

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Енергија и заштита животне средине

Број индекса: 124/2012

Младен Б. Милосављевић

**Примена обновљивих извора енергије у системима
централног грејања - израда демо пројекта у коме
се користи обновљив извор енергије у систему
грејања**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

- 1. Проф.Др. Милун Бабић - ментор**
- 2. Проф.Др. Слободан Савић**
- 3. Проф.Др. Вања Шуштершић**

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да одговори на задату тему редом:

1. Осврт на систем даљинског грејања
2. Осврт на систем етажног грејања
3. Пројектни услови које морају испуњавати системи грејања
4. Могућност коришћења мини когенерационих јединица у системима централног грејања
5. Методе прорачуна и пројектовања система централног и етажног грејања
6. Обновљиви извори енергије у системима централног грејања
7. Приказ коришћења обновљивих извора енергије у систему централног грејања
8. Закључак

Препоручена литература:

1. Милун Бабић, Небоша Лукић, Душан Гордић: Енергија и животна средина, 2008.;
2. Милан Деспотовић, Милун Бабић: Енергија Биомасе, монографија, Машински факултет, Крагујевац, 2007.;
3. Небојша Лукић, Милун Бабић: Соларна енергија, монографија, Машински факултет,

Крагујевац, 2015.

ментор:

Прф.Др Милун Бабић

Резиме

У оквиру завршног рада дат је опис основних система грејања етажног и даљинског. Објашњени су њихови главни елементи и на који начин функционише сваки од њих. Приказани су критеријуми на основу којих се утврђује квалитет неког система грејања. Затим је објашњена могућност примене мини когенерационих јединица у системима грејања као и два основна типа когенерације на природан гас и биомасу. Објашњен је метод пројектовања и прорачуна система грејања као и приказ губитака који се јављају код објекта. Извршена је анализа најчешће коришћених обновљивих извора енергије као и објашњење сваког од њих. У последњој тачки рада је приказан начин на који се обновљив извор енергије користи у систему грејања као и начин на који тај систем функционише.

Кључне речи: системи грејања, обновљиви извори енергије, когенерација, топлотни губици

Abstract

As part of the task a brief a description of the basic system of floor heating and remote. Explained their main elements and how each of them works. Shown criteria for determining the quality of a heating system. Then explained the possibility of applying a mini cogeneration unit in heating systems as well as two basic types of cogeneration on natural gas and biomass. Explained the method of design and calculation of heating systems as well as view the heating losses that occur at the facility. The analysis of the most widely used renewable energy sources and an explanation of each. In the last point of the task is shown the way in which renewable energy source used in the heating system and the way the system works.

Keywords: heating systems, renewable energy, cogeneration, heat losses

САДРЖАЈ

1. Уводна разматрања са приказима циљева рада и систематизацијом излагања у раду	3
2. Осврт на системе даљинског грејања	4
2.1 Осврт на најважније подструктуре подстаница Циркулационе пумпе	7
2.2 Осврт на класификацију мрежа даљинског грејања	8
3. Осврт на системе етажног грејања	9
4. Пројектни услови које морају да испуњавају системи грејања	11
5. Могућност коришћења мини когенерационих јединица у системима централног грејања	15
5.1 Когенерација на природан гас	15
5.2 Когенерација на биомасу	16
6. Методе прорачуна и пројектовања система централног и етажног грејања	18
6.1 Топлотни губици кроз прозоре	20
6.1.1 Термоизолациона стакла	21
6.1.2 Топлотни губици код објекта	23
7. Обновљиви извори енергије у системима централног грејања	30
7.1 Соларна енергија	32
7.1.1 Фотонапонске ћелије	33
7.1.2 Соларни колектори топлоте који се користе у системима централног грејања	34
7.1.3 Соларне енергане	35
7.2 Геотермална енергија	36
7.2.1 Топлотне пумпе у системима централног грејања	38
7.2.2 Геотермални потенцијал Србије	39
7.3 Енергија биомасе	40

7.3.1 Методологија коришћења биомасе у системима централног грејања	40
8. Приказ коришћења обновљивих извора енергије у системима централног грејања	43
9. Закључак	47
10. Литература	49

1. УВОДНА РАЗМАРАЊА СА ПРИКАЗИМА ЦИЉЕВА РАДА И СИСТЕМАТИЗАЦИЈОМ ИЗЛАГАЊА У РАДУ

1. Осврт на систем даљинског грејања

2. Осврт на систем етажног грејања

3. Пројектантски услови које морају испуњавати системи грејања

4. Могућност коришћења мини когенерационих јединица у системима централног грејања

5. Методе прорачуна и пројектовања система централног и етажног грејања

6. Обновљиви извори енергије у системима централног грејања

7. Приказ коришћења обновљивих извора енергије у систему централног грејања

8. Закључак

2. ОСВРТ НА СИСТЕМЕ ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА

Централно грејање (Слика 1) је систем грејања у коме се ваздух или вода загревају у централном терминалу, а затим шаљу кроз читаву унутрашњост зграде кроз вентиле или цеви и радијаторе како би обезбедили топлоту у извесном броју просторија или делова зграде. Извори централног грејања могу бити котлови за нафту, гас, биомасу или системи соларног грејања. У зависности од величине зграде и доступних енергетских извора, централно грејање може бити и даљинско грејање. Заступљено је у 57 градова при чему је:

- укупни капацитет производних постројења- 7.000 MW,
- годишња производња топлотне енергије- 8.000 GW/h, а
- топлане у Србији испоручују топлотну енергију за 800.000 станова (25 % укупног стамбеног фонда).¹



Слика 1. Пример инсталације централног грејања

¹ Подаци и слика преузети са сајта:

http://www.ingkomora.org.rs/strucniispiti/download/ee/TP9.2_DaljinskoSnabdevanjeToplotomIPripremaSTV.pdf

Сваки систем даљинског топлотног грејања (у даљем тексту - ДГ) чине: производни извор, топловодне мреже и топлопредајне станице. У наредном тексту изнет је кратак осврт на ове подсистеме ДГ.

Производни извор је систем постројења који претвара примарну енергију горива у топлотну енергију, а таква постројења се називају топлане. Топлане сагоревају чврста горива као што су: гас, мазут, угаљ и њиховим сагоревањем се загрева вода која се шаље корисницима. У новије време примењују се и котлови за сагоревање биомасе (у виду брикета или пелета), која замењују угаљ и тиме доводи до смањене емисије штетних гасова у околину. Котлови у топланама (Слика 2) могу бити вреловодни или парни.



Слика 2. Производни извор(котао)²

Топловодна мрежа је уређени систем ценовода и мерно регулационих уређаја који повезује производни извор и крајњег корисника. Цеви топловода или паровода (Слика 3) морају бити добро термички изоловане како би се

² Слика преузета са сајта: <http://www.energetika-kragujevac.com/>

спречили (свели на најмању меру) губици топлоте од извора до потрошача. Вода је данас основни носилац топлоте у системима ДГ где се, углавном, примењују вреловодни системи ($\theta_p > 110\text{ }^{\circ}\text{C}$). Избор температура воде у разводу и поврату је од великог значаја. Да би топловод био јефтинији (мањих пречника) и да би снага пумпе и утрошени рад били мањи, потребно је да масени проток буде мањи, а то значи да разлика температура разводне и повратне воде треба да буде што већа. Ово је нарочито важно када су у питању веће дужине транспорта.



Слика 3. Топловодна мрежа

У топловодној мрежи може се уочити:

преносна мрежа (преносни систем), тј. део система даљинског грејања који повезује производни извор и топлопредајне станице. Обухвата вреловод и примарну топловодну мрежу;

дистрибутивна мрежа (дистрибутивни систем), тј. део система даљинског грејања који чине топлопредајне станице и секундарне топловодне мреже за дистрибуцију топлотне енергије до објекта корисника грејања

топлопредајна станица (ТПС, слика 4) која обезбеђује испоруку топлотне енергије у унутрашње топлотне инсталације и уређаје корисника; она се

састоји из прикључне и кућне подстанице, при чему прикључна подстанница садржи елементе за мерење притиска, температуре и мерач утрошка топлотне енергије, а кућна подстанница садржи измењивач топлоте, циркулационе пумпе, балансне вентиле и експанзиону посуду.



Слика 4. Подстаница

2.1 Осврт на најважније подструктуре подстаница Циркулационе пумпе су специфична врста пумпи (Слика 5) која се користи за циркулацију флуида или суспензије у затвореном кругу. Флуид кружи у затвореном кругу и мора да савлада отпоре трења једног цевовода (за разлику од подизања течности из тачке мање потенцијалне енергије до тачке веће потенцијалне енергије). Циркулационе пумпе су обично на електрични погон и центрифугалног типа.



Слика 5. Циркулациона пумпа

Експанзиони суд (Слика 6) се користи за заштиту (није отворен за атмосферски притисак) система за грејање воде и система за потрошњу топле воде од претераног притиска. Резервоар је делимично испуњен ваздухом, и апсорбује виши притисак воде проузрокован термичким ширењем воде.



Слика 6. Експанзионе посуде

2.2 Осврт на класификацију мрежа даљинског грејања

Класификација мрежа даљинског грејања може се извршити на неколико начина.

Према конфигурацији постоје:

- зракасте и
- прстенасте мреже;

према броју цеви:

- једноцевне (за транспорт паре без повратка кондензата - неекономично);
- двоцевне (најчешће примењиване);
- троцевне (две разводне са различитим q_r и једна повратна);

према начину полагања цеви:

- надземне (јефтиније, примењује се у индустријским комплексима) и
- подземне (цеви у каналима или бесканално полагање у земљу-преизолованим цевима).

3. ОСВРТ НА СИСТЕМЕ ЕТАЖНОГ ГРЕЈАЊА

Етажно грејање је систем у којем се топлотна енергија производи у централној јединици система (котлу који може бити електрични, гасни, котао на течна или чврста горива...), а затим се кроз систем цевовода посредством грејног флуида (воде, уља, антифриза...) спроводи до грејних тела - радијатора, а ови конвекцијом топлоту предају ваздуху око себе, загревајући просторије. Код етажног грејања, у стану или кући постоји сопствени котао, мањих димензија, који производи топлотну енергију само за кућне потребе. Стамбена зграда са више станова може имати један котао веће снаге који ће загревати радијаторе у више станова истовремено. За постројења етажног грејања је карактеристично то што се на један извор топлоте везује већи број грејних тела. Постојење за етажно грејање има три основна сегмента, а то су: извор топлоте, дистрибуција топлоте и грејна тела.

Први сегмент обухвата оно што се зове **извор топлоте** (котао на чврсто, гасовито гориво, слика 7).



Слика 7. Извор топлоте(гасни котао)

Други сегмент етажног грејања обухвата структуре које омогућавају **дистрибуцију топлоте** (или развод топлоте, цевни развод, цевна мрежа која

служи да се грејни флуид разведе од извора топлоте до грејних тела и да се обезбеди повратак грејног флуида у котло – затворени систем, слика 8).



Слика 8. Цевни развод код подног грејања

Трећи сегмент обухвата **грејна тела** (чија је функција одавање топлоте и загревање просторије; постоје различите врсте и конструкције грејних тела, слика 9).



Слика 9. Грејна тела

4. ПРОЈЕКТНИ УСЛОВИ КОЈЕ МОРАЈУ ДА ИСПУЊАВАЈУ СИСТЕМИ ГРЕЈАЊА

Када се говори о квалитету уређаја за грејање, поређење се може извршити према различитим критеријумима. Критеријуми на основу којих се оцењује квалитет грејног уређаја могу се свести на шест основних категорија и то су:

1. функционалност (најважнији критеријум),
2. економичност,
3. хигијенски услови,
4. естетика,
5. безбедност и
6. заштита животне средине.³

Функционалност грејног уређаја подразумева да уређај може да задовољи топлотне потребе објекта у свим експлоатационим условима. Под добром функционалношћу се, такође, сматра и добра регулација топлотног учинка на начин да одавање топлоте уређаја одговара тренутним губицима топлоте у циљу одржавања константне задате температуре ваздуха у просторији.

Економичност је карактеристика која се увек узима у обзир. Грејање је трошак за корисника који тежи да га сведе на најмању могућу меру, али да не поремети функционалност и комфор. Трошкови грејања се деле на инвестиционе и експлоатационе. Инвестициони трошкови подразумевају цену изградње самог постројења за грејање, док се експлоатациони трошкови односе на цену утрошеног горива/енергије (радне снаге, одржавања, осигурања...) током грејне сезоне. Исплативост се оцењује преко периода отплате конкретне инвестиције (нпр. уколико се жели унапређење система за грејање уградњом опреме која ће допринети уштеди у потрошњи енергије система, онда се период отплате рачуна као количник цене годишње уштеде енергије и цене коштања додатне опреме и радова реконструкције који омогућују уштеду. Сматра се да је инвестиција исплатива уколико је период отплате мањи од 5 година).

³ Пројектни услови преузети са сајта: <http://aliquantum.rs/wp-content/uploads/2011/11/03-Sistemi-centralnog-grejanja.pdf>

Хигијенски услови обухватају:

- постизање зоне угодности за људе који бораве у просторији – равномерно загревање просторије по висини и дубини;
- повољан однос топлоте предате зрачењем и конвекцијом;
- квалитет (чистоћа) ваздуха у просторији (подразумева да је у просторији осим термичких параметара, обезбеђено и проветравње, да нема продуката сагоревања и да нема подизања прашине услед интензивнијег струјања ваздуха).

Естетика подразумева да се уређаји за грејање добро уклапају у ентеријер. Од уређаја за грејање се, у том смислу захтева да заузимају што мање корисног простора у просторији и да се уклапају у унутрашњу архитектуру објекта (по изгледу, боји, а понекад се и маскирају уколико се не могу уклопити у ентеријер). Естетски изглед уређаја за грејање понекад може бити одлучујући параметар при избору. Маскирање грејних уређаја (Слика 10), у начелу је термички лоше решење и примењује се само када су естетски разлози доминантни.



Слика 10. Прикривање радијатора

Безбедност уређаја за грејање јесте њихова одлика која се односи на одсуство опасности које се могу јавити приликом њиховог коришћења. Опасности су: пожар, продор димних гасова у просторију, експлозија судова под притиском (котла, пећи, резервоара), пуцање инсталције (изливање воде).

Данашњи уређаји за грејање су на таквом техничком нивоу да пружају изузетно добру безбедност. При пројектовању свих централних система за грејање постоје посебни прописи који се односе на заштиту од пожара и који се морају применити у пројекту. Пре извођења инсталције, пројекат обавезно, поред осталих сагласности, мора добити сагласност противпожарне полиције.

Заштита животне средине, односно еколошки аспекти уређаја за грејање, подразумевају да уређај што мање нарушава животну средину. Елементи важни за екологију су:

- избор горива,
- квалитет сагоревања и контрола расејавања продуката сагоревања,
- филтрирање продуката сагоревања пре избацивања у атмосферу,
- предности.

Грејна тела и уређаји морају бити тако постављени да обезбеђују уравнотежену температуру у целом стану. Док је основна карактеристика локалних грејних уређаја, било да се ради о електричним (ТА пећи, грејалице, клима уређаји) било на ложење (пећи на дрва, угаљ, камини, шпорети) да се произведена топлотна енергија предаје само просторији у којој се налази, значи важи правило ”један уређај једна просторија”, код система за етажно централно грејање, један извор топлоте котла, везује се на више грејних тела радијатора, који истовремено предају топлоту у више просторија. Пошто код етажног грејања имамо више подврста, у односу на то који енергент се користи и која је врста централног котла, мораћемо се осврнути и на конкретне разлике, предности и мане у оквиру подгрупе. Најбоље у смислу потребног одржавања и опслуживања је централно грејање прикључено на градску топлану. Имаоци градског централног грејања често маштају да пређу на сопствено етажно, незадовољни топлотом радијатора, искључивањем грејања у ноћном периоду од 22 до 08 ујутро, разликом у квалитету грејања у односу на спрат на којем живе па чак и на део града и удаљеност од топлане, високе рачуне целе године итд., док имаоци сопственог етажног грејања често желе да се једног дана прикључе на градски централни систем .

Сопствено етажно грејање има предност зато што омогућује кориснику да сам регулише температуре у радијаторима, интервал грејања, греје се кад он то жели у току 24 часа, а да када није код куће, када је на одмору и сл., не троши енергенте и не плаћа грејање. Мање обавеза имају они који користе електро котлове, док корисници котлова на чврсто гориво ложе више пута дневно и стално опслужују котао, што понекад представља велику обавезу и проблем. Уз то, енергенти су скупи, треба места за њихово складиштење и сл. Економичније грејање у сваком случају од грејања појединачним изворима топлоте. Различита грејна тела на струју – термоакумулационе пећи, кварцне грејалице, мермотерми, калорифери, радијатори на струју и слично, углавном су велики потрошачи енергије и треба их по могућности бирати као допунска средства, а не као основни извор топлоте, нарочито за веће просторе. Клима-уређаји су практични јер могу да служе зими за грејање, а лети за расхлађивање просторија, али су неповољни јер нису довољни када су температуре много испод нуле.

Мане етажног грејања се, углавном, свODE на мане у односу на подгрупе (о чему сам већ писао у оквиру 4. Пројектни услови које морају да испуњавају системи грејања) ложење у односу на електричну енергију или гас) и у принципу не постоје, осим једне - **почетних трошкова уградње**. Куповином засебних извора топлоте и њиховим уношењем у стан, посао корисника се завршава, док се при увођењу етажног грејања морају предвидети значајна средства, поготово уколико се оно уводи накнадно, а не приликом изградње. Ту рачунамо на трошкове пројектовања, извођење цевовода, радијатора, пумпи, експанзионих посуда, мерне и регулационе опреме, куповину котла и сл.

5. О МОГУЋНОСТИМА И ПРАКСИ КОРИШЋЕЊА МИНИ КОГЕНЕРАЦИОНИХ ЈЕДИНИЦА У СИСТЕМИМА ЦЕНТРАЛНОГ ГРЕЈАЊА

Когенерација је поступак истовремене производње електричне и корисне топлотне енергије у јединственом процесу. Когенерација користи отпадну топлоту која настаје уобичајеном производњом електричне енергије у термоенергетским постројењима те се најчешће користи за грејање грађевина или чак целих насеља, а ређе у другим производним процесима. Топлотна енергија може се користити за производњу паре, загревање воде или ваздуха. Такође се може користити у процесу тригенерације, где се део енергије користи и за хлађење.

Приликом класичне производње електричне енергије, део енергије одбацује се у околину као отпадна топлота, а у процесу когенерације та топлотна енергија постаје корисна. Дакле, основна предност когенерације је повећана ефикасност при коришћењу енергента. Велике пословне и стамбене зграде, хотели и трговине истовремено производе електричну енергију и користе отпадну топлоту за грејање.⁴

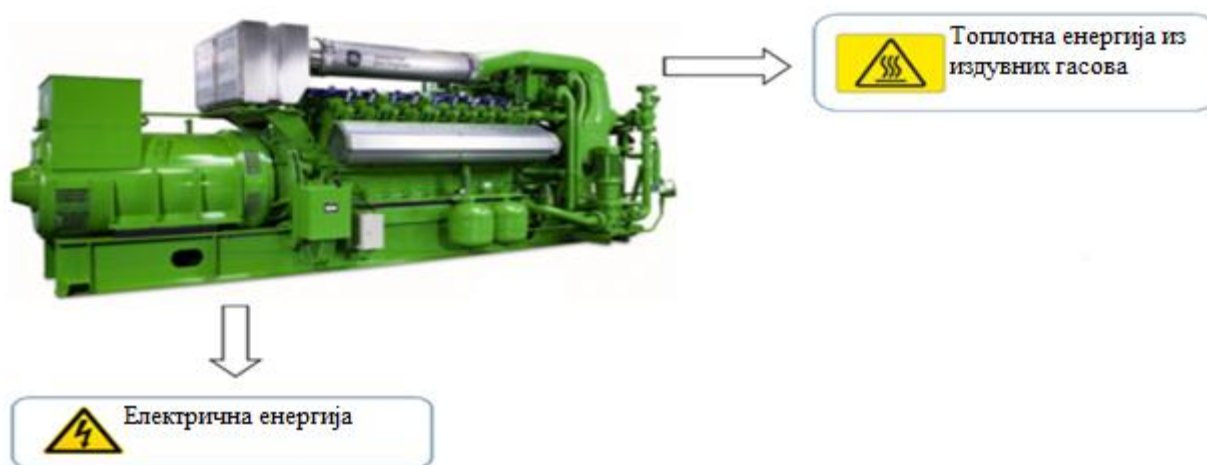
У наредном тексту овог одељка биће укратко приказано функционисање когенерационих јединица на природан гас и на биомасу.

Когенерација, или комбиновани процес производње топлоте и енергије из природног гаса је истовремено претварања енергије гасовитог горива у топлотну и електричну енергију. Применом когенерације на природни гас у потрошњи примарне енергије може се смањити потрошња гаса и до 40 %, у односу на систем у коме се он користи посебно за производњу топлоте, и посебно за производњу електричне енергије, чиме се знатно смањују укупни трошкови.

Когенеративни системи се могу користити у вишестамбеним објектима, тржним центрима, хотелима, старачким домовима, студентским смештајима, приватним кућама и пословним и индустријским објектима. Власници зграда

⁴ Објашњење преузето са сајта: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Kogeneracija>

са когенеративним системима обезбеђују електричну и топлотну енергије по конкурентној цени. У когенерационим јединицама (Слика 11) се, дакле, у току производње топлоте, један њен део користи за грејање или неке технолошке процесе, а други део се у моторима СУС или гасним турбинама претвара у механички рад за погон генератора наизменичне струје. Кључна карактеристика когенерације је да се ова топлота може користити за грејање простора или воде.⁵



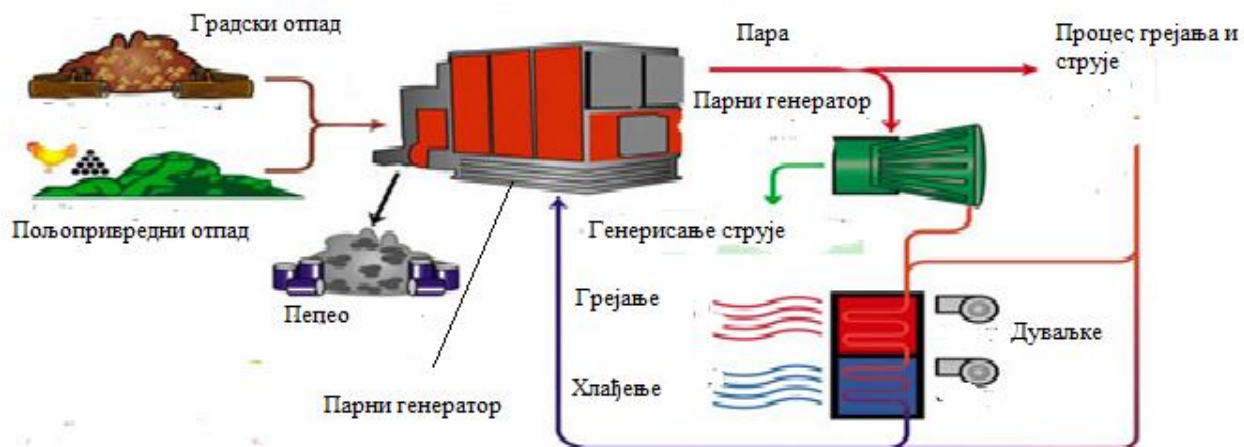
Слика 11. Процес гасне когенерација

5.2 Когенерација на биомасу

Когенерацијско постројење (Слика 12) користи биомасу за производњу електричне и топлотне енергије у индиректном гасно-турбинском процесу. Основа система је класична гасна турбина са спољном комором за сагоревање, чија концепција омогућава да се ваздух из компресора, пре увођења у турбину, одведе у спољни догрејач ваздуха са ложењем на биомасу, па да се тако догрејан уведе у турбину. Овим се омогућава да гасна турбина уместо са гасовима сагоревање ради са чистим загрејаним ваздухом чиме се осигурава њен рад у веома повољним радним условима и значајно продужава њен радни век. У когенерацијској производњи електричне и топлотне енергије из биомасе доминира технологија

⁵ Информација о когенерацији на природан гас као и слика преузете са сајта: <http://www.zemeljski-plin.si/kogeneracija/>

директног сагоревања круте биомасе у ложиштима термоенергетских постројења.⁶



Слика 12. Когенерација на биомасу

⁶ Информације о когенерацији на биомасу као и слика преузете са сајта: <http://www.kogeneracija.rs/>

6. МЕТОДА ПРОРАЧУНА И ПРОЈЕКТОВАЊА СИСТЕМА ДАЉИНСКОГ И ЕТАЖНОГ ГРЕЈАЊА

Потребна количина топлоте за загревање једног објекта зависи само од врсте, величине и положаја његовог и његових елемената. Уређаји за грејање треба да омогуће довољно загревање објекта и код дужих периода хладног времена да осигурају равномерно загревање (код централних система грејања), а не да се услед неког евентуалног пропуста, ради појединих просторија мора цео објект прегрејавати.

Потребна количина топлоте за загревање објекта треба да је једнака губицима топлоте која се одводи кроз његове обухватне површине.

Губици су углавном двојаки:

- услед пролаза топлоте кроз граничне површине и
- услед одвода циркулацијом ваздуха кроз жељене и нежељене отворе.

Губици услед пролаза топлоте кроз граничне површине могу се доста тачно израчунати помоћу познатих топлотних карактеристика обухватних површина.

Губици услед одвода циркулацијом ваздуха кроз жељене и нежељене отворе прорачуном се добијају на основу прихваћених претпоставки о утицају ветра и незаптивања прозора и врата као приближне вредности.

Ради једнообразности начина одређивања потребне количине топлоте за загревање, усвојене су норме које се и код нас користе, а којима се прописују битне величине као што су: температуре, коефицијенти пролаза итд.

У нашој земљи прорачуни топлотних губитака су се вршили према следећим нормама:

- ДИН 4701 из 1959. године,
- измењени ДИН 4701 из 1983. године:
 - када је дефинисана унутрашња температура,

- када се врши посебан прорачун количине топлоте за просторије које се граниче са тлом,
- када се прорачунава количина топлоте за вентилацију,
- када се прорачунава количина топлоте за објекте који се сврставају у посебне случајеве у којима се уводи корекција спољашње температуре у зависности од акумулацијске способности зграде и
- ЕН 12831 норми Европске уније из 2003. године која се односи на прорачун потребне количине топлоте под ознаком .

Према томе, прорачун потребне количине топлоте обухвата:

- прорачун губитака топлоте кроз обухватне површине, транспарентне и нетранспарентне (узима у обзир врсту материјала и величину посматране површине) - трансмисиони губици и
- прорачун инфилтрационих губитака топлоте (нормама је предвиђено да објекти имају природну вентилацију).

При прорачунима топлотних губитака се у обзир морају узети и поједини додаци као што су додатак на страну света, додатак услед прекида ложења, додатак услед пропустљивости врата и прозора, додатак на карактеристику куће, које могу да утичу на количину потребне енергије за загревање објекта односно његових појединачних делова.

Потребна количина топлоте за загревање једног објекта зависи само од врсте, величине и његовог, као и од физичких карактеристика и положаја његових структурних елемената. Уређаји за грејање треба да омогуће:

- довољно загревање објекта и код дужих периода хладног времена,
- да осигурају равномерно загревање (код централних система грејања),
и
- да се услед неког евентуалног пропуста поједине његове подструктуре или објекат у целини не прегрејавају.

Потребна количина топлоте за загревање објекта треба да је једнака губицима топлоте која се одводи кроз његове обухватне површине.

При прорачунима топлотних губитака се у обзир морају узети и поједини додаци као што су додатак на страну света, додатак услед прекида ложења,

додатак услед пропустљивости врата и прозора, додатак на карактеристику куће, које могу да утичу на количину потребне енергије за загревање објекта односно његових појединачних делова.

6.1 Топлотни губици кроз прозоре

Познато је да је новопроизведена столарија увек „добра“, али и да временом долази до деформисања и витоперења као и формирања зазора између крила и рама дрвених прозора и да је квалитет уграђене столарије у нашој средини незадовољавајући. Анализом грађевинске физике зграде, мора се констатовати да су губици енергије кроз столарију убедљиво највећи и да треба значајну пажњу поклонити овом проблему. У свим разговорима приликом огледа или дебата са ауторима таквих објеката истакнуто је да је највећа пажња, а и тешкоћа, била везана за решење столарије, а не за фасадне конструкције. Чињеница је да савремена столарија намењена штедњи енергије (а и звучној заштити) не може остварити без поклањања значајне пажње заптивању простора између крила и рама и да се кључ проблема тражи и налази у смањивању трансмисионих губитака уградњом нових термоизолационих стакала и бољим технологијама уградње.

Губици кроз прозоре (Слика 13) су трансмисиони (они кроз затворен прозор) и вентилациони (они кроз отворен прозори). Када се саберу једни и други, кроз прозоре се остварује преко 50% укупних топлотних губитака зграде или куће.⁷

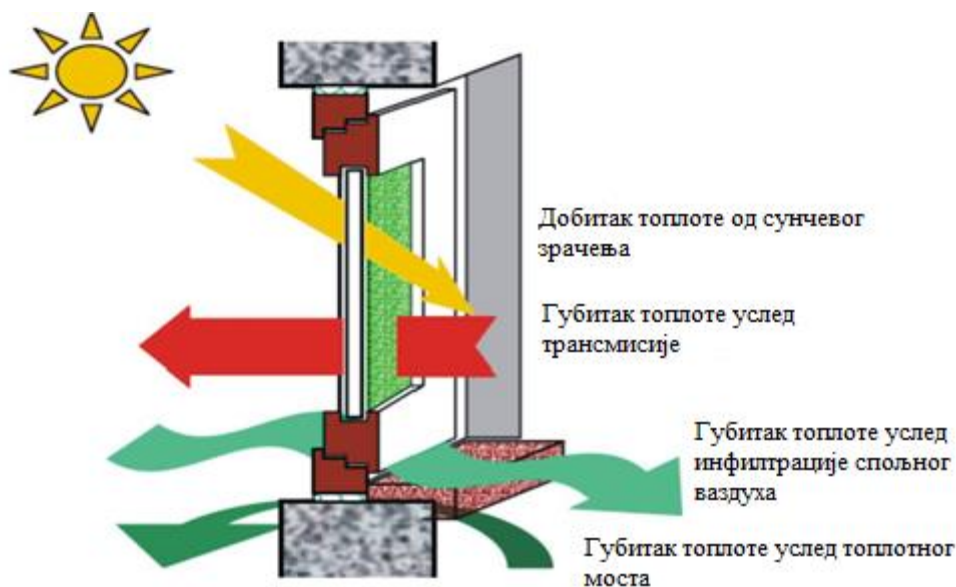
Прозора има много различитих врста, а њихов коефицијент пролаза топлоте (κ) креће се од 0,8 W/m²K код најбољих прозора с троструким стаклима и гасним пуњењем, па све до 3,5 W/m² ⁸ K код старих једноструких прозора. Квалитетнији прозори смањују трансмисионе губитке, док се губици вентилацијом могу смањити уградњом вентилационог система или помоћу сензора отворености прозора који се повезује директно са контролом

⁷ Подаци преузети са сајта: <http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta/76-stolarija>

⁸ Подаци преузети са сајта :

<http://www.ats.rs/sites/default/files/download/Pravilnikoenergetskojefikasnostizgrade612011.pdf>

грејања/хлађења и искључује систем када се прозор отвори. На тај начин се смањују губици вентилацијом.



Слика 13. Приказ губитака топлоте кроз прозоре

На трансмисионе губитке утиче више детаља. Основни је свакако коефицијент пролаза топлоте стаклене површине и профила прозора. Коефицијент пролаза топлоте на стаклима се смањује уградњом двоструких и троструких стакала, чији су међу простори пуњени ваздухом, или боље инертним гасом (аргоном) који делује као топлотни изолатор. У модерној архитектури смањење употребе енергије је начелно. У циљу редукције трошкова грејања зими, морамо да узмемо у обзир смањење енергије потрошене на климатизацију лети. Зато се тренутно почињу да се користе термоизолациона стакла.

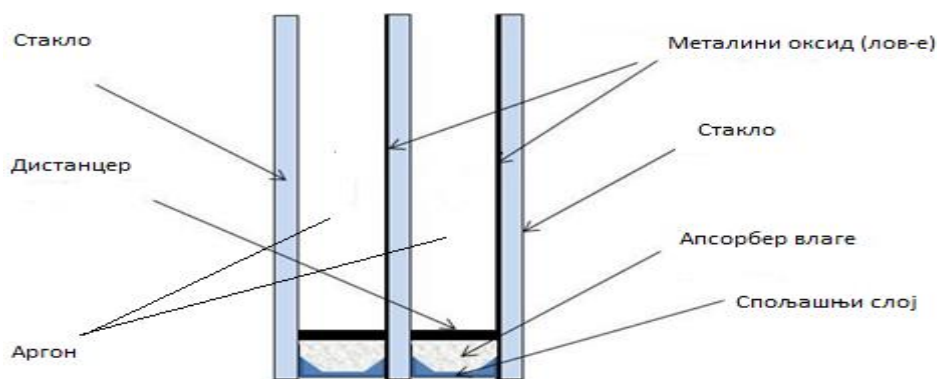
6.1.1 Термоизолациона стакла

У односу на друге грађевинске материјале, најмодернија изолациона стакла, обезбеђују изврсну топлотну изолацију и соларну заштиту, комбиновану са високим степеном светлосне пропустљивости. Ова чињеница нуди пројектантима могућност да користе прозоре већих површина, што резултује

са више природне светлости унутар зграде. Стакло више није најслабија енергетска тачка на фасади зграде.

Термоизолациона стакла сједињује високи степен топлотне изолације и ефикасну заштиту од сунчеве енергије. Његов смањени соларни фактор минимизира трошкове климатизације и доприноси оптималној унутрашњој температури куће. Термоизолациона стакла су прави избор уколико је првобитни захтев повећана топлотна и сунчана изолација, ефикасно управљање енергијом, светлосна пропустљивост и комфор. У становима је приоритет да се обезбедит комфор, здравље и енергетска ефикасност.

Термоизолациона стакла (Слика 14) су ефикасна у управљању енергијом и заштитом животне средине зато што поседују соларни фактор који обезбеђује одличну заштиту од соларне енергије, помаже у смањењу трошкова климатизације, што доприноси осећају комфора и удобности. Ниска U-вредност ($1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ код стандардног изостакла)⁹, смањује трошкове грејања при хладном времену, директно помажући заштиту околине смањивањем емисије угљендиоксида CO_2 .



Слика 14. Прозор пуњен аргоном

⁹ Топлотна изолација прозора се дефинише преко коефицијента пролаза топлоте $U(\text{W/m}^2\text{K})$. Овај коефицијент представља пренесену количину топлоте током једног сата кроз 1m^2 неког грађевинског елемента.

На спољној површини сваког стакла требао би постојати тзв. Low-E¹⁰ премаз (премаз ниске емисивности), који смањује зрачење топлоте преко прозора. Постављањем тог слоја само са спољних површина стакала дозвољава се улаз топлоте, али не и излаз, тако да стакло делује попут топлотног вентила. Low-E премаз је безбојан и не утиче на пролазак светла. Прозор као грађевински елемент има функцију да осигура задовољавајућу звучну и топлотну изолацију, као и функцију природног проветравања простора, што се постиже применом адекватних материјала и конструкцијских профила.

6.2.2 Топлотни губици код објекта

Топлотна изолација не само да смањује губитке у зимском периоду, већ омогућава да се у летњем периоду кућа не прегрева. На тај начин је могуће скоро у потпуности избећи уградњу клима уређаја или ће њихов капацитет и потрошња енергије бити знатно мањи него за неизоловану кућу.

Постављањем топлотне изолације са спољне стране зида решава се и проблем с кондензацијом паре (од кувања, туширања, сушења одеће) која се јавља због ниске температуре зида. Такође ће и топлотни комфор у простору бити бољи због повећане температуре зида. Топлотна изолација штити зграду од штетних спољних утицаја и њихових последица (влага, смрзавање, прегревање) чиме јој се продужује век трајања. На квалитет топлотне изолације зидова утиче дебљина изолационог слоја, те проводљивост материјала λ (W/mK). Као изолациони материјали најчешће се користе камена и стаклена вуна, те полистирен (стиропор). Потрошња енергије за грејање и хлађење може се битно смањити пуном топлотном изолацијом проблематичних делова зграда (зидова, подова, кровова), и то на старим трошним кућама и до шест пута¹¹. Најпожељнији материјал за изолацију је камена вуна, а на другом месту се налази стиропор.

Осим што изолација знатно доприноси уштеди потребне енергије за грејање, она, такође, штити грађевинску структуру од прегревања, спречава кондензацију водене паре (због које долази до труљења грађевинског

¹⁰Принцип лон-е стакала је да се на стакло нанесе танак слој на бази ванадијум диоксида, који у зимским условима потпуно пропушта инфрацрвене зраке, а током летњих месеци се понаша се као и спречава пролаз топлотног зрачења кроз стакло.

¹¹ <http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta/72-toplotna-izolacija-spoljnjeg-zida>

материјала, те стварања микроорганизама, гљивица и плесни) и доприноси топлотном комфор у просторији (јер што су разлике у температурама између тела и грађевинског елемента веће тело се брже хлади и људи се осјећају нелагодно). Топлотна изолација омогућује акумулацију топлоте у зидовима просторија, односно њихово загревање те се на тај начин смањује разлика у температурама између унутрашњих површина и ваздуха у просторијама.

У пракси је понекад немогуће додатну топлотну изолацију извести са спољне стране, посебно када се ради о вишеспратној згради (потребна је сагласност свих станара) или кад је објект под заштитом. У том случају изолација се може извести с унутрашње стране.

Термоизолациони материјали треба да задовољавају и следеће додатне услове:

- да имају мало упијање воде,
- да буду постојани на повишеним температурама,
- да имају задовољавајућу проводљивост паре и гасова (потребно је да термоизолациони материјали дифундују гас и пару, али у случајевима када је са једне стране термоизолационог слоја присутна изузетно влажна атмосфера, термоизолацију треба штитити хидроизолацијом која се поставља са топле стране),
- да су отпорни на дејство пожара,
- да су отпорни на дејство мраза,
- да имају задовољавајућу хемијску и биолошку постојаност.

Дакле, изолација грађевинског објекта може бири:

- спољашња и
- унутрашња

Спољашња изолација

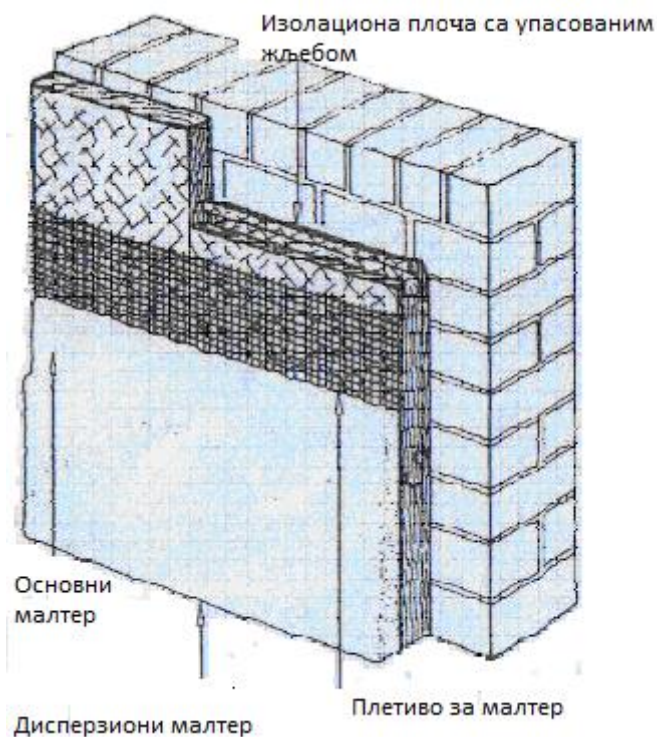
Постављање термоизолације на фасади је скупље, али технички боље решење. Разлог поскупљења треба тражити у томе што се изолациони слој

мора заштитити од атмосферских утицаја. Технички разлог је тај да остаје способност зида да акумулира топлоту. На тај начин, сви конструкциони делови се равномерно загревају, водоводне и канализационе цеви не мрзну у спољним зидовима. На носећи зид изолација се наноси споља. Најпре се ставља изолациона плоча на коју се као фасадна обрада ставља минерални малтер. Спој лаких изолационих плоча и минералног малтера представља трајну и крајње отпорну заштиту фасаде.

Минерални малтер састоји се из следећих три слоја:

- подлоге за малтер са цементним млеком,
- доњег грубог малтера од кречног цемента и
- горњег финог кречног малтера.

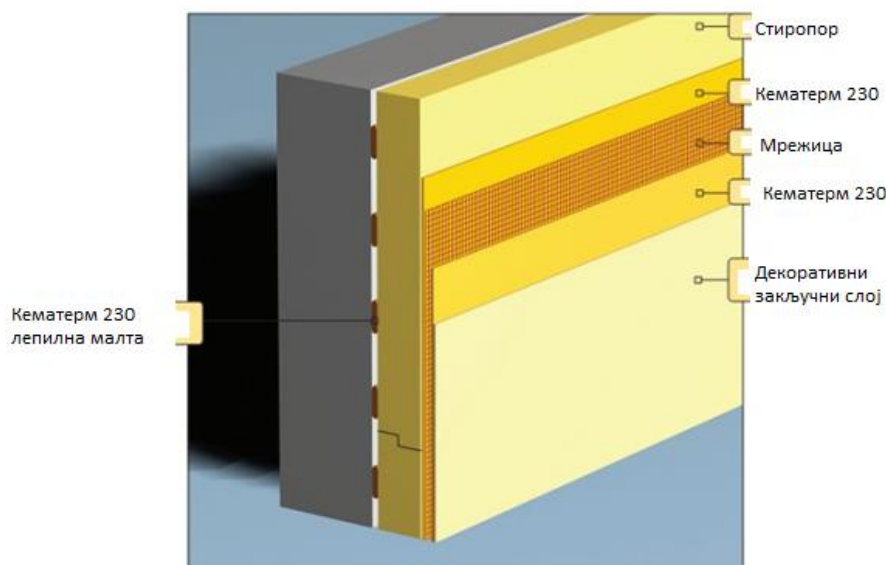
Подлога за малтер мора се стврдњавати више недеља пре него што се нанесу други слојеви малтера. Пре наношења ова три слоја малтера, зид се мора армирати (обложити) завареним и поцинкованим жичаним плетивом (мрежом, слика 15).



Слика 15. Редослед постављања спољашње изолације

Унутрашња изолација

Насупрот изолацији која се ставља споља, унутрашња изолација (Слика 16) је четвороструко до седмоструко јефтинија¹². Зид се може изоловати од временских утицаја без додатног постављања заштитног слоја.



Слика 16. Приказ унутрашње изолације

Понекад, поготово код старијих зграда са слабом топлотном заштитом, када би постављање топлотне заштите са спољне стране било непогодно, скупо или немогуће, изолациони слој се мора поставити са унутрашње стране.

Изолација пода и таванице

Неизоловани подови и плафони су одговорни за велике енергетске губитке и за непријатан осећај да неки простори у објекту никада нису довољно топли. Принципијелно важи да подови (плафони) неког објекта увек морају бити термички изоловани. Топлотни губици кроз под чине 10% од укупних топлотних губитака куће, а постављањем топлотне изолације могуће их је смањити и за 60%¹³. Најчешће се под изолује са 10 cm топлотне изолације. Топлотна изолација хладних подова (Слика 17) је једноставан начин да се

¹²[http://www.df.uns.ac.rs/files/200/kristina_fodor_-_diplomski_rad_\(d-601\).pdf](http://www.df.uns.ac.rs/files/200/kristina_fodor_-_diplomski_rad_(d-601).pdf)

¹³<http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta/73-toplotna-izolacija-poda-na-tlu>

смање губици топлоте и да се побољша комфор становања. Ако код подног грејања не постоји адекватна топлотна изолација, долази до великих губитака топлоте. На новим грађевинама, губици износе око 6% укупних топлотних губитака¹⁴, али и тада се препоручује уградња изолације. У том случају, посебно је делотворна топлотна изолација подрумског плафона. Дебљина изолације пода зависи од температуре хладне просторије, а требало би да буде 8 цм за подове изнад просторија које се греју и 10 см за подове према спољњем ваздуху. Ако постоји систем подног грејања, те величине треба увећати за 3 см. Пре наношења армираног бетонског естриха, на постављене плоче се полаже ПЕ – фолија. Санација пода према тлу у већ саграђеној кући често није економски оправдана, због релативно малог смањења укупних топлотних губитака у поређењу са великом инвестицијом која је потребна за такву санацију.

Губици топлоте кроз кров могу бити и до 30%¹⁵. У зависности од тога да ли се користи поткровље за становање или не, потребно је изоловати или директно кров или плафон према негрејаном поткровљу.



Слика 17. Пример изолације пода (KNAUF материјалима).

¹⁴ <http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta/73-toplotna-izolacija-poda-na-tlu>

¹⁵ <http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta/74-toplotna-izolacija-krova-ili-plafona>

Кров и кровна конструкција

Иако је кров у укупним топлотним губицима у кући заступљен са око 10-20%¹⁶, има посебно важну улогу у квалитету и стандарду становања с обзиром да директно штити кућу од кише, снега, хладноће и врућине. Најчешћи облик крова на породичним и мањим стамбеним зградама је коси кров. Простор испод крова често се користи за становање, иако је ретко адекватно топлотно изолован. У том случају, зими се јављају велики топлотни губици, али је још већи проблем прегревања лети. Ако кров није добро топлотно изолован, кроз њега може проћи и до 30% топлоте¹⁷, зато се препоручује топлотна изолација и то од 20 см. Кровна конструкција може били дрвена или масивна, а избор кровног покривача (цреп, лим, цементне плоче, шиндра) зависи од нагиба крова и климатских услова. Кровни покривачи се по правилу деле на тврде и меке. Као тврди покривачи користе се камени материјали као што је камен шкриљац, кровне бетонске плоче, производи од цементних влакана, те нешто ређе метални покривачи и шиндра од тврде смоле. У мекане кровне покриваче убрајамо битуменску лепенку, фолије, ливене изолационе производе, мекано дрво, изополимере као и производе од трске и сламе. Важно је спречити кондензацију водене паре на унутрашњој површини, због тога се парна брана поставља на топлијој страни у односу на слој топлотне изолације (Слика 18).



Слика 18. Пример изолације крова

¹⁶ <http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta/74-tolotna-izolacija-krova-ili-plafona>

¹⁷ <http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta/74-tolotna-izolacija-krova-ili-plafona>

Топлотна изолација крова се поставља између и испод греда. Ради прекривања топлотних мостова, препоручује се извести доњи, други слој топлотне изолације. Као топлотна изолација примјењује се екстрадирани полиестирен .

Са уградњом препоручених 20 cm топлотне изолације на кровној структури се могу остварити веома велике уштеде.

7. ПРИКАЗ НАЈЧЕШЋЕ КОРИШЋЕНИХ ВРСТА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У СИСТЕМИМА ГРЕЈАЊА

Обновљиви извори енергије (ОИЕ) некада означавани и као трајни енергетски извори представљају енергетске ресурсе који се користе за производњу електричне енергије или топлотне енергије, а чије резерве се константно или циклично обнављају. Сам назив обновљив потиче од чињенице да се енергија троши у износу који не премашује брзину којом се ствара у природи. Неки пут се међу ОИЕ сврставају и они извори за које се тврди да су резерве толике да се могу експлоатисати милионима година. Ово је у супротности са необновљивим изворима којима су резерве процењене на десетине или стотине година, док је њихово стварање трајало десетинама милиона година.



Слика 18. Обновљиви извори енергије

ОИЕ можемо поделити у две главне категорије: традиционалне обновљиве изворе енергије попут биомасе и великих хидроелектрана, те на такозване "нове обновљиве изворе енергије" попут енергије Сунца, енергије ветра, геотермалне енергије. Коришћење ОИЕ у будућности треба знатно повећати

јер необновљивих извора енергије има све мање, а и њихов штетни утицај све је израженији у задњих неколико година. Сунце испоручује Земљи 15 хиљада пута више енергије него што човечанство у садашњој фази успева да потроши. Из тога се види да се ОИЕ могу и морају боље искоришћавати. Развој ОИЕ (посебно од ветра, воде, сунца и биомасе) у системима централног грејања важан је због три разлога. Прво, јер ОИЕ имају врло важну улогу у смањењу емисије угљен-диоксида (CO_2) у атмосферу. Друго, јер смањење емисије CO_2 је представља важан елеменат развојне политике Европске уније. Треће, очекује се да ће ОИЕ постати економски конкурентнији конвенционалним изворима енергије у средњерочном раздобљу.



Слика 20. Пример обновљивог извора енергије (енергија ветра)

Главна сметња за масован продор технологија ОИЕ у системе централних грејања су, ипак, још увек велика почетна инвестициона улагања у градњу постројења за коришћење ОИЕ која представљају саставни део тих система, али и, гледано у светским размерама, па и у Србији, подстицаји држава, банака, инвестиционих фондова итд.

ОИЕ се, уобичајено, класификују на:

- енергију ветра,
- енергију воде,
- геотермалну енергију,
- соларну енергију и
- енергију биомасе.

Анализа светске праксе у области коришћења обновљивих извора у савременим системима централних грејања показује да за ту сврху најчешће користе:

- соларна енергија,
- геотермална енергија и
- биомаса.

Учешће биомасе је, свакако, најзаступљеније.

7.1 Соларна енергија

Сунце представља отворени фузиони реактор, који у свакој секунди претвори око 600 милиона тона водоника у хелијум (протонско-протонски ланац), при чему се ослобађа огромна количина енергије-соларне енергије која се шаље у свемир. Чак и фосилна горива представљају један вид акумулиране Сунчеве енергије: нафта, гас, угаљ.

Земља добија више енергије од Сунца у току само једног сата него што људска популација употреби за једну годину. Укупна соларна енергија апсорбована у Земљиној атмосфери, океанима и копну износи око 3.850.000 ЕЈ годишње¹⁸. Количина Сунчеве енергије која стиже на површину планете је огромна, толика да је у једној години два пута већа од свих Земљиних необновљивих извора енергената.

Директно прикупљање сунчеве енергије врши се помоћу:

- фотонапонских ћелија за добијање електричне енергије (фотоволтаик)

¹⁸ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/energija-sunca/>

- соларних колектора за грејање воде (соларна енергија)
- огледала за фокусирање сунчеве светлости (соларне енергане)

7.1.1 Фотонапонске ћелије

Индустријски развој фотонапонских соларних модула потиче из давне 50-те године првенствено у циљу примене за напајање сателита у орбити Земље. Од тада развој технологије достигао је фантастичне размере у смислу једноставности примене, снаге, поузданости као и цене.

Сам принцип рада у суштини је једноставан: неки материјали као нпр. монокристал силицијума има особину да изложен сунчевом зрачењу, производи електричну енергију. У самом модулу који се састоји од низа међусобно повезаних плочица, паралелно редном комбинацијом спајања добија се напон и струја погодна за пуњење стандардних батерија (6, 12 или 24 V). Тиме је осигурано да модул производи електричну енергију погодног напона и интензитета за директно пуњење батерија или погон једносмерних потрошача. Величина струје у принципу је пропорционална површини модула и интензитету сунчевог зрачења.



Слика 21. Пример фотонапонске ћелије

7.1.2 Соларни колектори топлоте који се користе у системима централног грејања

Соларни колектори служе за претварање сунчеве енергије у топлотну енергију, која се затим користи у топлотним енергетским системима.

У стамбеним објектима постоје два типа соларно топлотних енергетских система: они који се користе искључиво за загревање воде и они који уз то обезбеђују и грејање (такозвани комби-системи).

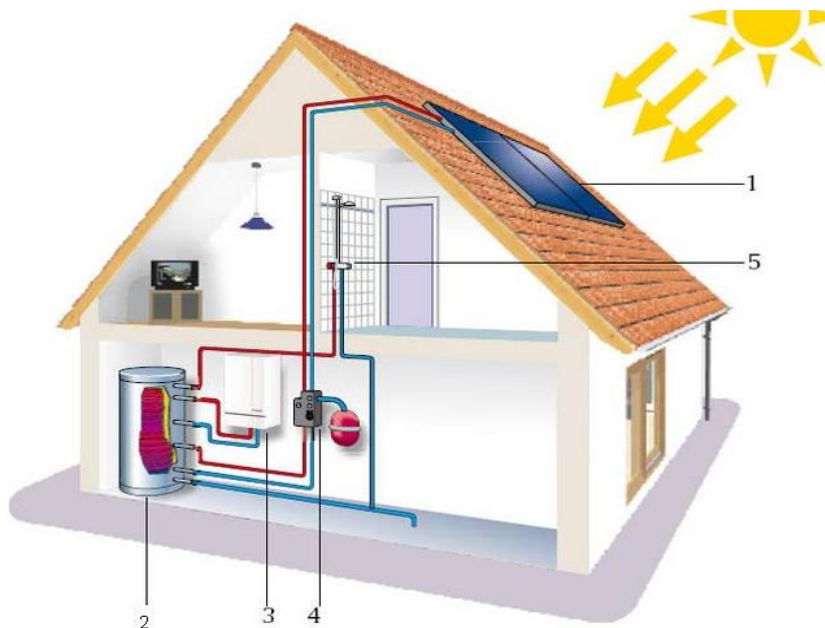
Соларни енергетски системи за загревање воде су дизајнирани тако да су у топлијој половини године комплетно одговорни за загревање воде, а да у зимским месецима представљају подршку класичним енергетским системима, како би се смањила потрошња класичних енергетских ресурса као што су угаљ, нафта, гаса, електрична енергија и дрво.

Соларно топлотни енергетски систем за загревање воде у објектима за становање обично су састављени од (сл. 22):

1. колектора,
2. резервоара топлоте,
3. бојлера,
4. соларне станице и
5. потрошача топле воде.

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

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



Слика 22. Пример рада соларног колектора (1)

7.1.3 Соларне енергане

Соларне термалне енергане (сл. 23) користе се, у зависности од конструкције и намене, за производњу вреле воде и/или електричне струје. Како је количина енергије која пада на површину земље изузетно велика, изградњом таквих електрана, на сунчаним подручјима, енергијом би се могло снабдевати велики број потрошача.



Слика 23. Соларна енергана

7.2 Геотермална енергија

Геотермална енергија (сл. 24) односи се на топлоту Земљине унутрашности која у самом средишту достиже температуру између 4.000 и 7.000 °C¹⁹, што је, отприлике, једнако температури површине Сунца. Чак и неколико километара испод површине, температура може бити преко 250 °C²⁰. Ова топлота се може користити у виду паре или топле воде и употребити се за загревање објеката или за производњу електричне енергије. Најпрактичнија за експлоатацију геотермалне енергије су подручја где се врела маса налази близу површине наше планете.

Геотермална енергија је обновљиви извор енергије јер се топлота непрекидно производи унутар Земље различитим процесима. Када је у питању геотермална енергија стена, данашња технологија је ограничена на дубина бушења до 10 км, и самим тим је могућа експлоатација до тих дубина²¹. Ако се рачуна са већим дубинама та је енергија вишеструко већа. У непосредној будућности и до часа када буде остварена технологија која ће омогућити искоришћавање ове енергије, остаје као енергетски извор само хидрогеотермална енергија.

Предности коришћења геотермалне енергије су:

- коришћење геотермалне енергије узрокује занемарљив утицај на животну средину, и не доприноси ефекту стаклене баште;
- топлотне пумпе и геотермалне електране које се употребљавају за коришћење ове врсте енергије не заузимају много простора и самим тим мало утичу на животну средину;
- у питању је огромни енергетски потенцијал (обезбеђује неограничено напајање енергијом);
- након изградње подземног и надземног система за прикупљање и конверзију геотермалне енергије, допремљена топлота до објеката (када су у питању топлотне пумпе) или електрична енергија (када је у геотермалне електране) је релативно мала.

¹⁹ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/geothermalna-energija/>

²⁰ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/geothermalna-energija/>

²¹ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/geothermalna-energija/>



Слика 24. Геотермални извори

Недостаци коришћења геотермалне енергије су:

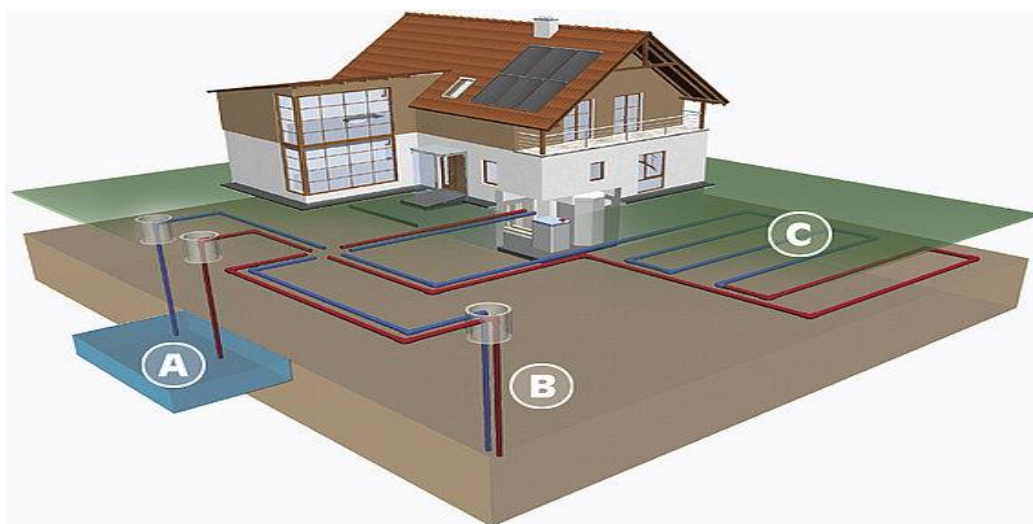
- нема много места где је могуће градити велика геотермална постројења (условљеност положајем, дубином, температуром, процентом воде у одређеном геотермалном резервоару);
- постоји низ ограничења везаних за састав стена и могућност приступа и експлоатације;
- вреле/топле подземне воде садрже често представљају мешавине воде, минерала и опасних гасова што представља потешкоћу приликом експлоатације и
- потребне високе почетне инвестиције (почетак коришћења и развој) и високи трошкови одржавања (изазвани корозијом, наслагама минерала и др.).

7.2.1 Топлотне пумпе у системима грејања

Од јануара 2009. године примена топлотних пумпи је прихваћена као технологија коришћења ОИЕ у системима за грејање²², те се могу користити разни владини постицаји за то. Ово је значајно због тога што се сада примена топлотних пумпи аутоматски уклапа у већ успостављена правила, прописе и финансијске структуре .

Високо постављени циљеви за смањење потрошње примарне енергије за 20% до 2020. године уз истовремено смањење емисије угљендиоксида за 20% довели су до тога да се обновљиви извори енергије третирају као окосница уштеда. У тим уштедама примена топлотних пумпи ће узети значајно учешће од 22%²³.

Захваљујући све масовнијој примени, пројектовање и употреба топлотних пумпи у системима грејања су сада већ по мало рутински поступци. На сл. 25. Приказан је један „класичан“ систем централног грејања стамбеног објекта који користи топлотну пумпу за трансмисију геотермалне топлоте у топлоту за загревање објекта.



Слика 25. Топлотна пума
(А-подземне воде, Б –геотермалне сонде, С – земљани колектори)

²² Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/geothermalna-energija/>

²³ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/>

7.2.2 Геотермални потенцијал Србије:

Терени у Србији изграђени су од тврдих стена и због тако повољних хидрогеолошких и геотермалних карактеристика у Србији се налази око 160 извора геотермалних вода са температуром већом од 15°C. Најтоплији су извори у Врањској Бањи где температура износи до 96°C.²⁴

Процењена укупна количина топлоте садржана у налазиштима геотермалних вода у Србији је око два пута већа од еквивалентне количине топлоте која би се добила сагоревањем свих наших резерви угља. У Војводини постоје и 62 вештачка геотермална извора (бушотине) укупне издашности од 550 л/с и топлотне снаге од око 50 MW²⁵. У делу Србије јужно од Саве и Дунава налази се још 48 бушотина са процењеном снагом од 108 MW²⁶. Ови подаци указују на велики потенцијал за експлоатацију геотермалне енергије у нашој земљи, који је тренутно готово у потпуности неостварен.



Слика 26. Геотермална вода (Бања Ждрело)

У Србији је веома изражен проблем недовољне енергетске ефикасности и нерационалног коришћења постојећих извора или бушотина које се налазе у експлоатацији. У термалним бањама се не посвећује скоро никаква пажња енергетској ефикасности и велике количине топле воде се испуштају као

²⁴ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/geothermalna-energija/>

²⁵ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/>

²⁶ Подаци преузети са сајта: <http://obnovljiviizvorienergije.rs/geothermalna-energija/>

некорисне, иако је из њих применом топлотних пумпи могуће извући довољно енергије за загревање простора или базена. Истовремено се простор греје помоћу угља, нафте или електричне енергије. Уколико би се извршила рационализација коришћења топлотне енергије из топлих извора у бањама, онда би из истих извора енергијом могли да се снабдевају и нови атрактивнији садржаји. Такође, будући корисници за сада запечаћених бушотина треба на време да се упознају са начинима рационалног коришћења максимума енергетског потенцијала чиме ће и финансијске анализе показати повољније резултате. Коришћење нискотемпературне геотермалне енергије помоћу топлотних пумпи за загревање и хлађење стамбеног и пословног простора постало је императив данас када се планира смањење енергетске зависности и смањење емисије угљендиоксида.

7.3 Енергија биомасе

Под енергијом биомасе подразумева се енергија добијена коришћењем чврстих, течних и гасовитих производа биомасе. Биомаса је биоразградиви део производа, остатака/нуса продукта и отпада од пољопривреде (укључујући и биљне и животињске материје), шумарске и дрвне индустрије, као и биоразградиви делови комуналног и индустријског отпада.

7.3.1 Методологија коришћења биомасе у системима централног грејања

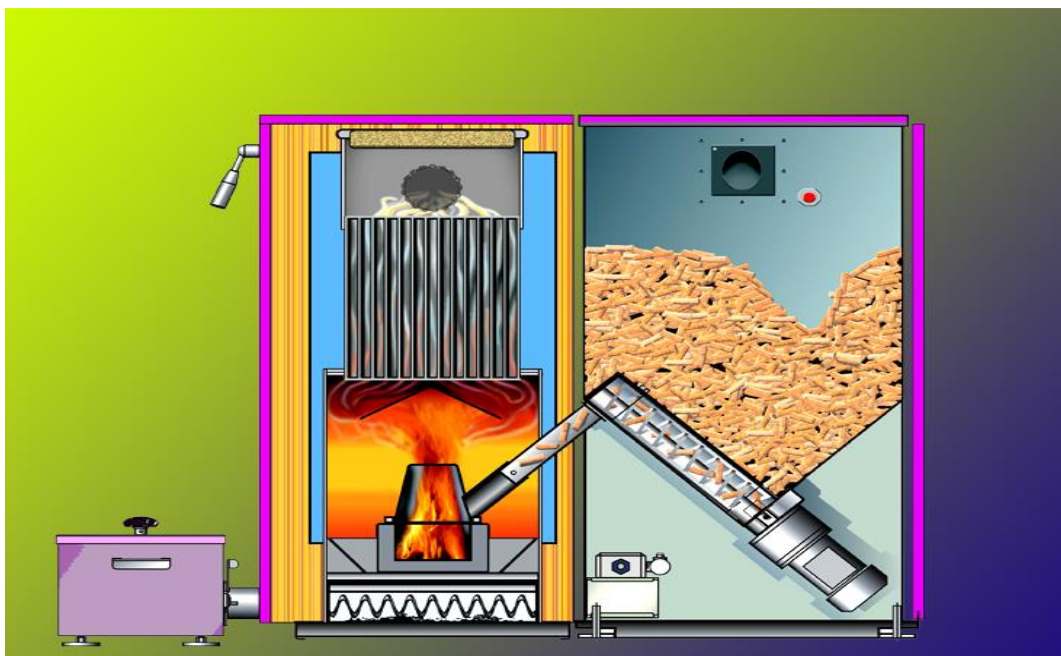
Биомаса се у постојењима која представљају саставне делове система централног грејања може користити у чврстом, течном или гасовитом стању. Течни или гасовити облик биомаса добија у постројењима у којима се чврста биомаса, стајско ђубриво или комунални отпад хемијски третирају. Такви третмани имају за последицу производњу биодизела (течно стање), или биогаса. Када се биомаса користи у чврстом стању, онда се она зависно од типа постројења може појавити као цепаница, љуска, пелет и брикет.

Чврста биомаса (дрво, кора, дрвени отпад, лишће, недрвне стабљике, слама, кукурузовина,...) се у системима централног грејања веома често користи у

уситњеном (чипс, грануле), или пак компактираном (пелети, брикети) стању ради олакшане и механизоване манипулације (сл. 27).



Слика 27. Биомаса (пелет)



Слика 28. Систем централног грејања који користи пелет као гориво

Биотечности настају хемијским процесима у посебним постројењима и појављују се као разна уља или алкохоли, а могу успешно да супституишу класична текућа горива, нарочито погодна за коришћење у постојећим моторима с унутарњим сагоревањем (биодизел, етанол).



Слика 29. Поље улане репице као најчешће сировине за производњу биодизела

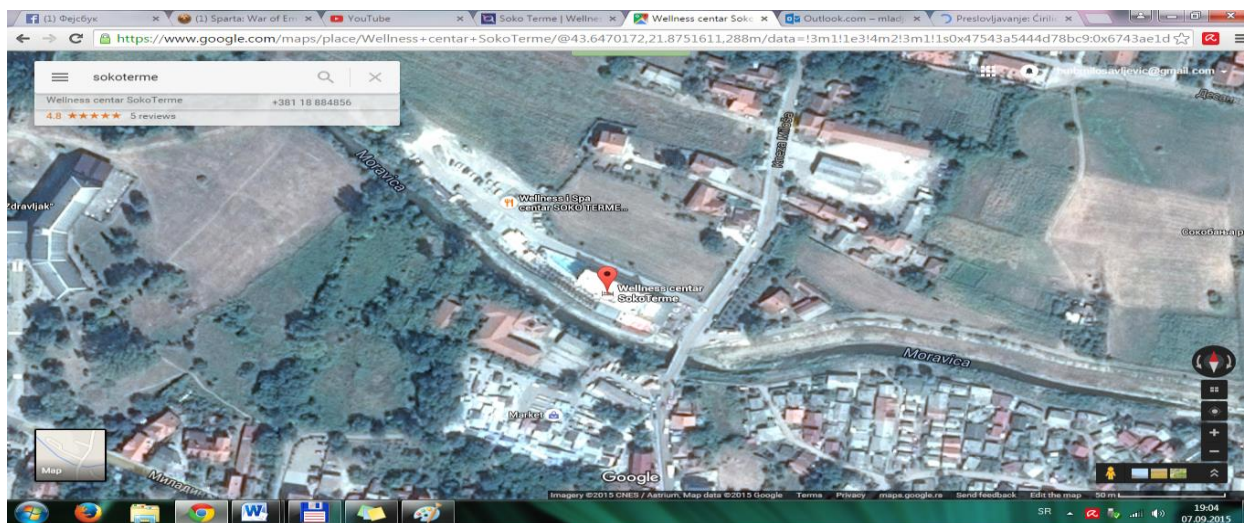
Биогас представља нуспродукт распадања органских супстанци, најчешће на депонијама смећа, великим ђубриштима на фармама (сл. 28) и сл., где се може сигурно и ефикасно сакупити.



Слика 31. Начин стварања био гаса

8. ПРИКАЗ КОРИШЋЕЊА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У СИСТЕМУ ЦЕНТРАЛНОГ ГРЕЈАЊА (ГЕОТЕРМАЛНЕ ВОДЕ)

Спортско рекреативни објекат изграђен на кп.бр.1725/3 КО Сокобања. Налази се између планина Ртањ и Озрен. Приликом истраживања почетком 20. Века откривена је термоминералне вода чија температура на површини воде износи око 40 Ц степени. Вода долази са дубине од 180 м где температура прелази 80 Ц степени. Пошто пролази кроз хладне слојеве земље на површини постиже и задржава константну температуру од 40 Ц и лети и зими. Проточност воде је око 72 м³ по часу. Објекат је пројектован у скелетном систему са носећом конструкцијом-рамовима од армираног бетона, армирано бетонским сеизмичким зидним платнима и армирано бетонским масивним и ферт²⁷ таваницама. Преградни зидови као и спољни су од преградног блока или шупље опеке.



Слика 32. Приказ положаја објекта

Термоизолација је пројектована у поду приземља слојем Стиродура $d=4\text{cm}$, и у таваници и подовима приземља стиродуром $d=4\text{ cm}$. Ради уградње подног грејања, на тавану изнад другог спрата слојем Тервола $d=8\text{ cm}$, и на фасади стиротерм фасадом дебљине 10 cm.

²⁷ Ферт носачи се користе за израду лако монтажних таваница међуспратних конструкција. Ферт носачи - гредице су носећи елементи тако да морају задовољити одређене статичке услове.



Слика 33. Изглед објекта

У објекту су предвиђене машинске инсталације централног грејања са прикључком на измењиваче топлоте а као извор топлоте користе термалну воду из термалних извора.

Као начин грејања објекта, на захтев инвеститора, усвојен је и прорачунат цевни систем подног грејања. За прорачун се користи софтвер ИНТЕГРА.

Као извор топлоте на примарној страни подстанице користи се геотермални извор топле воде коју цевним системом проводи кроз измењивач, који иначе ради као и измењивачи у класичним подстаницама. Воду која пролази кроз измењивач, се враћа у бушотину. Вода је температуре између 36-38 °C.

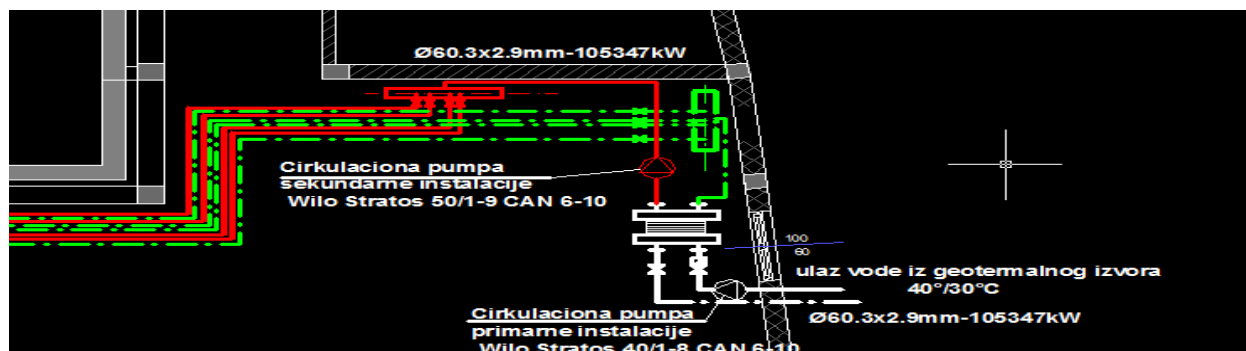
Секундарна страна, односно цевни систем унутрашњег развода пројектован је кроз подрумски део одакле се напајају секундарни разделници за подно грејање.

Цевна мрежа подног грејања је урађена је од квалитетних РЕХАУ АЛ-пласт цеви. Цевни развод је урађен од цеви високопритисног умреженог полиетилена. Погодне су за пренос хладне и топле воде, питке воде, гас и користе се за подно и радијаторско грејање, санитарне разводе, климе, индустријске разводе ваздуха и хемикалија, хладење.

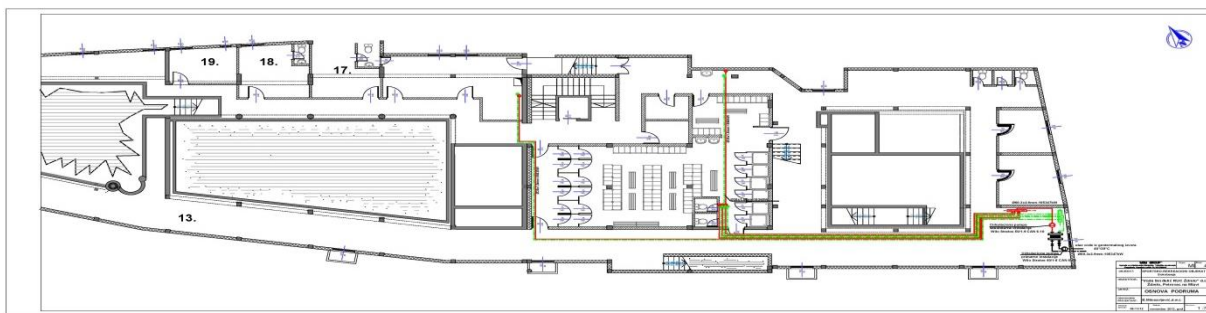
Обзиром да се грејање врши преко измењивача, због неминовног обарања температуре грејне воде између примарне и секундарне стране систем за грејање се активира пре званичног почетка сезоне и ради непрекидно тако да се у једном моменту изједначи температура на примарној страни са температуром воде на секундарној страни (обзиром да је то

нискотемпературни систем грејања). Уграђен је плочасти измењивач са растављивим плочама одговарајуће снаге. Пумпе које су уграђене су са фреквентном регулацијом, како би се у одређеним случајевима када се постигне одговарајућа температура у простору као одзив јавило смањење броја обртаја и њихово заустављање.

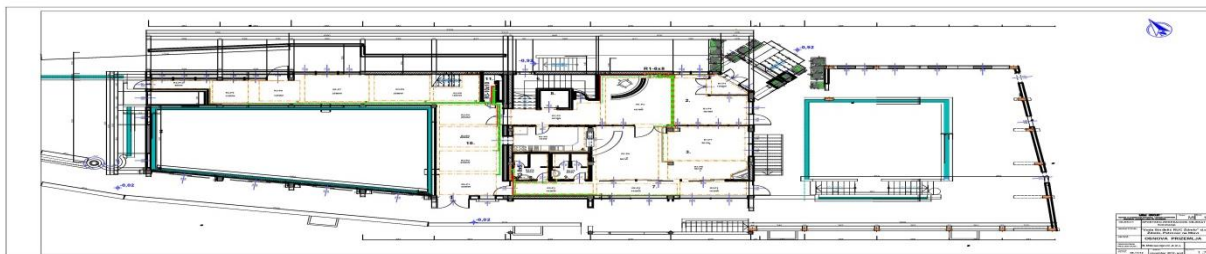
На следеће 4 слике приказан је начин на који је разведена мрежа подног грејања као и приказ циркулационе пумпе и измењивача.



Слика 34. Приказ циркулационе пумпе и измењивача



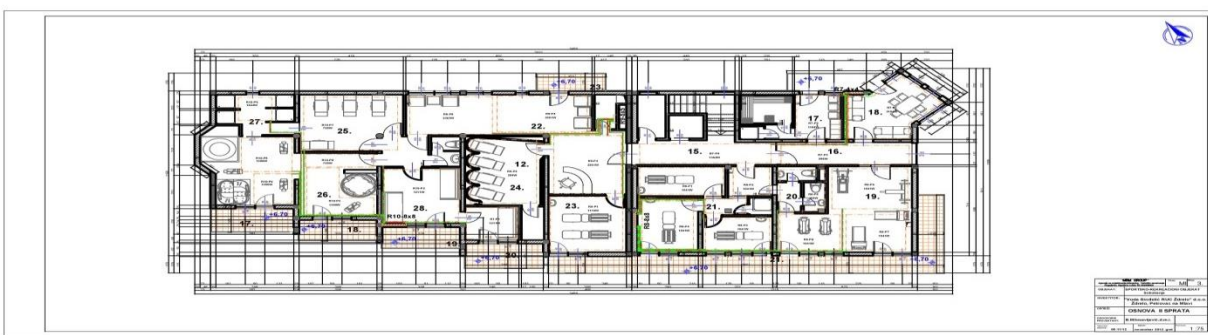
Слика 35. Начин на који је мрежа разведена у подруму



Слика 36. Подно грејање на приземљу



Слика 37. Подно грејање на првом спрату



Слика 38. Подно грејање на првом спрат

9. ЗАКЉУЧАК

Системи централног грејања, као што је напред наведено, деле на етажна и даљинска грејања.

Етажно грејање користе, углавном, мањи објекти, као што су куће или мање зграде које као енергент користе гас или биомасу, који се сагоревају у котлу, грејући воду за грејна тела у објекту.

Даљинским грејањем се загревају већи објекти и такве системе грејања уобичајено контролише, одржава и снабдева топлотном енергијом градска топлана преко топловодне мреже, тј. мреже цеви којима се проводи топла вода од централних извора топлоте до топлотних подстаника корисника грејања.

Такође смо, током израде овог рада, утврдили да квалитет грејања одређује његова економичност, функционалност, безбедност и ново комфора који пружа корисницима. Приказали смо и могућности примене мини когенерационих јединица у системима грејања и уочили да се оне, у нашим условима, најлакше може остварити путем сагоревања гаса или биомасе, при чему би се у току таквих когенерационих произвођача топлота и електрична енергија за сваки конкретан објекат.

При одабиру грејног тела за неку просторију, у обзир смо узимали топлотне губитке за сваки дати простор. У раду је, на конкретним примерима, скренута пажња да су највећи губици кроз отворе (врата, прозори), као и кроз подове, таванице и зидове. Сви ти губици се могу смањити уградњом изолације, а кроз прозоре различитих видова термо стакала.

Један од битнијих делова овог завршног рада јесте, свакако, део који се односи на обновљиве изворе енергије, а то су енергија ветра, енергија воде, геотермална енергија, соларна енергија и енергија биомасе. Утврдили смо да у Србији има могућности да се користи биомаса, енергија ветра, соларна енергија, као и енергија геотермалних извора, и да је њихово коришћење до сада испод просека у ЕУ.

Главни део овог рада представљао је проналажење примера добре праксе за грејање објектата који би користили топлу воду из геотермалног извора. Такав објекат је „пронађен“ у Сокобањи, на десној обали реке Моравице, одмах иза моста са прилазом са улице Кнеза Милоша, а познат је као Спортско рекреативни центар лоциран на кп.бр.1725/3 КО. Карактеристика овог објекта што се топла геотермална вода уз помоћ пумпе доводи до измењивача топлоте у објект и користи за грејање базена и осталих просторија у том спортском центру.

Након свега реченог, видљиво је да Србија поседује знатне могућности за коришћење обновљивих извора енергије као подршку постојећим „класичним“ системима грејања. Али због својих тренутно плитких економских капацитета, она није у могућности, ни довољно организацијски припремљена, да пружи квалитетну и правовремену помоћ ентузијастима који настоје да обновљиве изворе ставе у функцију замене необновљивих – обновљивим изворима енергије.

Такође, на овом месту није неважно констатовати, да се будућност грејања у Србији, како етажног, тако и даљинског, мора „наслонити“ на симбиотско садејство класичних и обновљивих извора енергије.

10. ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.esco.rs/kogeneracija.html>
2. <http://innovativeenergysolutions.rs/izvori-energije/toplotna-pumpa-klima-star>
3. <http://obnovljiviizvorienergije.rs/>
4. <http://www.eevrbas.org/korisni-saveti/toplotna-za%C5%A1tita-objekta>
5. <http://www.efikasnost.com/2011/02/25/zamena-prozora/>
6. <http://tehnosol.si/kako-deluje-kogeneracija-na-lesno-biomaso>
7. http://www.ingkomora.org.rs/strucniispiti/download/ee/TP9.2_DaljinskoSna bdevanjeToplotomIPripremaSTV.pdf
8. <http://www.energetika-kragujevac.com/>
9. <http://aliquantum.rs/wp-content/uploads/2011/11/03-Sistemi-centralnog-grejanja.pdf>
10. <http://www.zemeljski-plin.si/kogeneracija/>
11. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Kogeneracija>
12. <http://www.kogeneracija.rs/>
13. <http://www.ats.rs/sites/default/files/download/Pravilnikoenergetskojefikasnostizgrade612011.pdf>
14. <http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/l/f/lf-biobrennstoffe-srb-web-20150318.pdf>
15. Милун Бабић, Небојша Лукић, Душан Гордић: Енергија и животна средина, 2008.;
16. Милан Деспотовић, Милун Бабић: Енергија Биомасе, монографија, Машински факултет, Крагујевац, 2007.;
17. Небојша Лукић, Милун Бабић: Соларна енергија, монографија, Машински факултет,