичним становањем, комерцијалне, јавне и индустријске зграде. На националном нивоу, нивоу аутономне покрајине и локалном нивоу не постоји регулатива која прописује обавезну употребу ОИЕ у сектору зградарства. Према [5] дефинисан је садржај Енергетских пасоша за стамбене зграде, нестамбене зграде и за зграде друге намене које користе енергију, где је дефинисано да се у делу Подаци о термотехничким инсталацијама у згради наводе и

следећи подаци:

- врста и начин коришћења система са ОИЕ;
- удео ОИЕ у потребној топлоти за грејање и санитарну топлу воду – СТВ (%).;

Према [3], планирано је да се у односу на базну 2009. годину учешће ОИЕ у сектору грејања и хлађења до 2020. године, повећа према следећем:

- учешће биомасе у индивидуалним домаћинствима би требало да се повећа за 34% (око 50 ктое);
- учешће биомасе у системима даљинског грејања би требало да се повећа за 16% (око 25 ктое);
- учешће биомасе у електранама са комбинованом производњом би требало да се повећа за 33% (око 49 ктое);
- учешће био-гаса (стајњак) у електранама са комбинованом производњом електричне и топлотне енергије би требало да се повећа за 7% (око 10 ктое);
- учешће геотермалне енергије повећа се за 7% (око 10 ктое);
- учешће енергије сунца повећа се за 3% (око 5 ктое). [3]

Када се мисли на повећање коришћења ОИЕ у зградама, не би требало узети у обзир снабдевање електричном енергијом из обновљивих извора из националне електроенергетске мреже. Овде је фокус на повећању локалног снабдевања топлотом и/или електричном енергијом појединих зграда. Може се узети у обзир непосредна испорука топлоте грејања или топлоте хлађења путем система даљинског грејања и хлађења у зградама. [3]

Циљеви енергетске политике Републике Србије који се односи на веће коришћење ОИЕ постизаће се реализацијом следећих активности [3]:

- изградња нових зграда које задовољавају захтеве у погледу енергетске ефикасности и коришћења ОИЕ;
- енергетска санација зграда и увођење ОИЕ у сектор зградарства (углавном у јавном сектору);
- замена уља за ложење, угља и природног гаса који се користе за грејање биомасом и другим ОИЕ;
- увођење система даљинских грејања базираних на коришћењу ОИЕ и комбинованој производњи електричне и топлотне енергије;
- замена коришћења електричне енергије за производњу санитарне топле воде соларном енергијом и другим ОИЕ;
- производња електричне енергије из ОИЕ;
- увођење биогорива и других ОИЕ у сектор саобраћаја;
- развој дистрибутивне мреже за прикључење мањих произвођача електричне енергије;
- коришћење и производња опреме и технологија које ће омогућити ефикасније коришћење енергије из ОИЕ.

Да би остварила циљеве у сектору грејања и хлађења Република Србија ће до 2020. године, поред коришћења биомасе за грејање у индивидуалним домаћинствима, користити и ОИЕ који

до сада нису коришћени.

Имајући у виду све наведено, може се закључити да су основе врсте ОИЕ које се теже искористити у зградама у ствари: сунчева енергија, биомаса, геотермална енергија и енергија околног ваздуха. Коришћење сваког од наведених врста ОИЕ са собом носи своје предности и недостатке, специфичности и ограничења.

Сунчева енергија

Сунце, као фузиони реактор, сваке секунде претвори око 600 милиона тона водоника у хелијум, при чему ослободи огромну количину енергије коју емитује у свемир у виду електромагнетног зрачења. Део укупне енергије ослобођене кроз реакције нуклеарне фузије у средишту Сунца, дозрачује се ка Земљи са његове површине температуре око 6.000 К. Од укупно дозрачене енергије од око 170.000 TW, Земља апсорбује сваке секунде око 117.000 TW или око 109 TWh годишње.

Сунчево зрачење долази до површине Земље у облику директног и дифузног зрачења, са сунчевом констатном од око $1.353 \pm 21 \text{ W/m}^2$. Од укупне дозрачене количине енергије, део се рефлектује назад у свемир, а део апсорбује Земљина атмосфера и површина Земље.

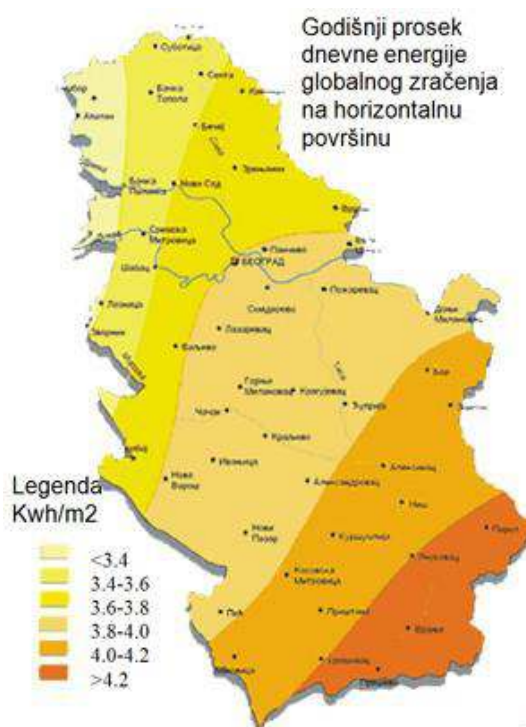
Енергија сунчевог зрачења користи се директно помоћу соларних колектора за загревање воде, фотонапонских колектора за директну производњу електричне енергије и концентричних колектора за производњу електричне енергије. Осим за потребе грејања, сунчева енергија се (преко соларних колектора) користи и у склопу система за хлађење помоћу аспорционих расхладних машина. Пасивно искоришћење енергије сунчевог зрачења укључује разне архитектонске мере у циљу што веће апсорпције и акумулације дозрачене енергије у зградама, за потребе грејања простора. У овом поглављу даље се неће разматрати пасивно искоришћење енергије сунчевог зрачења, као ни примена у великим системима соларних електрана за производњу електричне енергије или соларних топлана за централизовану производњу топлотне енергије у системима даљинског грејања. [6]

Енергија сунчевог зрачења у сектору зградарства на територији Републике Србије, углавном се користи за загревање санитарне топле воде и допуну система грејања у породичним кућама и стамбеним зградама, спортским центрима, хотелима, базенским и спа-комплексима, бањским комплексима, студентским домовима, вртићима, школама и другим објектима који имају значајнију потрошњу санитарне топле воде. Енергија сунчевог зрачења се у мањој мери користи за директну производњу електричне енергије помоћу фотонапонских колектора, како због већих инвестиционих трошкова, тако и због недостатка стимулативних мера за коришћење ових система. Коришћење енергије сунчевог зрачења у циљу хлађења помоћу апсорционих расхладних машина на територији Републике Србије је минимално, готово и да не постоји.

Удео директног искоришћења енергије сунчевог зрачења у укупној потрошњи углавном је око 0,1% у свету и у већини земаља ЕУ. У блиској будућности се не очекује значајније повећање тог удела. Упркос томе, ови системи у комбинацији са конвенционалним системима могу значајно допринети повећању годишње ефикасности система.

Република Србија има велики потенцијал за коришћење енергије сунчевог зрачења, с обзиром на високе вредности просечне дневне енергије глобалног зрачења на хоризонталну површину

(слика 12.1). Потенцијал и релативно једноставна процедура прибављања потребних дозвола за извођење радова на изградњи система који користе сунчеву енергију, представљају добру основу за њену експлоатацију.



Слика 12.1: Годишњи просек дневне енергије глобалног зрачења на хоризонталну површину

Биомаса

Биомаса је органски материјал настао током процеса фотосинтезе, односно спајања CO_2 и воде под деловањем фотона и сунчевог зрачења, при чему настају угљени хидрати, кисеоник и вода, а заправо представља акумулирану енергију сунчевог зрачења. У реверзибилној реакцији спајања са кисеоником током процеса сагоревања и природних метаболичких процеса, ослобађа се топлотна енергија у износу од око 16 MJ/kg (суве материје), те CO_2 и вода. У таквом теоретски затвореном циклусу, нето прираст CO_2 једнак је нули. Најчешће врсте биомасе које се данас користе су цепано дрво, дрвни остаци, пелет, брзорастуће биљке, пољопривредне културе, животињски остаци, комунални и индустријски отпад. [6]

Производња и потрошња чврсте биомасе на територији Републике Србије у највећој мери обухвата производњу и потрошњу огревног дрвета, пелета и брикета у енергетске сврхе (за потребе грејања). Осим тога, кроз поступке прераде биомасе, могуће је добити разна биогорива: дрвени угљен добијен процесом пиролизе, гасовита горива, етанол, синтетизовни гас, био-гас који се добија процесом анаеробне дигестије из стајског или комуналног отпада, био-дизел итд.

У оквиру активности Енергетске заједнице у области обновљивих извора енергије, а за потребе дефинисања циљева, спроведено је истраживање о потрошњи биомасе за све потписнице Уговора о Енергетској заједници. Овим истраживањем утврђена је производња и потрошња биомасе за 2009. и 2010. годину. На основу ових података дефинисан је циљ у области обновљивих извора енергије који Република Србија треба да оствари у 2020. години, а то је

27% учешћа обновљивих извора енергије у бруто финалној потрошњи енергије. У оквиру активности на изради нове стратегије развоја енергетике направљене су пројекције Енергетског биланса до 2030. године. Из ових пројекција преузети су подаци о производњи и потрошњи чврсте биомасе. Од укупне производње чврсте биомасе веома мали износ троши се у топланама. У структури ове потрошње, индустрија учествује са 18%, домаћинства са 79%, а остали сектори са 3%. Потрошња чврсте биомасе одвија се доминантно у оквиру сектора домаћинства за потребе загревања просторија. Употреба огревног дрвета за потребе загревања карактеристика је руралних крајева и ободних делова приградских насеља. По правилу, рурални крајеви гравитирају подручјима са високом продукцијом дрвне масе или су удаљени од осталих извора снабдевања, а домаћинства имају ниску куповну моћ, тако да је огревно дрво финансијски најприхватљивије и нема алтернативу. Употреба огревног дрвета у ободним деловима приградских насеља задржаће се и у наредним годинама. Разлози за то су ниска куповна моћ становништва и висока цена конвенционалних горива (лож-уље, течни гас, угаљ), као и спора изградња дистрибутивне гасне мреже и скупа уградња гасне инсталације, која је по правилу без олакшица и повољних кредитних услова. [2]

На светском нивоу биомаса представља један од најзначајнији ОИЕ, са уделом од 10%, при чему је тај удео у земљама у развоју већи него у индустријски развијеним земљама.

Биомаса се данас највише користи за добијање топлотне енергије директним сагоревањем у пећима и котловима. Највећи проблем таквом коришћењу представља влага која се налази у гориву (више од 20%), што смањује доњу топлотну моћ горива и отежава процес сагоревања.

Сагоревање биомасе врши се у пећима и котловима различитих номиналних снага и степена корисности, у зависности од врсте биомасе која се користи. Номинална снага уређаја за сагоревање биомасе креће се од 10 kW код пећи и камина, до 2 MW код топоводних котлова и до 10 MW за системе даљинског грејања. Степени корисности крећу се од 50% (70%) у стандардним пећима на дрвене цепанице и брикете, до високих 90% у котловима на пелет или у пиролитичким котловима. [6]

Геотермална енергија и енергија околног ваздуха

Геотермална енергија представља ОИЕ који свој извор има у самој земљи, односно у језгру температуре од око 7.000°C, као и у распаду радиоактивних изотопа урана, торијума и калијума у слојевима ближим површини земље, те у разним хемијским реакцијама. Геотермална енергија данас се у свету користи најчешће за производњу електричне енергије (10 GW, 2007), као и за потребе грејања у зградама или производним процесима (8 GW, 2007).

Геотермална енергија представља један од значајних светских извора обновљиве енергије. Република Србија не располаже значајним потенцијалима за коришћење геотермалне енергије у циљу производње електричне енергије. Могућности искоришћења геотермалне енергије огледају се у одређеним потенцијалима за потребе грејања у зградама. Веома ретко може се користити директно у системима грејања у зградама, због нижих температура геотермалне воде (температура воде значајно је нижа од 70°C, осим на појединим местима у подручју Врањске Бање, где постоје извори са температурама вишим и од 90 °C). Геотермални извори обично се користе у комбинацијама са топлотном пумпама вода – вода, односно земља – вода, када се као извор енергије користи нижа температура земље (око 15 °C на дубинама до 100 м испод површине земље).

Развојем технологије топлотних пумпи, све више се користи енергија околног ваздуха за потребе грејања у зградама, применом топлотних пумпи ваздух – вода.

12.3 Системи за коришћење сунчеве енергије у зградама

Због географског положаја Републике Србије и умерено континенталне климе на овим просторима (оштре зиме са просечном температуром током најхладнијих зимских месеци често нижом од 0°C) и релативно великих потреба за топлотном енергијом у периоду када је зрачење сунца најслабије, није могућа употреба система за коришћење сунчеве енергије као основног извора за грејање простора и санитарне топле воде, већ се ови системи користе као допунски.

Најчешћи облици коришћења сунчеве енергије у зградама су загревање санитарне топле воде, загревање и/или догревање базенске воде, а ређе као допуна система грејања. Од осталих облика коришћења сунчеве енергије у зградама на територији Републике Србије, могу се издвојити производња електричне енергије помоћу фотонапонских ћелија и хлађење помоћу апсорпционих расхладних машина (веома ретко). Системи за загревање санитарне топле воде су најзаступљенији на тржишту Републике Србије и углавном се примењују системи са плочастим соларним колекторима.

1.1.1 Основни елементи система за коришћење сунчеве енергије у зградама

Системе за коришћење сунчеве енергије у зградама у основи чине соларни колектори, акумулатор(и) топлоте, централна управљачка јединица, цевоводи и арматура, циркулациона пумпа, а као допуна користе се неки од помоћних извора топлоте (топловодни котлоу, топлотна пумпа и сл.).

Најважнији део једног оваквог система за коришћење сунчеве енергије у зградама чине сами соларни колектори. Сви остали елементи уобичајени су за термотехничке инсталације и они неће бити разматрани у оквиру ове теме.

Према врсти радног флуида, соларни колектори могу се поделити на соларне колекторе за директно грејање ваздуха и за грејање течности.

Према температури радног флуида, соларни колектори могу се поделити на нискотемпературне и на високотемпературне.

Нискотемпературни соларни колектори се, у зависности од конструкције, могу поделити на плочасте (равне) и вакуумске (соларне колекторе са вакуумским цевима).

Вискотемпературни соларни колектори се, у зависности од конструкције, могу поделити на соларне колекторе са параболичним коритом, линеарни Френселов концентратор, соларни торањ и тањирасти концентратор.

За примену у зградарству користе се нискотемпературни соларни колектори за грејање течности, односно плочасти (равни) соларни колектори и вакуумски соларни колектори (колектори са вакуумским цевима).

Основни делови плочасти (равног) соларног колектора су апсорбер са причвршћеним цевним регистром, покривка, кућиште и термоизолација (слика 12.2).



Слика 12.2: Плочасти соларни колектор

Апсорбер представља најважнији елемент плочастих соларних колектора. Састоји се од цеви интегрисаних у плочу, која целом својом површином прима енергију сунчевог зрачења. Распоред цеви може бити у облику снопа цеви или меандерски (у облику цевне змије). Код плочастих соларних колектора, један део дозрачене енергије рефлектује се од површине колектора, што представља одређене губитке енергије.

Покривка се израђује од пластике или стакла. Треба да обезбеди максималан пролазак енергије сунчевог зрачења до апсорбера, задржи дозрачену енергију у простору соларног колектора и да смањи губитке зрачењем. Истовремено мора бити отпорна на механичка оптерећења и треба да штити апсорбер од атмосферских утицаја. Због свега тога, стаклена покривка је најбоље решење, јер не мења прозирност током времена. Са друге стране, пластичне покривке су јефтиније и имају мању тежину, али временом губе своје карактеристике, што изазива смањење степена корисности соларних колектора. У скупљим варијантама, код тзв. високоефикасних плочастих соларних колектора, постављају се две покривке у циљу смањења топлотних губитака.

Кућиште соларних колектора обично се израђује од алуминијума или пластике. Функција кућишта је заштита унутрашњих елемената соларних колектора од механичких оптерећења, топлотних губитака и влаге, као и обезбеђење херметичности.

Термоизолација обухвата изолацију предњег покривача, бочних страна и задње стране апсорбера. Унутрашња изолација мора бити стабилна на температури стагнације (највиша температура која се може јавити кад нема одвођења топлоте од соларног колектора). Обично се израђује од стаклене вуне и изолационе пене.

Вакуумски колектори (слика 12.3) углавном обезбеђују боље перформансе од плочастих. С обзиром да унутар цеви постоји вакуум који представља добру изолацију, губици енергије су минимални.

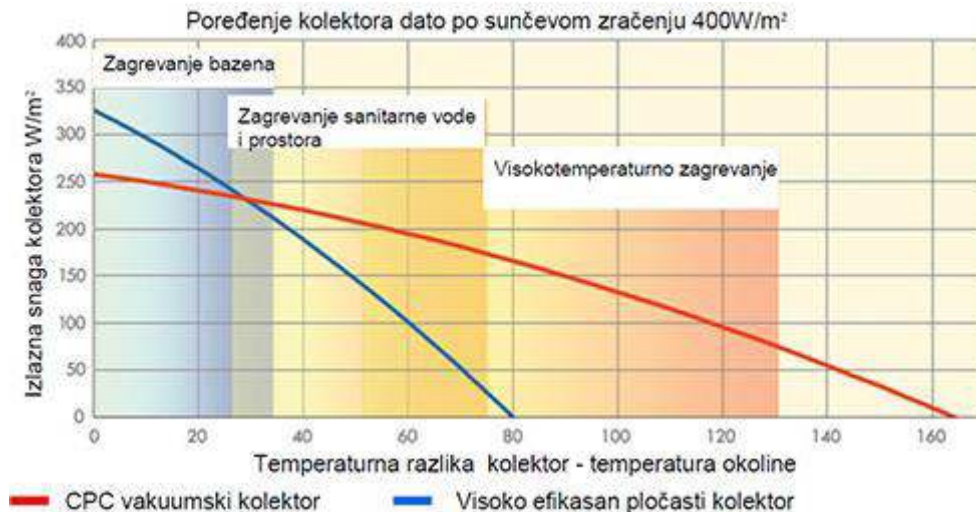
Висок степен корисности задржавају и при раду са дифузним зрачењем и при ниским температурама околног ваздуха. Ови пријемници састоје се од низа стаклених цеви из којих је евакуисан ваздух и у којима се налазе металне апсорбујуће цеви. Цеве су превучене селективним премазом и могу бити израђене од бакра или изведене у форми тзв. топлотних цеви. Без обзира на начин изведбе, иза цеви се, по правилу, постављају конкавна огледала. Тиме се готово сва дозрачена енергија (која би иначе би била пропуштена) преусмерава ка апсорбујућим цевима.

У случају бакарних цеви, дозрачена топлота директно се предаје радном флуиду који струји кроз цеви. У случају топлотне цеви топлота се предаје посредно, прво примарном флуиду који се налази у топлотној цеви, а затим (без непосредног контакта на горњем крају цеви) секундарном радном флуиду који даље преноси топлотну енергију за потребе грејања.



Слика 12.3: Соларни колектори са вакуумским цевима

У топлотној цеви, механизам размене топлоте је и до 1000 пута интензивнији у односу на бакарну цев истих димензија. То је последица начина рада топлотне цеви, који се заснива на промени агрегатног стања флуида који се налази у цеви. Топлотна цев је херметички затворен цилиндар, испуњен течном флуидом на притиску који обезбеђује фазну промену при температури испаравања/кондензације, са које флуид предаје топлоту секундарном радном флуиду. Дуж цеви се одвија низ сложених процеса у којима парна и течна фаза нису физички одвојене, већ се мешају. Поједностављено се може рећи да у зони испаравања примарни радни флуид прихвата топлоту зрачења сунца и почиње процес испаравања. Настала пара примарног радног флуида креће се кроз топлотну цев до зоне кондензације, где се кондензује предајући топлоту секундарном радном флуиду. Настали кондензат примарног радног флуида улази у капиларну структуру која се налази на зидовима топлотних цеви, помоћу које се враћа у зону испаравања. Капиларна структура омогућава повратак кондензата у зону испаравања и у безгравитационим условима. Топлотна цев која не садржи капиларну структуру назива се термосифон. Кондензат се у овом случају враћа искључиво уз помоћ гравитације.



Слика 12.4: Поређење плочастих и вакуумских колектора приказано при сунчевом зрачењу од 400 W/m²

Плочасти колектори имају боље перформансе и у предности су у односу на вакуумске колекторе код нискотемпературних загревања (као што су загревање базенске воде и системи нискотемпературног грејања), док код високотемпературних загревања вакуумски колектори имају предност. Обе врсте колектора дају добре резултате када је у питању загревање санитарне топле воде, уколико су системи добро пројектовани. Пример поређења плочастих и вакуумских соларних колектора при сунчевом зрачењу од 400 W/m², приказан је на слици 12.4. Ефикасност плочастих соларних колектора расте са порастом интензитета сунчевог зрачења.

Соларни колектори углавном се монтирају на равне или косе кровове зграда. Уобичајено је да се постављају ка јужној оријентацији (југ, југоисток или југозапад). Оптималан угао постављања соларног колектора зависи од више фактора: географске ширине локације на којој се постављају соларни колектори, временском периоду када треба да дају свој максимални допринос, намене система, ограничења локације на која се постављају итд. За простор Републике Србије оптималан угао постављања соларних колектора креће се око 35°. Могуће је постављање соларних колектора и на слободне површине, уколико не постоји други начин и уколико локација дозвољава.

Системи за загревање санитарне топле воде помоћу сунчеве енергије

У већини случајева (око 80% примене) системи за коришћење сунчеве енергије користе се за загревање санитарне топле воде. Основни разлог је што се санитарна топла вода загрева до релативно ниске температуре од око 40-60 °д, као и што су потребе за санитарном топлим водом релативно константне током године, а чак су и повећане током летњег периода, када постоје и већи приноси сунчеве енергије. Ниске потребне температуре потрошне топле воде и мале разлике у односу на температуру спољашњег ваздуха обезбеђују висок степен искоришћења сунчеве енергије, нарочито лети када ове енергије има највише.

Циркулација радног флуида у систему за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама у већини случајева остварује се принудним путем. У случају такозваних термосифонских система могућа је и природна циркулација, када је акумулатор топлоте смештен директно изнад соларног колектора и када су у питању мали запремински протоци

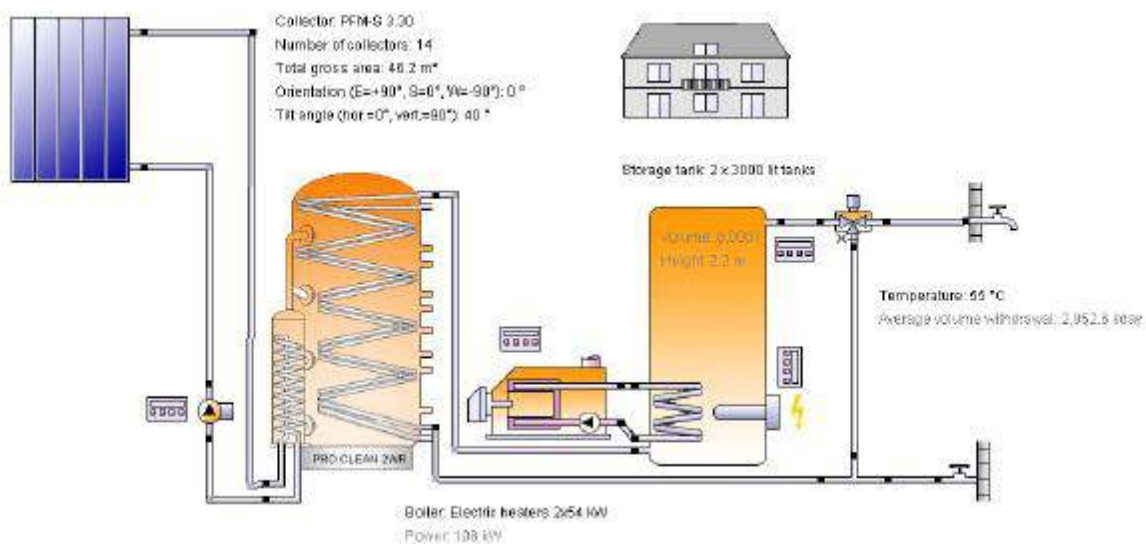
радног флуида. Природна циркулација могућа је у топлијим крајевима.

У случају правилно димензионисаног система, количина топлоте коју обезбеђује систем за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама, довољна је да у летњим месецима задовољи укупне потребе за загревањем санитарне топле воде.

Димензионисање система за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама мора да буде усаглашено са стварним потребама корисника. Уколико би систем био предимензионисан, осим непотребног повећања инвестиционих трошкова, постоји и оправдана опасност од прегревања система у летњем периоду, односно од појаве такозване стагнације система. До стагнације система долази услед прегревања радног флуида, при чему долази до испаравања радног флуида у систему и његовог ширења, што изазива велике техничке потешкоће у циркулацији радног флуида. Ове појаве доводе до застоја рада система, а могу да доведу и до трајног оштећења појединих елемената система, како сигурносних уређаја и остале арматуре, тако и самих колектора. До стагнације најчешће долази у периодима високих приноса сунчеве енергије и смањених потреба за санитарном топлим водом.

За потребе димензионисања система за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама користе се емпиријске формуле, али најчешће се користе софистицирани софтвери (Т-сол, Поли-сан), који веома прецизно показују приносе сунчеве енергије током године.

Пример једног система за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама, са принудном циркулацијом и два акумулатора топлоте, шематски је приказан на слици 12.5.



Слика 12.5: Систем за загревање санитарне топле воде са плочастим соларним колекторима

Радни флуид у системима за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама најчешће је мешавина воде и пропилен-гликола, а ређе само вода, због проблема смрзавања воде у зимском периоду, посебно у ноћним периодима. Радни флуид који се на рачун примљене сунчеве енергије загрева у соларним колекторима, циркулише кроз систем и

акумулира топлоту у акумулаторима топлоте, чиме се постижу бољи ефекти система. Комплетан рад система контролише аутоматика система, која искључује циркулационе пумпе када је температурна разлика између флуида на излазу из колектора и воде у акумулатору мања од задате вредности (3-5°C), чиме спречава циркулацију и хлађење воде у акумулаторима топлоте у периодима када нема приноса сунчевог зрачења, као што су облачни дани и ноћни режими рада. Приликом осунчавања соларних колектора температура мешавине пропилен-гликола и воде расте. Када разлика температура радног флуида у акумулатору топлоте и соларним колекторима достигне вредност од око 8 °C, аутоматика стартује циркулациону пумпу соларног круга. Пумпа ће радити док се не испуне следећи услови: док температура радног флуида у акумулатору топле воде не достигне максималну ограничену вредност температуре од 90 °C и док температурска разлика између радног флуида на излазу из соларног колектора и акумулатора топлоте не падне на вредност 4 °C. Уколико температура радног флуида у соларним колекторима достигне вредност 95 °C аутоматика треба да укључи вентилатор хладњака и трокраки вентил пребаци у положај тако да радни флуид усмерава ка хладњаку соларног система, у циљу спречавања појаве стагнације система. Вентилатор ће радити, а трокраки вентил остати у том положају све док температура у колекторима не опадне на вредност 75 °C.

У системима за припрему санитарне топле воде у зградама коришћењем сунчеве енергије, потребно је посебно водити рачуна о акумулацији топле воде. Наиме, услед дуготрајне акумулације топле воде на температурама од око 50 °C, могућа је појава бактерије легионеле, која може бити веома опасна по здравље корисника. За заштиту система од појаве ове бактерије потребно је предузети одређене мере. Најбоља је уградња проточних акумулатора. У акумулатору се акумулира топлота помоћу радног флуида који не циркулише у систему санитарне топле воде. Кроз посебне цевне змије у облику спирала са набораним цевима од нерђајућег челика, у проточном систему циркулише вода из система санитарне топле воде. Тиме се постиже да вода која циркулише ка потрошачима није устајала, већ је увек проточна и нема опасности од појаве легионеле. С друге стране, могуће је свакодневно обезбедити краткотрајно загревање целе акумулационе масе воде на температуре више од 60 °C (у трајању од око 15 минута), чиме се спречава настајање бактерије легионеле које нису отпорне на температуре више од 60 °C.



Слика 12.6: "ПРО – КЛИН" акумулатор топлоте

На слици 12.6 приказан је изглед такозваног "ПРО-КЛИН" акумулатора топлоте, који има циљ да обезбеди заштиту система од појаве бактерије легионеле, а да уједно обезбеди што већу акумулацију топлоте добијену од сунца. У већим системима, корисно је користити конфигурације са два акумулатора топлоте. Таква шема приказана је на слици 12.5. Могуће је користити и акумулацију топлоте у већим системима, где се размена топлоте између примарног и секундарног круга врши преко плочастих размењивача топлоте.

С обзиром да приноси сунчеве енергије нису стални током дана и током године, потребно је обезбедити додатни извор топлоте ради покривања целокупних потреба за санитарном топлим водом. То су најчешће котлови који користе фосилна горива или биомасу, али и топлотне пумпе.

Избор циркулационе шеме и димензионисање система за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама врше специјалисти за предметне системе. Могуће су различите модификације решења система за коришћење сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде у зградама. Различити произвођачи нуде различита типска решења система, али, рад сваког система своди се на исте или сличне принципе.

Системи за загревање простора помоћу сунчеве енергије

Системи за загревање простора помоћу сунчеве енергије се шематски не разликују од система за загревање санитарне топле воде помоћу сунчеве енергије. С обзиром да сунчева енергија није довољна да самостално обезбеди потребну енергију за грејање простора током целог зимског периода, она се користи као допунски систем неком основном систему грејања, на пример електричном енергијом, котловима на фосилна горива или биомасу или топлотним пумпама.

У циљу што већег искоришћења сунчеве енергије у зимском периоду, потребно је изградити нове зграде или предузети мере енергетске ефикасности на постојећим зградама тако да се

обезбеде минимални топлотни губици кроз термички омотач зграде. На тај начин омогућава се примена нискотемпературних система грејања, као што су подна и зидна грејања (око 35-40°C), грејања помоћу индукционих апарата или вентилатор конвектора (око 45-50°C). Тако се продужава период у коме је могуће користити сунчеву енергију, а тиме је и удео сунчеве енергије у укупном билансу потрошње енергије за грејање зграде већи.

Применом Правилника о енергетској ефикасности зграда ("Сл. гласник РС", бр. 61/2011), топлотни губици у зградама значајно су смањени, па се и за системе топоводног радијаторског грејања користе знатно нижи температурски режими (на пример 70/50°C или 60/40°C), што ствара могућност коришћења сунчеве енергије и за системе радијаторског грејања (примена у овим системима ипак је знатно ограничена у хладним данима).

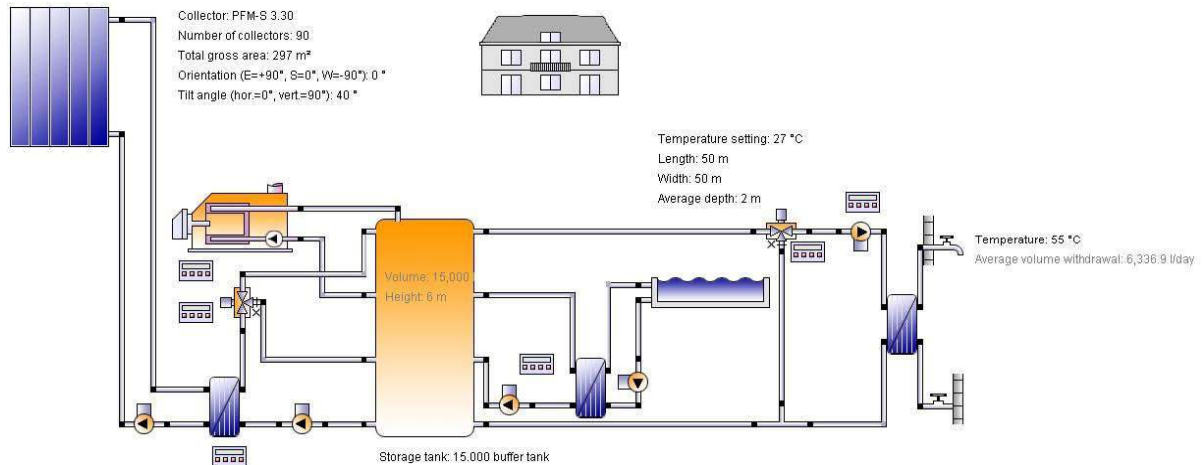
Најчешће, системи за загревање простора помоћу сунчеве енергије, користе се у комбинацији са системима за загревање санитарне топле воде, а радом система руководе софистицирани системи аутоматског управљања. Вода која циркулише кроз системе грејања увек је физички одвојена од санитарне топле воде (размењивачима топлоте у акумулатору топлоте или одвојеним размењивачима топлоте).

Димензионисање ових система такође се врши према летњим режимима рада, односно према стварно потребној енергији за загревање санитарне топле воде у летњем периоду. Предимензионисањем система не добијају се велики бенефити у зимском периоду, а проузрокују се велики проблеми у раду система у летњем периоду. Због чињенице да је зими интензитет сунчевог зрачења 4-5 пута мањи него у летњем периоду, а да су топлотне потребе значајно веће, биле би потребне веће површине соларних колектора (неколико десетина пута) за покривање укупних топлотних потреба зграде у зимском периоду. Уколико бисмо димензионисали систем на овај начин, довели бисмо до неоправдано великих инвестиционих трошкова, а у летњем периоду би систем одлазио у "стагнацију". Стога је потребно пажљиво оптимизовати број соларних колектора и остале делове система (посебно акумулатор топлоте). Утицај акумулатора топлоте у оваквим случајевима је значајан, па се оптималном димензионисању акумулатора мора посветити посебна пажња.

Оптимално димензионисани системи за загревање простора и санитарне топле воде у зградама, могу да задовоље од 45% до 75% годишњих потреба за загревање санитарне топле воде и око 30% топлотне енергије за загревање простора. Код пасивних нискоенергетских кућа, могуће је обезбедити значајно веће уделе покривања топлотних потреба (грејање и санитарна топла вода) помоћу сунчеве енергије.

Системи за загревање базенске воде помоћу сунчеве енергије

Загревање базенске воде соларним колекторима је због релативно ниских потребних температура воде (24-32)°C један од најефикаснијих и најекономичнијих начина коришћења сунчеве енергије за грејање топле воде. На слици 12.7 шематски је приказан један од система за загревање базенске воде коришћењем сунчеве енергије помоћу соларних колектора и допунским извором топлоте.



Слика 12.7: Систем за загревање базенске и санитарне топле воде са плочастим соларним колекторима

Затворена пливалишта, због изузетно великих потреба за енергијом за грејање базенске воде и грејање ваздуха у простору изнад базена, спадају у енергетски изузетно захтевне системе. Код затворених пливалишта грејањем је потребно надокнадити топлотне губитке (и ваздуха и воде) у базену. Током целе сезоне температура воде у базену треба да буде између 24 и 28° C, а температура ваздуха изнад базена за 2 до 3° C виша, односно од 26 до 30° C. Топлотни губици ваздуха изнад базена могу се поделити на тзв. вентилационе и трансмисионе губитке топлоте, док се топлотни губици воде могу поделити према узроку на топлотне губитке услед испаравања воде, услед губитка воде прскањем, губитака топлоте трансмисијом кроз зидове базена, губитака насталих прелажењем топлоте са воде на ваздух, те зрачењем топлоте са површине базена на околне површине. [7]

Због великих потреба за енергијом и климатских услова Републике Србије, за грејање базенске воде и ваздуха у објектима са затвореним пливалиштима, неопходно је користити класичне изворе топлотне енергије (природни гас, уље за ложење и сл.). Системи за грејање воде у затвореним базенима помоћу соларних колектора, као потпуна замена конвенционалног система могу се користити само у летњем периоду, док у зимском периоду могу послужити само као допуна основном систему за грејање. [7]

Искоришћеност енергије сунца (због релативно ниских температура воде) посебно долази до изражаја код отворених пливалишта, код којих се базени користе искључиво у летњем периоду. Загревање базенске воде код отворених базена коришћењем сунчеве енергије помоћу соларних колектора, показало се потпуно довољним за загревање базенске воде, због тога што је у периодима лошег времена (када систем не може да произведе довољну количину топлоте) смањена и потреба за коришћењем базена. [7]

Топлотни губици отвореног базена (које је потребно надокнадити грејањем) настају услед испаравања воде, губитка воде услед прскања, трансмисионих губитака топлоте кроз зидове базена, прелажења топлоте на ваздух (ветар) и зрачења топлоте према небу и околним објектима. Да би се ти губици смањили, базени се често прекривају прозирним пластичним плочама. [7]

Системи за хлађење простора помоћу сунчеве енергије

Предност хлађења сунчевом енергијом у односу на грејање лежи у чињеници да је потреба за топлотом хлађења највећа у летњем периоду, када је удео сунчевог зрачења највећи. Иако је данас хлађење сунчевом енергијом још увек ограничено, многи топловодни системи (који имају на располагању вишак енергије у летњем периоду) могу се комбиновати с расхладним соларним системима, чиме се побољшава економичност система на годишњем нивоу. [6]

Најчешће се користе следеће врсте соларних расхладних система:

- апсорпциони расхладни системи
- адсорпциони системи с десикантом и
- системи с механичким топлотним пумпама.

На тржишту су највише присутни апсорпциони системи, који раде с температурама генератора од (75-95)°C, а радне материје најчешће су мешавина литијум-бромид/вода или амонијак/вода. Капацитети уређаја крећу се у широком распону до највише 350 kW. Енергију за погон генератора осигуравају најчешће вакуумски колектори, ради боље ефикасности у односу на плочасте, при раду са (овде пожељним) релативно високим температурама радног медијума (>75°C). Кондензатор и апсорбер најчешће се хладе водом или ваздухом. [6]

Смернице за повећање ефикасности система за загревање воде помоћу сунчеве енергије

На основу претходних сазнања, могу се извести смернице за повећање ефикасности система за загревање воде помоћу сунчеве енергије:

- Предвидети уградњу акумулатора топлоте за загревање санитарне топле воде који може да се повеже на систем за загревање воде коришћењем сунчеве енергије
- Изоловати акумулатор топлоте и све цевоводе, елементе и опрему у систему
- Димензионисање система за коришћење сунчеве енергије помоћу соларних колектора пројектовати у складу са препорукама произвођача опреме, водећи рачуна о протоцима у систему
- За веће системе, предвидети уградњу два мања акумулатора топлоте
- Комбиновати системе са нискотемпературним системима грејања
- Користити вакуумске колекторе када је потребно прикупити већу количину топлоте у зимском периоду
- Димензионисање система радити према максималним летњим потребама, при чему се евентуално догревање предвиђа електричним грејачима
- Редовно годишње одржавање и чишћење.

Системи за производњу електричне енергије помоћу сунчеве енергије

Фотонапонске ћелије се користе за директно претварање енергије сунчевог зрачења у електричну енергију. Принцип рада базира се на фотоелектричном ефекту. Већина данас комерцијално коришћених фотонапонских ћелија направљена је од полупроводника силицијума. Требало би споменути и фотонапонске ћелије направљене од полупроводника галијум арсенида (GaAs), бакар-инидум-диселенида (CuInCe2) и кадмиј-телурија (CdTe) које,

било због цене, токсичности или осетљивости на временске утицаје, нису још значајније заступљене на тржишту. [6]

Фотонапонске ћелије се спајају у серију како би се добиле вредности напона нешто веће од 12V или 24V, уобичајене за акумулаторе и уређаје који се прикључују на фотонапонске ћелије. Потом се серијски низови спајају паралелно, како би се постигла жељена снага. Тако настају модули у облику панела. [6]

Фотонапонски систем се састоји од фотонапонских панела, акумулатора, регулатора и претварача једносмерне у наизменичну струју и потрошача. Пуњење/пражњење акумулатора регулише се посебним регулатором који има задатак спречавања препуњености или превелике испражњености акумулатора (који могу битно смањити век трајања акумулатора или га чак уништити). Понекад се у системе уграђује и тзв. ДЦ/АЦ претварач једносмерне струје у наизменичну, прикладну за погон кућних апарата. [6]

Због мале ефикасности и још увек високе цене (код кућних система око 4-5 ЕУР/В инсталиране снаге), фотонапонске ћелије се уграђују тамо где су потребне релативно мале снаге и/или не постоји прикључак на електричну мрежу. Примери примене су викендице, планинарски домови, радио-репетитори на врховима планина, телефонске говорнице уз ауто-пут, улична расвета, аутомати за паркирање, батерије/акумулатори за мање бродове и једрилице итд.

Цена инсталације фотонапонских модула може се смањити ако се они користе као делови крова, што је већ тестирано кроз многе пројекте ЕУ. С обзиром на континуирани тренд пада цена фотонапонских модула (код већих система снаге >1 MW цена је 2-3 ЕУР/В) и припадајуће опреме последњих десетак година, може се очекивати да би фотонапонски системи могли ускоро постати економски конкурентни конвенционалним начинима снабдевања електричном енергијом. [6]

12.4 Системи за коришћење биомасе у зградама

Велики број зграда јавне намене, стамбених зграда и индивидуалних породичних кућа, чак и читавих блокова у градовима и општинама на територији републике Србије, користи фосилна горива као извор енергије, а најчешће су то угаљ, екстратешко уље за ложење - мазут, екстралако уље за ложење и природни гас. Значајан број топлана у Републици Србији још увек као извор топлоте користи екстратешко уље за ложење – мазут. У складу са циљевима који су постављени кроз НАПОИЕ, као једна од приоритетних мера за унапређење енергетске ефикасности зграда и система у зградама, дефинисана је замена уља за ложење, угља и природног гаса који се користе за грејање биомасом и другим ОИЕ, али и увођење система даљинских грејања базираних на коришћењу ОИЕ и комбинованој производњи електричне и топлотне енергије. Препоручује се и изградња постројења која користе биомасу као извор енергије за грејање у новим зградама или блоковима зграда.

Чврста биомаса може се користити на следеће начине:

- за индивидуално грејање простора у породичним кућама – пећи на дрва или "шпорети"
- котлови мале снаге за сагоревање дрвета у цепаницама или пелета за грејање индивидуалних породичних кућа
- котлови средње снаге за сагоревање дрва у облику цепаница, пелета или дрвне сечке,

за потребе грејања већих зграда

- котлови веће снаге за сагоревање дрвне сечке или пелета, за системе даљинског грејања
- когенеративна постројења.

Најчешће примењивани облик биомасе за потребе грејања у зградама на територији Републике Србије је дрвна биомаса у облику дрвних цепаница, пелета, брикета и дрвне сечке (слике 12.8 до 12.11).



Слика 12.8: Дрвни пелет



Слика 12.9: Дрвна сечка



Слика 12.10: Брикети



Слика 12.11: Дрво - цепанице

Други најраспрострањенији облик биомасе јесте пољопривредна биомаса.

Нема велике разлике између коришћења дрвне и пољопривредне биомасе у циљу загревања простора у зградама. Основна разлика огледа се у конструкцији котловског постројења, док су све остале компоненте система углавном исте. Овде ће се разматрати коришћење дрвне или пољопривредне биомасе која се користи директно у процесима сагоревања за добијање топлотне енергије за загревање простора у зградама.

Коришћење биомасе као енергента за загревање простора у зградама има низ предности у односу на фосилна горива, али има и своје недостатке. Основна предност огледа се у елиминацији емисије штетних материја у околину, смањењу потрошње примарне енергије и смањењу трошкова. Високи степени корисности котлова који користе биомасу обезбеђују мању потрошњу енергије. Недостаци коришћења биомасе огледају се у потреби за обезбеђивањем великог простора за складиштење залиха биомасе и опслуживању система.

Као проблем намеће се и власништво и наплата енергије у зградама више породичног становања.

Технолошка решења за сагоревање дрвне биомасе већ су добро позната и развијена, тако да постоји велики број произвођача ових котлова.

Системи за коришћење биомасе за потребе грејања простора у зградама, у суштини се не разликују значајно од система који користе фосилна горива као извор топлоте за загревање простора у зградама. Систем се састоји од складишта за биомасу, система за непрекидно снабдевање биомасом, котлова на биомасу, димњака и дистрибутивног система топлоте (који често укључује и акумулатор топлоте).

Основна разлика огледа се у котловској конструкцији и складиштима за биомасу, дневним и сезонским. Сви остали елементи система (цевоводи, арматура, сигурносни системи - експанзионе посуде и сигурносни вентили, циркулационе пумпе итд.) имају исте функције и намену, па у наставку текста о њима неће бити речи.

1.1.1 Системи за сагоревање пелета

У индивидуалним кућама најзаступљенији су системи који користе дрво у облику цепаница или пелет, при чему се користе уређаји малих снага (до 50 kW).

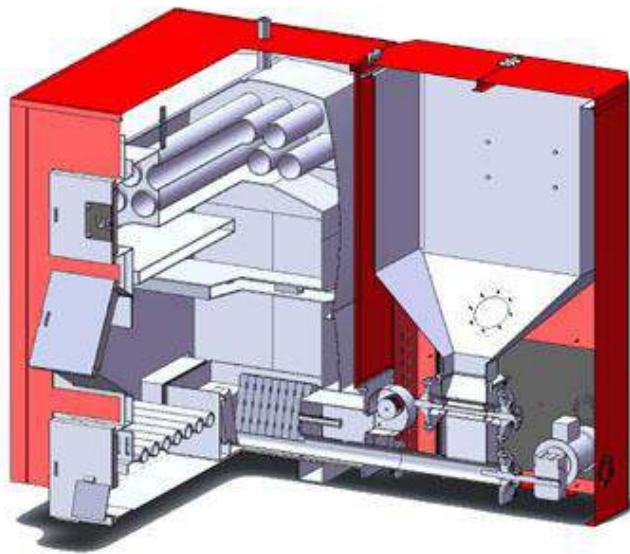
Код зграда јавне намене најчешће се користи пелет, а ређе дрвна сечка. Од зграда јавне намене које користе биомасу као енергент за грејање простора, на територији Републике Србије појављују се школе, вртићи, спортски објекти, административне зграде јединица локалне самоуправе итд. У зградама вишепородичног становања веома ретко се користе котлови који сагоревају биомасу због недостатка простора за смештај котловске опреме, проблема око набавке горива, одржавања, опслуживања и наплате.

Котлови који се користе за сагоревање биомасе за грејање простора у зградама већих су димензија и заузимају више простора од котлова који сагоревању фосилна горива, због потребе да се уз катао испоручује и резервоар за дневне потребе биомасе. Због тога је при реконструкцији потребно размотрити могућности уградње котлова који сагоревају биомасу у постојеће просторе. Потребно је обезбедити и адекватан простор за смештај биомасе, што може бити простор значајне површине. На сликама 12.12 и 12.13, приказани су котлови који се користе за сагоревање пелета, с тим што је на слици 12.12 приказан катао са гориоником, а на слици 12.13 катао са сагоревањем на решетки.

За сагоревање пољопривредних остатака (на пример сламе) потребна је посебна опрема због карактеристика ових горива. У поступку сагоревања пољопривредних остатака постоје значајни проблеми, па је и употреба ових котлова значајно мања од котлова са сагоревањем дрвне биомасе.



Слика 12.12: Котао на биомасу – пелет, са гориоником и бункером за пелет (производ Еко Стар – Књажевац, Србија)



Слика 12.13: Котао на биомасу – пелет, сагоревање на решетки, са бункером (производ Шуком, Књажевац, Србија)

Помоћу котлова који сагоревају биомасу, могуће је постићи температуре воде од 90°C, што одговара и високотемпературним системима топловодног радијаторског грејања, али и свим системима грејања који раде при нискотемпературним режимима. С обзиром на примену нових законских одредби у погледу термичке заштите нових зграда и постојећих зграда које се реконструишу, могуће је за системе топловодног радијаторског грејања у новопроектованим зградама или у постојећим зградама које се реконструишу, снизити температурске режиме у односу на претходно уобичајене 90/70 °C, на нових 70/50 °C или ниже. Ова чињеница омогућава да се приликом избора нових котлова на биомасу, систем димензинише са мањим капацитетом, али уз обавезну уградњу одговарајућег акумулатора топлоте. Акумулатор топлоте се у сваком случају препоручује за рад са котловима који сагоревају биомасу, чиме се постиже мањи број стартава котла у току рада и њихов континуиран рад, што продужава радни век котлова.

Степени корисности котлова који користе биомасу крећу се и преко 90%, с тим што за котлове и пећи мањих снага ова вредност опада.

Приликом преласка са фосилног горива на биомасу као извор енергије, поред расположивог простора, потребно је проверити да ли постојећи димњак испуњава све законом прописане захтеве, као и да ли котларница испуњава противпожарне услове. Није дозвољено у једној котларници сместити два котла која као извор топлоте користе два различита горива.

Котлови који сагоревају биомасу поседују у свом саставу одговарајућу аутоматику која управља радом котла и регулише процес сагоревања.

Котлови за сагоревање пелета производе се у капацитетима од 25 kW до 500 kW, ретко преко тога.

С обзиром на доста неуређено тржиште биомасе, постоји реална опасност приликом набавке пелета, у смислу квалитета и доње топлотне моћи. Стога се препоручује набавка пелета према

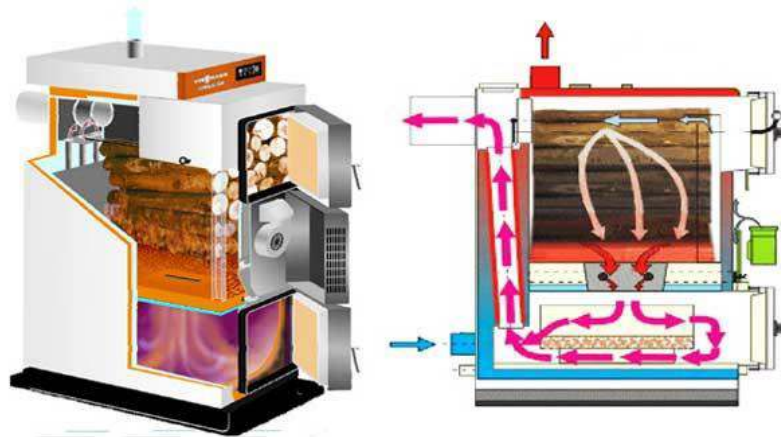
јединичној цени по kJ/kg, измереној вредности доње топлотне моћи за сваку испоруку пелета и испорученој количини. Тако се наручилац опредељује да набавља енергију, а не само количину пелета без гарантованог квалитета.

Без обзира на све наведене недостатке, разматрано са еколошког и економског аспекта, супституција фосилних горива (природни гас, тешко уље за ложење – мазут, а посебно екстралако уље за ложење) биомасом веома је исплатива. Експлоатациони трошкови снижавају се у односу на екстра лако лож-уље и до 4 пута, у односу на мазут до 2 пута, а у односу на природни гас смањују се за око 1,25 пута. Техно-економске студије показују да су периоди повраћаја средстава у опсегу од 2 до 5 година, у зависности од врсте примарног енергента и пројектованог система, али и обима радова на термичком омотачу зграде.

Системи за сагоревање дрвета у облику цепаница

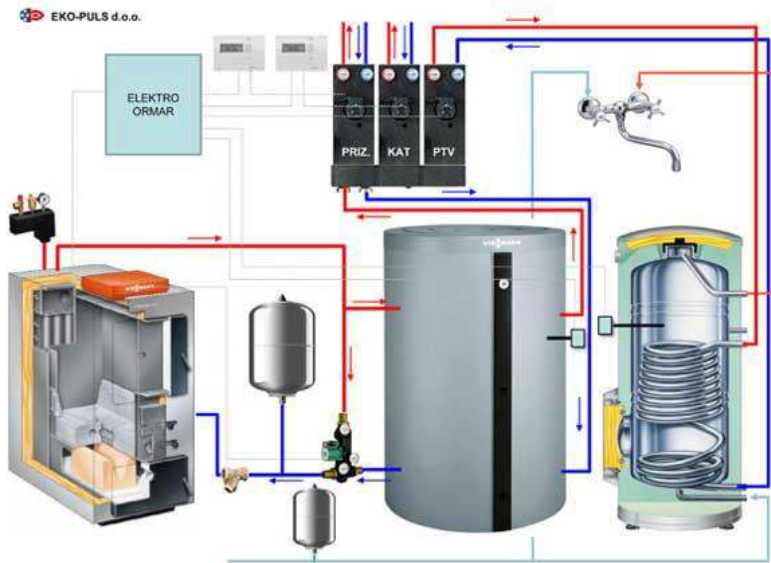
Осим пелета као енергента, за потребе грејања зграда могуће је користити и дрво у облику цепаница одређене дужине, користећи такозване пиролитичке котлове (слика 12.14). Пиролитички котлови производе се до топлотних капацитета од 100 kW. Као гориво користе се веома добро осушене цепанице. Принцип рада ових котлова састоји се у томе да се у ложишту дрво прво суши, затим се без присуства кисеоника ужари, угљенише и потпуно претвори у гас. Тако настали "дрвни" гас сагорева на веома штедљив начин, чистим пламеном, трошећи при томе 30% мање дрвета него остали котлови. Што је температура горива у котлу виша, то је већи удео "дрвног" гаса у продуктима пиролитичке пиролизе, а мањи удео катрана и смоле. Чисти "дрвни" гас је мешавина гасова од којих доминирају метан и водоник. То се види и по боји пламена којим смеша гасова гори. Што више у пламену доминира плава боја, то је смеша гасова мање загађена катраном, односно гасификација се одвија при вишој температури.

Пиролитички котлови могу да раде у опсегу снаге од 40 до 100%. Унутрашњи простор котла је значајних димензија и може да обезбеди аутономију рада и до 2 дана.



Слика 12.14: Пиролитички котло за сагоревање дрвета у облику цепаница (производ Viessmann)

У комбинацији са акумулатором топлоте, остварује се додатна уштеда до 10%. На слици 12.15 приказана је једна могућа хидрауличка шема повезивања пиролитичког котла са акумулатором топлоте за загревање простора у згради и резервоаром за загревање санитарне топле воде.

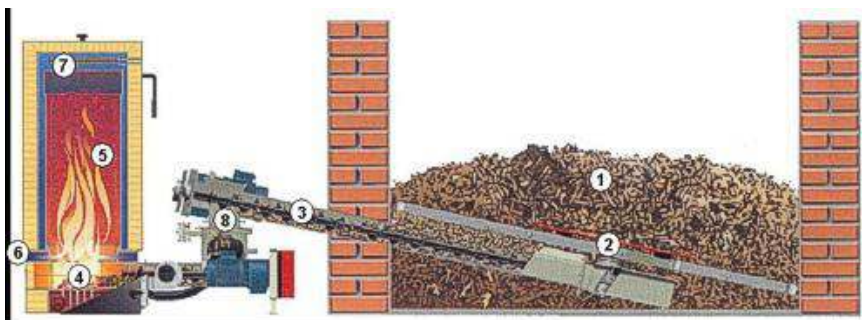


Слика 12.15: Пиролитички котлоу у комбинацији са акумулатором топлоте (производ Viessmann)

Пиролитички котлови нарочито се добро показују у ситуацијама супституције угља као енергента за грејање простора у зградама у руралним срединама, при чему се постиже 100% смањење емисије CO₂, а у комбинацији са мерама на термичком омотачу зграде, инвестиција у котлове значајно је снижена, тако да је период повраћаја инвестиције кроз уштеде прихватљив и поред високе цене ових котлова. Дрво у облику чепаница једини је енергент који по цени може да парира угљу, при чему је и потпуно еколошки прихватљиво гориво. Могућа је и комбинација предложене хидрауличке шеме са соларним колекторима.

Системи за сагоревање дрвне сечке

За потребе грејања већих зграда или комплекса зграда, чија је потребна топлотна снага већа од 1 MW, потребно је размотрити исплативост примене котлова који сагоревају дрвну сечку. Котлови који сагоревају дрвну сечку могу да сагоревају биомасу са великим садржајем воде (40%, па и до 50%). Користе се углавном у системима даљинског грејања и за објекте великих топлотних потреба. Карактеришу их високе инвестиционе вредности. По правилу се израђују котларнице са акумулаторима топлоте. Осим котларнице, потребно је предвидети и складиште дрвне сечке, најчешће у облику укопаних резервоара кружног или правоугаоног облика, са покретним решеткама или пужним транспортером. За потребе манипулације дрвном сечком, потребно је обезбедити адекватну механизацију и локацију за смештај дрвне сечке.

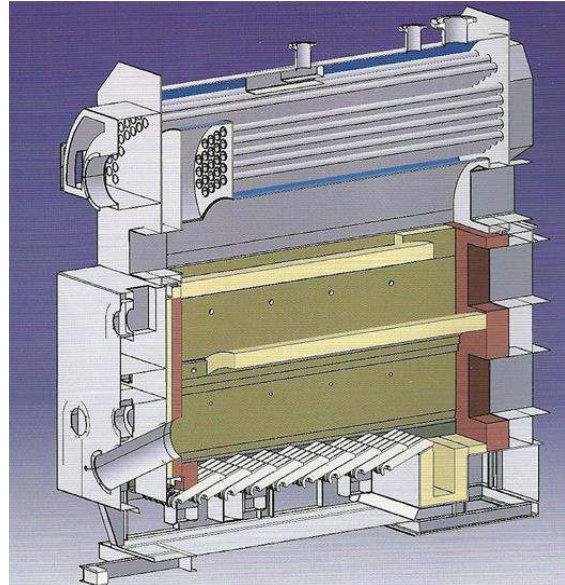


Слика 12.16: Систем непрекидног снабдевања дрвном сечком

На слици 12.16 приказан је један систем непрекидног снабдевања дрвном сечком. Дрвна сечка се складишти у посебној просторији (1), у коју се допрема спољном механизацијом након допреме из шумског газдинства. Дрвна сечка се складишти у просторији за смештај горива(1). У просторији за смештај горива (1) налази се елеватор (2) који је повезан са пужним транспортером (3). Преко пужног транспортера (3), дрвна сечка се допрема до решетке горионика (4) и убацује се у ложиште котла (5) где се одвија сагоревање. Довод секундарног ваздуха помоћу кога се регулише процес сагоревања врши се преко отвора (6). Сагоревање се одвија у ложишту котла изнад кога се налази цевни развод или апсорбер (7).



Слика 12.17: Котао за сагоревање дрвне сечке (производ Радијатор, Краљево, Србија)



Слика 12.18: Пресек котла за сагоревање дрвне сечке

На слици 12.17 приказан је котао који сагорева дрвну сечку. Слика 12.18 приказује пресек котла са ложиштем и промајама димних гасова.

Сагоревање се одвија на решеткама у доњој зони котла које се стално померају ради чишћења и обезбеђења што потпунијег сагоревања. Ради остваривања што боље циркулације ваздуха и димних гасова, у каналу димних гасова поставља се вентилатор димних гасова, који уједно служи и да савлада отпоре у димњаку. Котлови за сагоревање дрвне сечке имају више промаја димних гасова. Ради постизања оптималног рада котлова, веома често се потребне топлотне снаге постижу комбинацијом два или више колтова различитих топлотних снага.

Помоћу котлова који сагоревају дрвну сечку, могуће је постићи температуре воде од око 95°C и више, што одговара и високотемпературним системима топоводног радијаторског грејања, а примењује се и у системима даљинског грејања као базно оптерећење.

12.5 Системи за коришћење геотермалне енергије

Геотермална енергија може се користити на више начина, од великих и сложених електрана па до малих и једноставних система. Коришћење геотермалне енергије зависи од температуре земље на одређеној дубини. У Републици Србији не постоји значајан потенцијал за производњу електричне енергије из геотермалних извора. У том смислу, размотрићемо

могућности коришћења геотермалне енергије за потребе загревања санитарне топле воде и простора у зградама.

С обзиром на ограничене могућности директног коришћења геотермалне енергије, што је посебно ограничено локацијом на којој се налазе геотермални потенцијали, као и високе инвестиционе трошкове, неће се разматрати ни могућност директног коришћења геотермалне енергије у сектору зградарства.

Разматраће се два основна вида коришћења геотермалне енергије у сектору зградарства, и то:

- коришћење енергије геотермалне воде помоћу топлотних пумпи вода-вода
- коришћење енергије земље помоћу топлотних пумпи земља-вода.

1.1.1 Основни принципи рада топлотних пумпи

Топлотне пумпе су уређаји који предају топлоту телу више температуре са тела ниже температуре, при чему се улаже један део рада. Раде на принципу левокретног термодинамичког кружног циклуса.

Свака топлотна пумпа има неколико основних делова: испаривач, кондензатор, компресор и пригушни вентил. Унутар топлотне пумпе циркулише радни флуид, нека течност која лако испарава на ниским температурама. На страни кондензатора налази се понор топлоте, а на страни испаривача налази се извор топлоте.

Кондензатор и компресор налазе се на страни високог притиска, док се испаривач и пригушни вентил налазе на страни ниског притиска.

Један од основних показатеља квалитета топлотних пумпи јесте "коефицијент грејања" или COP. COP представља однос добијене топлотне енергије у односу на уложени рад за погон компресора. У зависности од промена температура извора и понора, мења се и COP. Вредности у којима се креће COP за топлотне пумпе износи од 2,5 до 5. Што је виша разлика температура извора и понора, то је COP мањи. У супротном, што је мања разлика између температура извора и понора, циклус је бољи. Максималне температуре на секундарној страни топлотне пумпе такође су ограничене. Углавном се ове температуре крећу у границама до 50°C.

Радни флуид струјањем кроз испаривач прима топлоту од топлотног извора, испарава и прелази у сувозасићену пару. Сувозасићену пару радног флуида усисава компресор и радном флуиду подиже притисак и температуру. Радни флуид са високом температуром и притиском улази у кондензатор и ту предаје топлоту топлотном понору (на пример вода из система подног грејања). Након предаје топлоте топлотном понору радни флуид се кондензује, а кључала течност радног флуида води се у пригушни вентил где изенталпски експандира, при чему радном флуиду опада температура и притисак. Радни флуид је опет спреман за повратак у испаривачки део, где поново прима топлоту од извора топлоте, чиме се циклус понавља.

Топлотне пумпе су због својих ограничења погодне за загревање простора код нискотемпературних система грејања и загревање санитарне топле воде или базенске воде. Како корисност топлотне пумпе веома зависи од температура извора и понора, пожељно је да ове две температуре буду што приближније и по могућности константне.

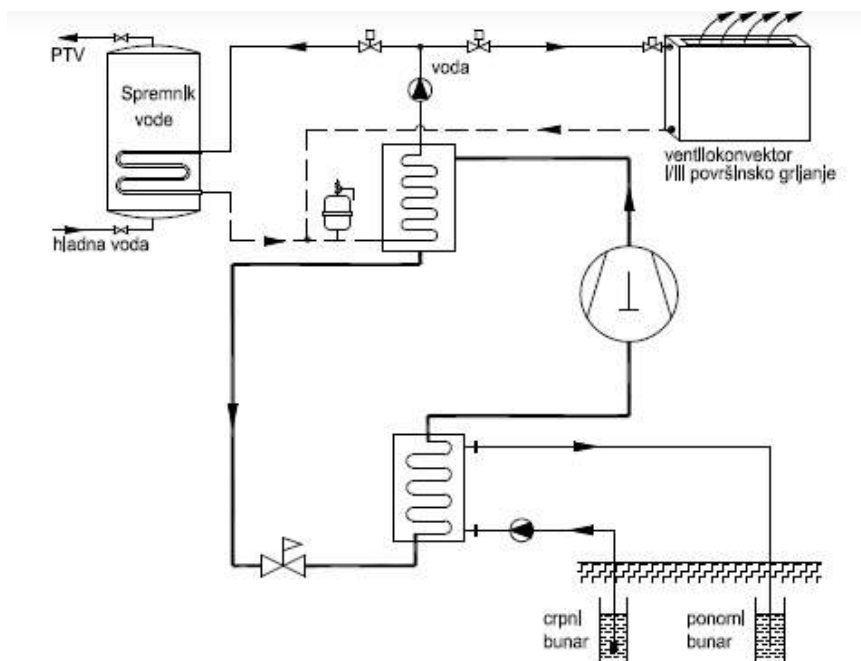
У системима грејања у зградама, топлотна пумпа може самостално да покрива целокупне губитке топлоте (моновалентни начин рада). Могуће је и да се при нижој температури спољног

ваздуха укључи још један извор топлоте који преузима рад на нижим температурама и даље оба система раде заједно (бивалентно-паралелни рад). Постоји и могућност рада до неких спољних услова, а на нижим температурама, цео систем почиње да ради преко додатног извора, а топлотна пумпа престаје са радом (бивалентно- алтернативни).

Три основна извора топлоте за рад топлотне пумпе су: енергија околног ваздуха, геотермална енергија и енергија тла.

Највећи и најприступачнији извор топлоте топлотних пумпи представља околни ваздух. Оребрени размењивач топлоте с принудном циркулацијом ваздуха користи се за размену топлоте између ваздуха и радне материје. Разлика температуре околног ваздуха као извора топлоте и радне материје која испарава, креће се од 6 до 10°C. Код избора овакве топлотне пумпе, потребно је водити рачуна о две ствари: температури околног ваздуха за дату локацију и стварању иња и леда на оребреним секцијама испаривача, на температурама од око -3 до 2 °C. Лоша страна спољног ваздуха су његове промене температуре током дана и године. По правилу се ове топлотне пумпе не димензинишу на пун капацитет. COP се креће у границама 2,5 до 3,5.

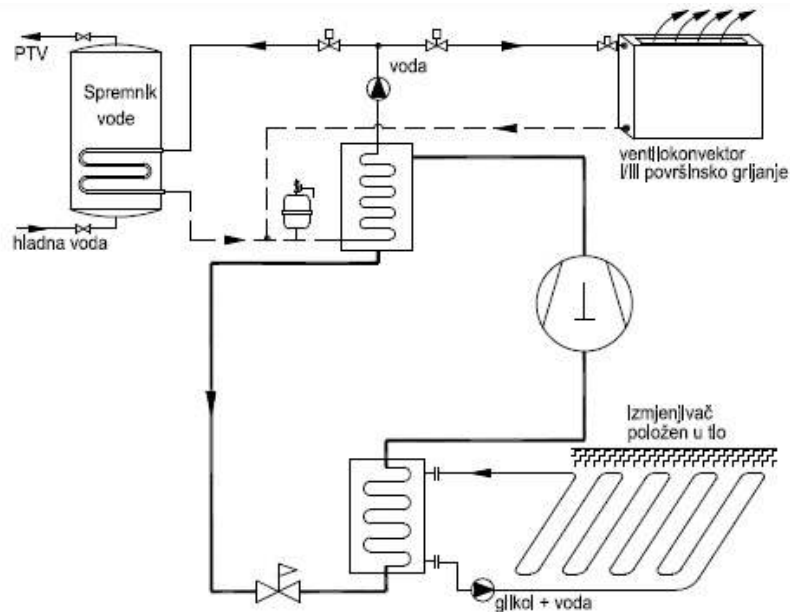
Топлотне пумпе које користе подземну воду као извор топлоте, користе воду чија температура подземне воде износи углавном од 8 до 12°C и зависи од дубине из које се вода црпи. Ова температура се током целе године незнатно мења, па је подземна вода најповољнија као извор топлоте за погон топлотне пумпе.



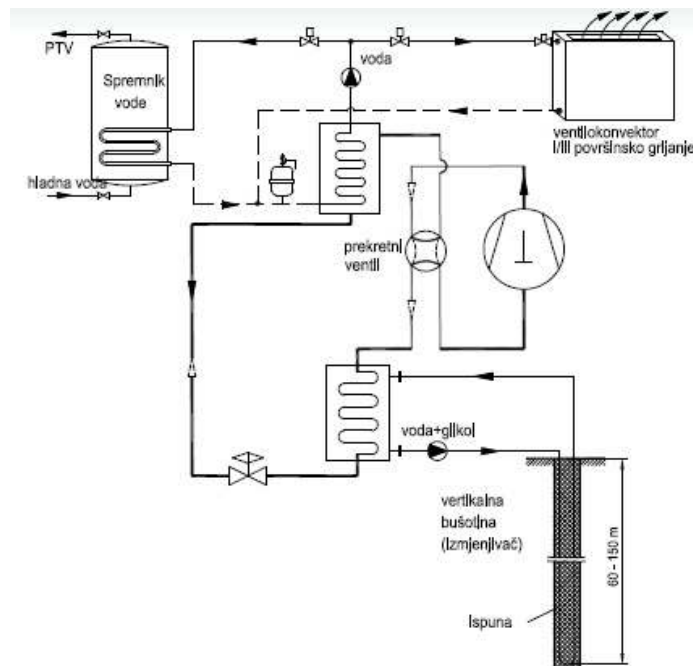
Слика 12.19: Шематски приказ топлотне пумпе вода-вода [6]

За црпљење подземне воде потребна су два бунара, црпни и понорни (слика 12.19). Размак између ових бунара треба бити што је могуће већи, а по могућности не мањи од 10 м. Црпни бунар треба давати у свим временима погона довољну количину воде, односно издашност црпног бунара је најважнија за пројектовање ове топлотне пумпе. Потопљена пумпа уграђује се обично до дубине 15 м како би се смањили погонски трошкови пумпе. Испод пумпе, оставља се слободна висина бунара која омогућује накупљање песка и нечистоћа. Пречник

бунара обично је 220 mm или већи. Проток пумпе за воду прорачунава се за температурну разлику воде на испаривачу од 4 до 5°C.



Слика 12.20: Шематски приказ топлотне пумпе земља-вода – хоризонтално полагање [6]



Слика 12.21: Шематски приказ топлотне пумпе земља-вода – вертикално полагање [6]

Земља представља огроман топлотни акумулатор који се може користити за грејање, али и за хлађење простора. Иако се хлађење може остварити непосредним коришћењем размењивача топлоте у тлу, у сврху грејања потребно је употребити топлотну пумпу. Уградњом прекретног вентила, топлотна пумпа се начелно зими може користити за грејање, а лети за хлађење. Главна предност земље као извора или понора топлоте је у њеној релативно константној

температури, већ на дубини од 2 м (од 7 до 13°C), која омогућује рад топлотне пумпе у оптималној пројектној тачки, без дневних и сезонских варијација. Полагање цевовода топлоте пумпе (која као извор топлоте користи тло) може да буде хоризонтално и вертикално. На сликама 12.20 и 12.21, приказане су наведене опције топлотних пумпи земља - вода. Основни проблем код ових система јесте знатно већа инвестициона вредност у делу полагања подземних цевовода.

Основи примене топлотних пумпи у зградама

Без обзира о ком извору топлоте за рад топлотне пумпе се ради, примена топлотних пумпи у зградама је иста за сва три случаја, уз извесна ограничења.

Могуће је користити топлотне пумпе за сва нискотемпературна грејања у зимском периоду и за све врсте хлађења у летњем периоду. У случају високотемпературних хлађења (температура воде полазног вода је изнад 17°C, зидно и плафонско хлађење, индукциони апарати), топлотна пумпа земља-вода и вода-вода дају одличне резултате јер могу да раде у пасивном режиму рада.

Такође, могуће је да се користе топлотне пумпе и за загревање санитарне топле воде и базенске воде, што даје најбоље резултате у комбинацији са соларним колекторима.

Посебне могућности отварају се приликом искоришћења отпадне топлоте из отпадне санитарне воде. Период повраћаја инвестиције кроз остварене уштеде креће се од 2-4 године.

Топлотна пумпа ваздух – вода има највише ограничења, с обзиром да је температура околног ваздуха променљива током године, а у зимском периоду системи раде отежано због потребе за отапањем испаривача. У комбинацији са допунским извором топлоте (соларни колектори, електрични грејач или котао на биомасу), ове топлотне пумпе у комбинацији са нискотемпературним грејањем, због веома прихватљиве инвестиционе вредности, представљају оптималан систем грејања за нове објекте.

Литература

- [1] Закон о енергетици, Сл. гласник РС, бр. 145/14
- [2] Енергетски биланс Републике Србије за 2015. Годину
- [3] Национални акциони план за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије ("Сл. гласник РС", бр. 53/2013)
- [4] Правилник о енергетској ефикасности зграда, Сл.гласник РС, бр. 61/2011
- [5] Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, Сл.гласник РС, бр. 69/2012
- [6] Приручник за енергетско сертификарање зграда, Загреб 2010
- [7] Изградња соларних грејних система у Републици Србији, Београд 2013
- [8] Закон о ефикасном коришћењу енергије, Сл. гласник РС, бр. 25/13;
- [9] Правилник о начину спровођења и садржини програма обуке за енергетског менаџера, трошковима похађања обуке, као и ближим условима, програму и начину полагања испита за енергетског менаџера, Сл. гласник РС, бр. 12/15;
- [10] Правилник о условима у погледу кадрова, опреме и простора организације која спроводи обуку за енергетске менаџере и овлашћене енергетске саветнике, Сл. гласник РС, бр. 12/15
- [11] <http://www.mre.gov.rs/latinica/energetska-efikasnost-unapredjenje-efikasnosti-projekat-alterenergy.php>
- [12] Закон о комуналним делатностима, Сл. гласник РС, бр. 88/11