

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Урбано инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Предмет: Енерго-еколошки менаџмент

Број индекса: 902/2013

Никола И. Лукић

Енергетска анализа породичне куће

дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Проф. др Душан Гордић – ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране:

Оцена: _____

Садржај

1.	Уводне напомене и опште дефиниције	4
2.	Потрошња енергије у стамбеним зградама.....	7
2.1.	Потрошња енергије у стамбеним зградама у Србији и ЕУ	7
2.2.	Енергетски биланс топлотне енергије стамбене зграде.....	12
2.3.	Енергетски ефикасне зграде	14
2.4.	Енергетски пасош	17
3.	Енергетски биланс изабране породичне куће	20
3.1.	Општи подаци о објекту	20
3.2.	Карактеристике омотача	22
3.2.1.	Основа	23
3.2.2.	Фасадни зидови	23
3.2.3.	Таваница.....	25
3.2.4.	Прозори и врата.....	25
3.3.	Потрошња енергената у породичној кући.....	26
3.3.1.	Електрична енергија.....	26
3.3.2.	Топлотна енергија	29
3.3.3.	Вода	32
3.3.4.	Анализа годишњих трошкова за енергенте	33
3.4.	Енергетски разред.....	34
4.	Мере за побољшање енергетске ефикасности анализиране породичне куће	37
4.1.	Предлог мера за смањење потрошње топлотне енергије	37
4.1.1.	Случај 1: уградња термоизолационог слоја дебљине 5 cm	37
4.1.2.	Случај 2: уградња термоизолационог слоја дебљине 10 cm	39
4.1.3.	Случај 3: уградња термоизолационог слоја дебљине 10 cm и замена улазних врата и прозора	41
4.2.	Економско поређење мера за смањење потрошње топлотне енергије.....	44
5.	Предлог мера за уштеду електричне енергије.....	46
5.1.	Мере уштеде и утицај расвете на животни простор	47
6.	Ефикасно коришћење воде у домаћинствима	49
7.	Закључак.....	50
8.	Литература	51

Abstract: Within this diploma thesis, the energy auditing of an existing residential house, built in 1965, was made. Energy balance is related to the consumption of thermal energy, electricity and water. After the initial definition of energy and energy efficiency, review on energy consumption in buildings is given in the second part of the thesis. Third part of the thesis refers to energy analysis of the chosen object – family house. According to the analysis, the house is classified as an energy inefficient object, which led to recommendations for energy efficiency improvement. Special focus was put on increasing energy efficiency of the building envelope of the house. Object with low energy grade “F”, without thermal isolation on exterior walls of the house, is analysed in three cases with energy efficiency improvement goal. Analyses have shown significant improvement and fulfilment of regulative “standards” which require that objects under renovation must improve their energy grade to at least one higher level.

Keywords: family house, energy efficiency, energy auditing, thermal insulation.

Резиме: У оквиру ове дипломске тезе направљена је енергетска ревизија постојеће стамбене куће изграђене 1965. године. Енергетски биланс односи се на потрошњу топлотне енергије, електричне енергије и воде. Након уводних дефиниција о енергији и енергетској ефикасности, у другом делу рада дат је осврт на потрошњу енергије у зградама. Трећи део рада односи се на енергетску анализу изабраног објекта – породичне куће. Анализом је објекат сврстан у класу енергетски неефикасних објеката, што је довело до предлагања мера за унапређење његове енергетске ефикасности. Посебан акценат је дат на побољшање енергетске ефикасности грађевинског омотача куће. Објекат ниског енергетског разреда “F” без термоизолације на фасадним зидовима анализиран је кроз три случаја, са циљем унапређења енергетске ефикасности. Анализе су показале осетни помак који је задовољио регулативна “правила”, према којима објекти подвргнути реновирању морају унапредити енергетски разред за бар један ниво.

Кључне речи: породична кућа, енергетска ефикасност, енергетска ревизија, термоизолација.

1. Уводне напомене и опште дефиниције

У данашње време, људи често узимају енергију “здроаво за готово”. Иако тачно не умеју да дефинишу шта је енергија, знају да је користе. И заиста, у историји људске цивилизације није било друштва које је енергетски зависно као што је ово данашње. Могу да се узму у обзир бројна опрема, алати и уређаји који захтевају електричну енергију да би функционисали, а без којих би живот “модерног” човека био незамислив: лампе, машине за прање веша, телевизори, рачунари, радио апарати, итд. Људски животи и њихов радни простор били би другачији да нема електричне енергије. Данашње високо-технолошко друштво засновано на рачунарским и другим модерним технологијама би било у колапсу, продуктивност рада би значајно опала и бруто национални доходак би био значајно редукован. Слично би се десило са животима људи, ако би престало снабдевање нафтом и њеним дериватима. Без енергије, производња хране и воде, транспорт, одевање, становање и комуникација не би били могући у савременом свету. А број људи на нашој планети се непрекидно повећава.

У физичком смислу, енергија је способност физичког система да врши рад. Закон одржања енергије представља емпиријски физички закон, према коме укупна количина енергије остаје константна током времена у изолованом систему [1], [2], [3].

Енергија се може појавити у неколико облика:

- механичка (кинетичка и потенцијална),
- хемијска енергија,
- електрична енергија,
- топлотна енергија,
- нуклеарна енергија итд.

Према степену трансформације, енергија се може јавити у неколико облика:

- примарна енергија,
- секундарна енергија,
- финална енергија и
- корисна енергију.

Шема трансформације примарне у финалну и корисну енергију приказана је на слици 1.

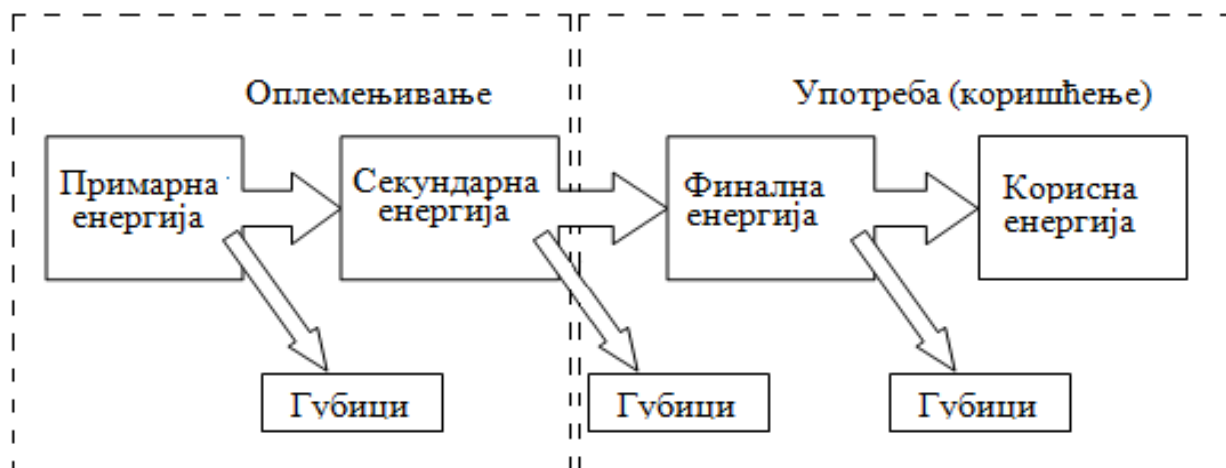
Облици енергије добијени после примарне прераде искоришћених енергетских резерви, који се могу непосредно користити или се могу користити у постројењима за конверзију у секундарне/финалне облике енергије називају се *примарна енергија*. То су практично сви облици енергије који се директно узимају из природе. Примарни облици енергије могу бити:

- необновљиви извори енергије (фосилна енергија (камени и мрки угаљ, сирова нафта, природни гас), нуклеарна енергија (уран и торијум)) и
- обновљиви извори енергије (соларна енергија, енергија ветра, енергија плиме и осеке, енергија таласа, итд).

Велики део примарних облика енергије се не може непосредно користити, већ се мора претходно трансформисати у секундарни облик. *Секундарна енергија* се добија из примарне енергије услед низа процеса трансформација, којима се мења физички и хемијски облик енергије. Трансформације енергије су неопходне како би енергија могла да се користи, јер енергија у форми добијеној из природе не може директно да се користи. Тако се нпр. од угља добија кокс, а од сирове нафте бензин и дизел гориво. Најбољи секундарни извор је електрична енергија, која је једноставна за транспорт и економична за кориснике [4].

Финална енергија представља све облике енергије које корисници користе за обављање жељених активности. То су електрична енергија, топлотна енергија, енергенти - фосилна чврста, течна и гасовита горива, који се користе у секторима потрошње: индустрија, саобраћај, домаћинства, јавне и комерцијалне делатности, пољопривреда.

Корисна енергија је крајњем кориснику на располагању у њему најповољнијем облику (светло, рад, топлота, итд.).



Слика 1. Шема трансформације примарне у финалну енергију [5].

При процесима добијања, прераде (производње), складиштења и преноса примарних и секундарних извора енергије јављају се губици који утичу на ефикасност поменутих енергетских трансформација [3].

Енергетска ефикасност означава скуп термина којима се описује квалитет коришћења енергије. Побољшање енергетске ефикасности значи избегавање (смањење) губитака енергије без нарушавања комфора, стандарда живота или економске активности и може се реализовати како у области производње тако и потрошње енергије. Једноставније, побољшање енергетске ефикасност значи: употреба мање количине енергије (енергената) за обављање истог посла или функције (грејање или хлађење простора, расвете, производње разних производа, погон возила и слично). Енергетска ефикасност се не сме посматрати као штедња енергије. Штедња енергије подразумева одређена одрицања, док ефикасна употреба енергије никада не нарушава услове неопходне за живот и рад [6].

Ефикасном употребом енергије и њеним рационалним коришћењем, биће неопходно издвојити знатно мање новчаних средстава, него када је коришћење енергије нерационално. Смањење потрошње енергије услед њене ефикасније употребе, доводи до новчане, односно финансијске уштеде - повећања економске ефикасности енергетског субјекта.

Енергетика представља са једне стране незаобилазну егзистенцијалну потребу, а са друге стране великог загађивача животне средине. Енергетика се мора стално развијати, мора омогућавати одржавање стабилног економског раста. Глобално посматрано, уз значајно смањење негативног утицаја енергетских делатности на животну средину енергетика мора значајно доприносити свеукупном одрживом развоју кроз усвајање и стриктну имплементацију концепта одрживе енергетике. Ма колико ресурси фосилних горива били велики, они су исцрпиви јер је брзина коришћења већа од брзине њиховог настајања. Са садашњим нивоом потрошње, резерве угља ће бити исцрпљене за 200-300 година, нафте за 30-50 година, природног гаса за 50 година.

Финални облици енергије се у највећој мери производе из фосилних горива: угља, природног гаса, нафте и нафтних деривата. Коришћењем фосилних горива, загађује се животна средина:

- локални утицаји (бука, чврсте честице, отпадна топлота),
- регионални утицаји (киселе кише због настанка сумпор диоксида - SO_2 , азотних оксида - NO_x , честица угљен диоксида - CO_2 , чврстих честица – прекогранично загађење) и
- глобални утицаји – ефекат глобалног загревања (стаклене баште) због емисије угљен-диоксида (CO_2).

Енергија се увек производи са циљем да задовољи потребе корисника. Непажљива и неефикасна потрошња доводи до повећане производње енергије, а самим тим долази до непотребно великог утицаја на животну средину. Ефикасна употреба енергије утиче на смањење потрошње, што доводи до смањења њене производње. Ефикасном употребом енергије смањује се и загађење животне средине и доприноси се смањењу глобалних утицаја.

2. Потрошња енергије у стамбеним зградама

У зградама, домаћинствима и личној употреби користи се доста уређаја који обављају трансформацију енергије. Неки од поменутих уређаја су:

- огревни котлови/бојлери – енергију из горива (природни гас, лож уље, угаљ, дрвна биомаса) претварају у топлотну енергију,
- мотори са унутрашњим сагоревањем – енергија из горива се претвара у кинетичку енергију,
- сунчеви топлотни колектори – електромагнетно зрачење Сунца претвара се у топлотну енергију,
- фотонапонски панели – електромагнетно зрачење Сунца директно се претвара у електричну енергију [6].

2.1. Потрошња енергије у стамбеним зградама у Србији и ЕУ

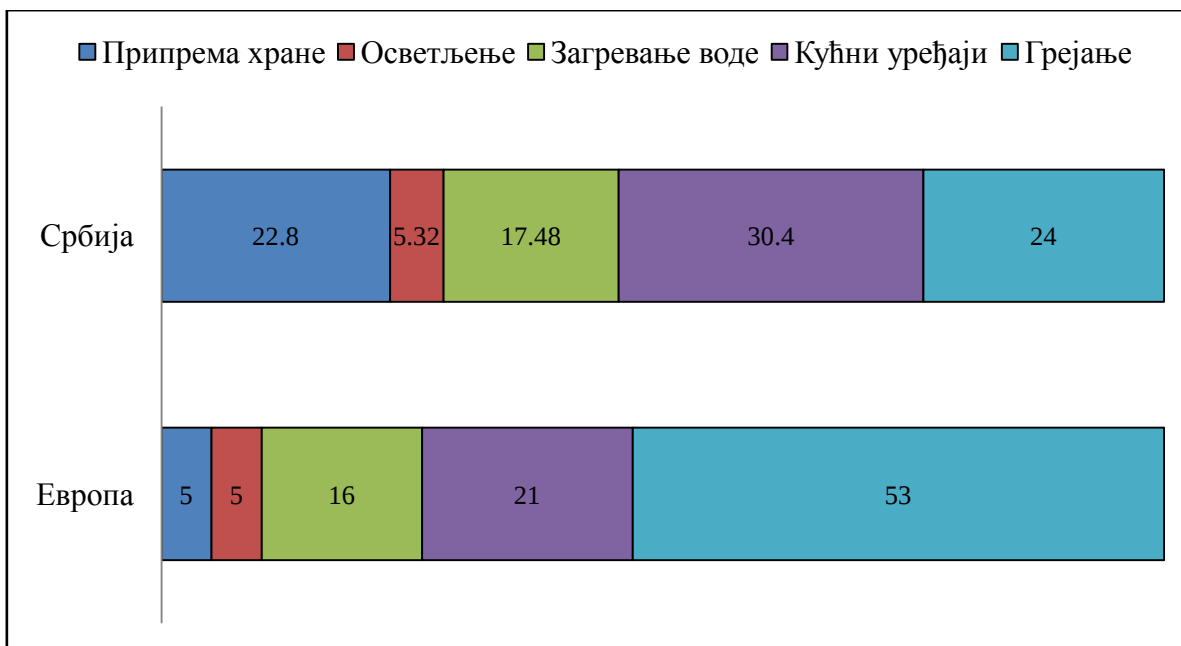
Облици енергије који се најчешће користе у домаћинствима су:

- топлотна енергија, најчешће добијена сагоревањем фосилних горива (ређе коришћењем обновљивих извора енергије),
- електрична енергија, која се користи за погон електричних апарата, уређаја, осветлу, па и за добијање топлотне енергије и енергије за хлађење и
- вода¹.

Износи енергије који се троше у стамбеним зградама значајно варирају у зависности од климатских фактора (одређени локацијом на којој се зграда налази), културолошких разлика и навика корисника, трошкова енергије и енергената, платежне моћи корисника зграде итд.

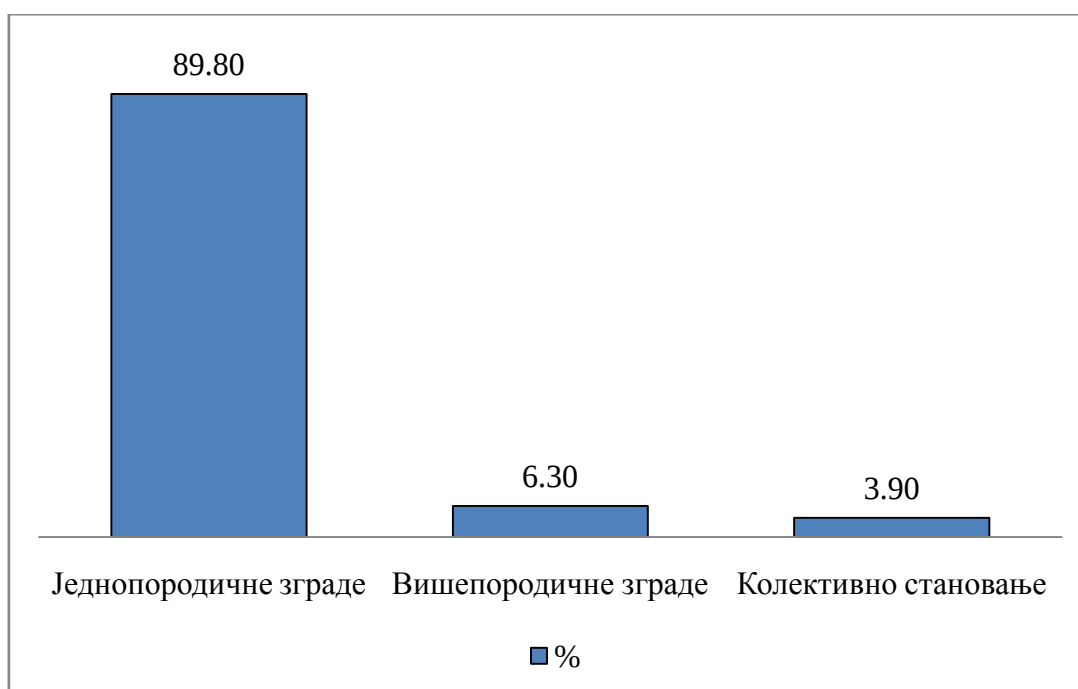
Према систематизованим подацима, у домаћинствима у Европи се у просеку на грејање се потроши 53% од укупне енергије, за кућне апарате троши се 21%, за загревање воде 16%, за припрему хране 5% и за осветљење 5%. У Србији се на грејање потроши 24%, док се за кућне апарате троши 30,40%, за загревање воде 17,48%, за припрему хране 22,80% и за осветљење 5,32% [5]. Разлике у потрошњи финалне енергије приказане су на слици 2.

¹Иако вода није енергент, често се у анализама повећања енергетске ефикасности узима и потрошња воде, јер се адекватним мерама врло лако може смањити њена потрошња и трошкови коришћења воде у домаћинству.



Слика 2. Разлика потрошње финалне енергије у Европи и у Србији [5].

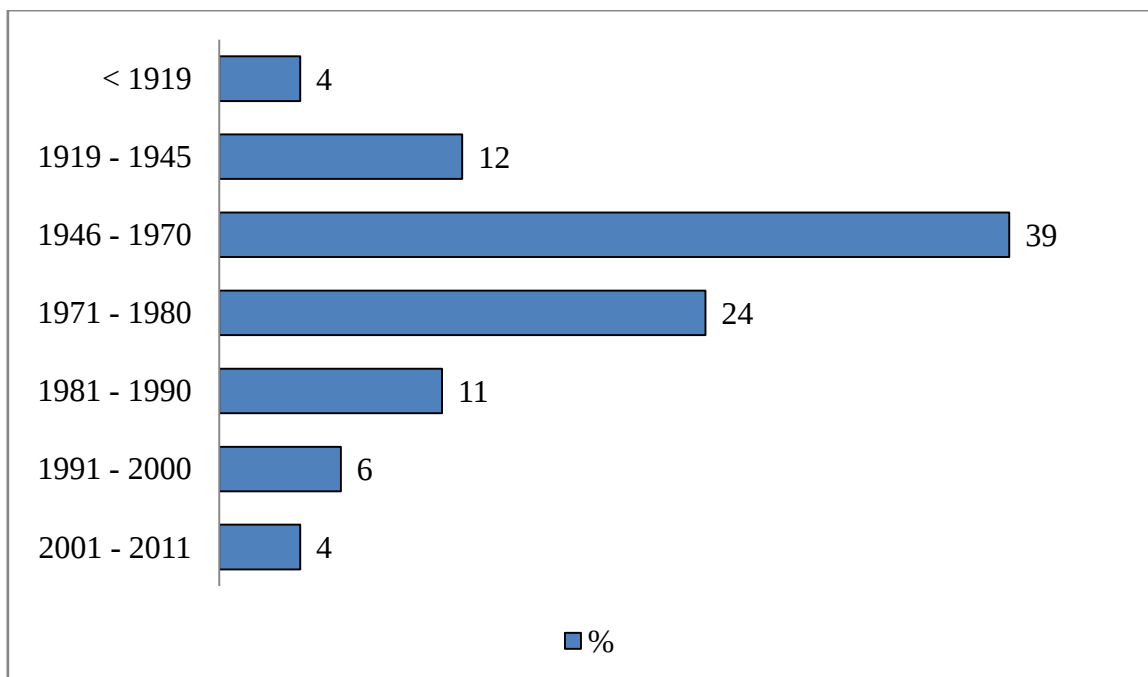
На слици 3. приказана је структура стамбеног грађевинског фонда у Србији. Подаци су приказани у оквиру публикације “Атлас породичних кућа Србије” [7].



Слика 3. Структура стамбеног грађевинског фонда у Србији [7].

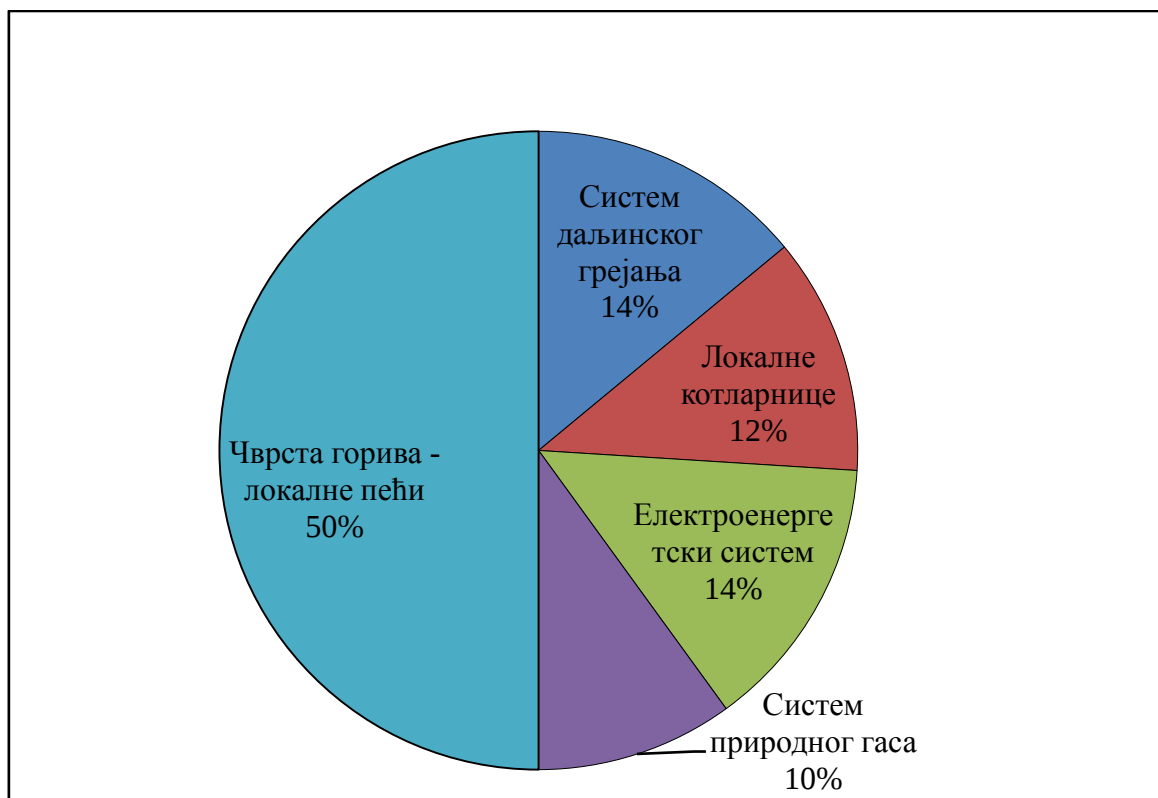
На основу података са слике 3. евидентан је податак да је колективно становање заступљено са 3,90%, вишепородичне зграде учествују са 6,30%, док једнопородичне зграде учествују са највећим уделом од 89,80%.

На територији Србије најинтензивније доба грађења је везано за период послератне обнове, односно за период од 1946. до 1970. године. Структура стамбених објеката према периоду изградње приказана је на следећем графику (слика 4).



Слика 4. Период изградње објеката у Србији [7].

На слици 5. приказан је начин загревања зграда у Србији [8]. Највећа површина стамбених зграда у Републици Србији (чак 50%) загрева се коришћењем чврстих горива у локалним пећима (угаљ, огревно дрво, биомаса из пољопривреде, итд.), 14% из електроенергетског система, док само 26% се загрева централним грејањем (из локалних котларница или система даљинског грејања),



Слика 5. Начин загревања зграда у Србији [8].

Средња специфична потрошња енергије за грејање стамбених објеката у Републици Србији износи:

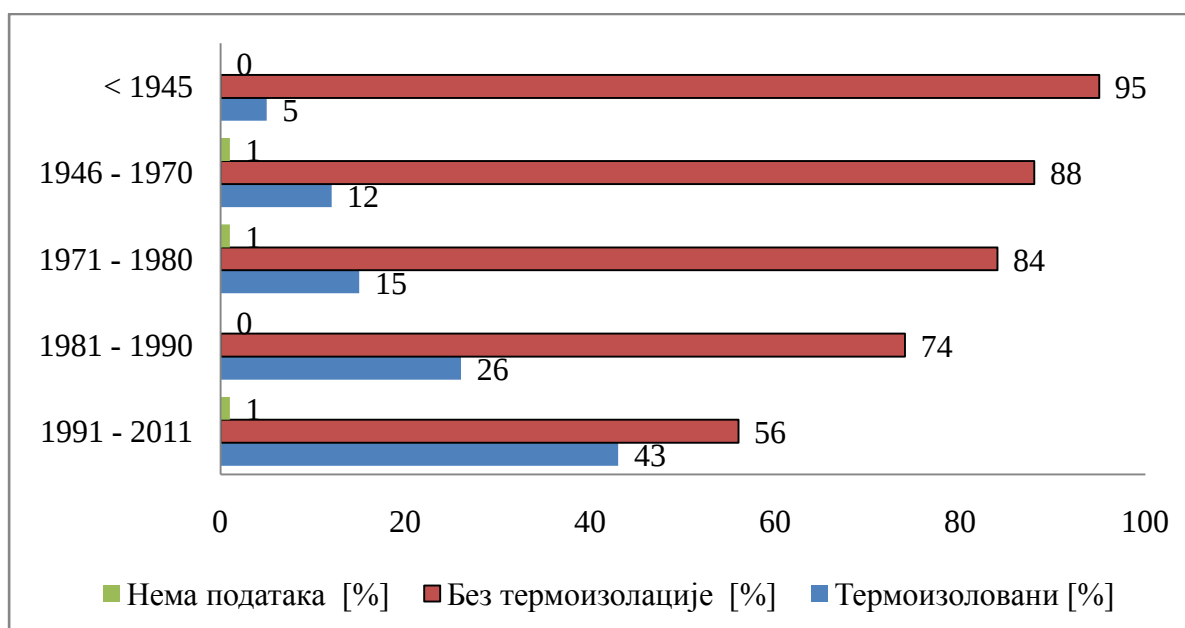
- 171 kWh/m² – систем даљинског грејања и локалних котларница,
- 130 kWh/m² – електрична енергија,
- 230 kWh/m² – природни гас,
- 57 kWh/m² – чврста горива у локалним пећима [9].

Просечна потрошња финалне енергије која се користи у топлотне сврхе, у стамбеним зградама у државама Европске уније износи 138 kWh/m² [9].

Енергетска ефикасност стамбених зграда у Србији је знатно нижа у односу на ефикасност стамбених зграда у европским земљама. Као потврда наведеног могу да послуже и следећи подаци, који се односе на земље са знатно хладнијом климом:

- у Данској, специфична потрошња енергије за грејање износи:
 - 95 kWh/m² - у зградама које су прикључене на системе даљинског грејања,
 - 131 kWh/m² - у зградама које користе лож уље,
 - 106 kWh/m² - у зградама које користе природни гас,
- у Пољској, у зградама грађеним по новим прописима, специфична потрошња износи од 90 kWh/m² до 120 kWh/m²,
- у Шведским постојећим зградама сезонска потрошња износи 120 kWh/m², док у најновијим зградама не прелази од 60 kWh/m² до 80 kWh/m² [9].

Уз доминантно неефикасне изворе топлотне енергије, главни узрок енергетске неефикасности зграда у Србији по питању потрошње топлотне енергије, је недовољна топлотна изолација грађевинских објеката. Укупно свега 16% стамбених објеката има термоизолацију, за 1% објеката нема података, док чак 83% постојећих стамбених објеката нема термоизолацију. Примена термоизолације на стамбеним грађевинским објектима у односу на период изградње приказана је на слици 6 [7].



Слика 6. Примена термоизолације на стамбеним грађевинским објектима [7].

Од укупне потрошње електричне енергије у зградама у Србији, 24% се у домаћинствима троши за грејање објекта. Преостала електрична енергија у домаћинствима (10.500 GWh) користи се за:

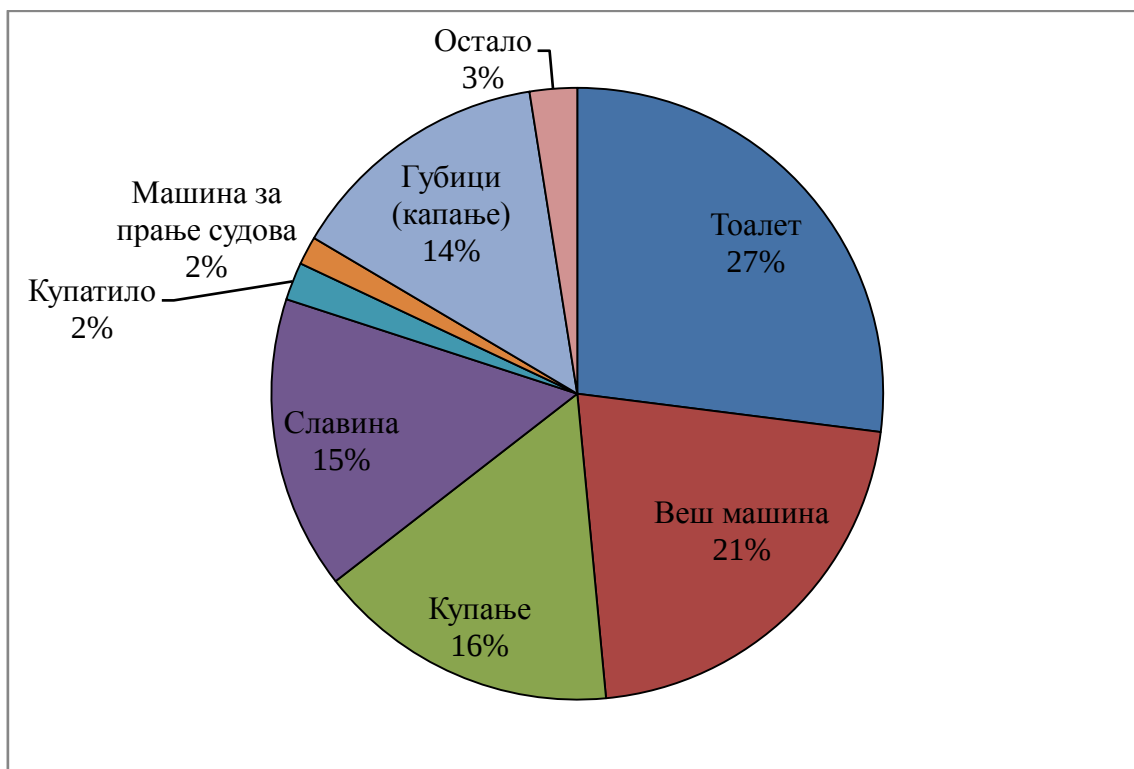
- осветљење 7% (735 GWh),
- акумулационе бојлере 23% (2.145 GWh),
- шпорете 30% (3.150 GWh),
- машине за прање веша и судова 8,5% (893 GWh),
- фрижидере и замрзиваче 25% (2.625 GWh) и
- за остале потребе 6,5% (952 GWh) [9].

Просечна дневна потрошња воде у Србији по становнику износи око 350 литара, од чега је на градском подручју 400 литара, а на сеоском око 250 литара [10].

Најчешће потребе за водом у просечном домаћинству јављају се у:

- кухињи (кување, спремање хране и прање судова),
- купатилу (лична хигијена, туширање, умивање),
- вешерници (прање одевних предмета) и као
- вода за пиће [2].

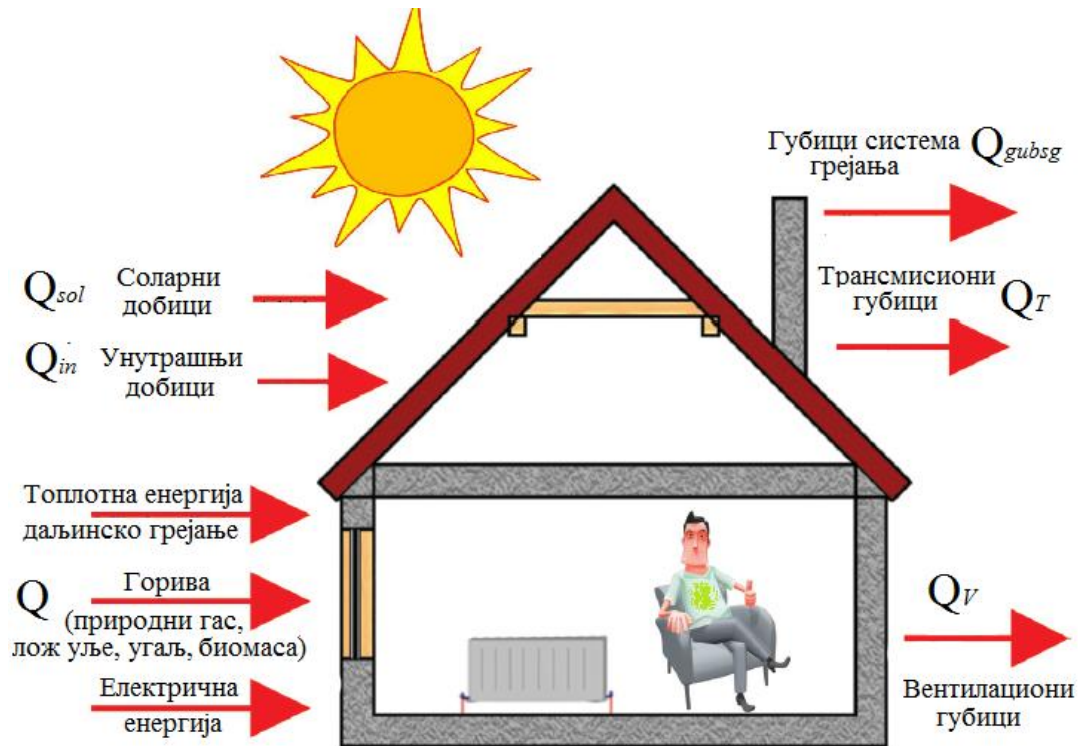
Процентуална потрошња воде у домаћинствима у Србији у току једног дана, приказана је графички на слици 7.



Слика 7. Дневна потрошња воде у просечном домаћинству у Србији [10].

2.2. Енергетски биланс топлотне енергије стамбене зграде

Енергетско билансирање зграде може се дефинисати као прорачун свих енергетских добитака и енергетских губитака у згради. За ту намену потребно је систематски пратити токове енергетског биланса топлотне енергије стамбене зграде (слика 8.).



Слика 8. Енергетски биланс топлотне енергије стамбене зграде [2].

У зимским условима за једну типичну зграду важи једнакост:

$$Q + Q_{in} + Q_{sol} = Q_T + Q_V + Q_{gubsg} \quad (1)$$

У једначини 1. приказана је једнакост из које се може закључити да су енергетски добици једнаки енергетским губицима. Другачије речено, збир енергије система грејања, унутрашњих топлотних добитака и соларних топлотних добитака, једнак је збиру трансмисионих, вентилационих и губитака система грејања.

Енергија коју систем грејања треба да испоручи згради (Q) како би се обезбедила потребна и довољна температура у згради једнака је:

$$Q = Q_T + Q_V + Q_{gubsg} - Q_{in} - Q_{sol} \quad (2)$$

Сви чланови једначине 2. су променљиви и зависе од много фактора, а најзначајнији фактор је спољна температура.

Унутрашњи добици (Q_{in}) су добици који настају у самој згради, услед утицаја људи који бораве у просторији и од електричних уређаја (кухињски апарати, рачунар...). Ови добици нису директно повезани са системом грејања. Другачије се називају и интерни добици и рачунају се као збир добитака који настају боравком људи (Q_p) и добитака од електричних уређаја (Q_e):

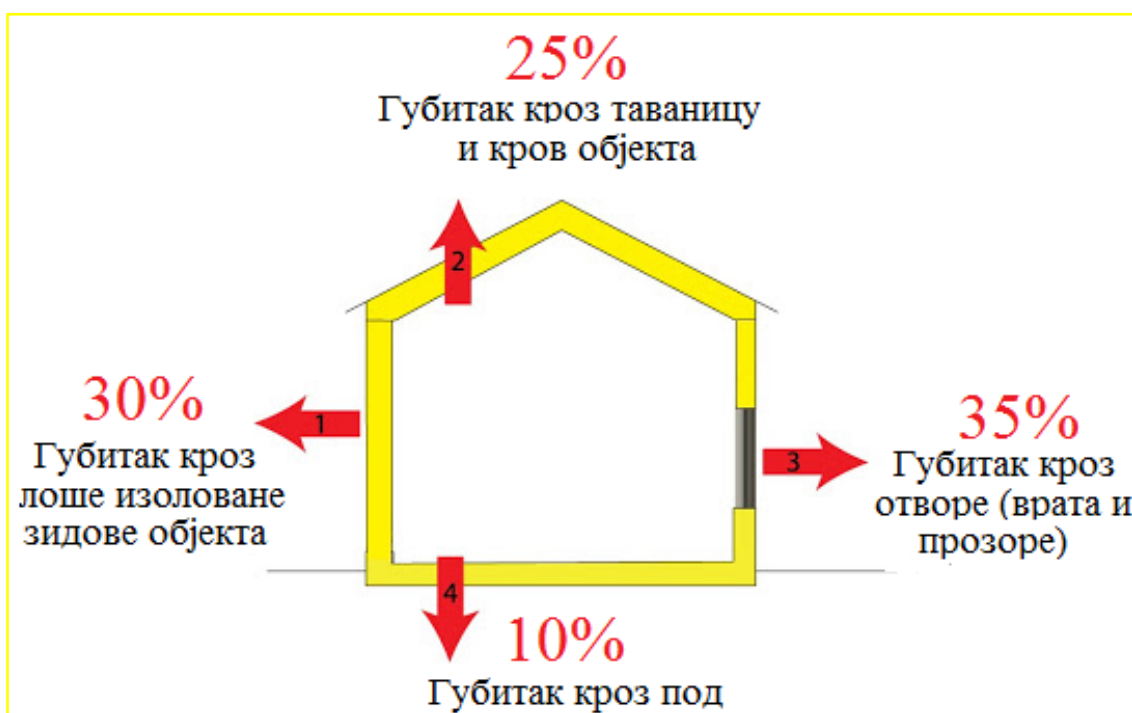
$$Q_{in} = Q_p + Q_e \quad (3)$$

Соларни добици (Q_{sol}) су добици који настају услед утицаја сунчевог зрачења и могу имати значајну вредност.

Трансмисиони губици топлоте (Q_T) настају пролазом (трансмисијом) топлотне енергије кроз омотач зграде. Трансмисиони губици зависе од конструкционих материјала од којих је зграда изграђена (армирани бетон, цигла, блок, итд.), дебљине топлотне изолације зидова, термичких карактеристика прозора и врата, таванице и других елемената који могу сачињавати омотач зграде.

Вентилациони губици (Q_v) одређују се на основу броја измена ваздуха у просторији, што зависи од намене зграде [5].

Оријентационе вредности губитака енергије приказане су на једноставном моделу неефикасне зграде (слика 9.). Губици представљају могућност за уштеду енергије, уз спровођење мера за повећање енергетске ефикасности [11].



Слика 9. Оријентационе вредности трансмисионих и вентилационих губитака [11].

Енергетски биланс зграде је основни показатељ задатка енергетске ефикасности у зградарству који се односи на смањење потребне енергије за грејање уз постизање повољних услова термичке угодности у просторијама зграде, при свим променљивим параметрима. Процес који води ка повећању енергетске ефикасности састоји се од:

- смањивања свих топлотних губитака и
- рационализације енергетске инфраструктуре зграде (регулациони системи).

У зимском периоду, када је спољна температура ваздуха нижа од температуре која је погодна у просторијама зграде, долази до одавања топлоте просторије кроз омотач зграде. Топлота која је изгубљена надокнађује се грејним системом. Нижи коефицијенти пролаза топлоте кроз омотач зграде, обезбеђују мање ангажовање система грејања, услед смањених губитака топлоте.

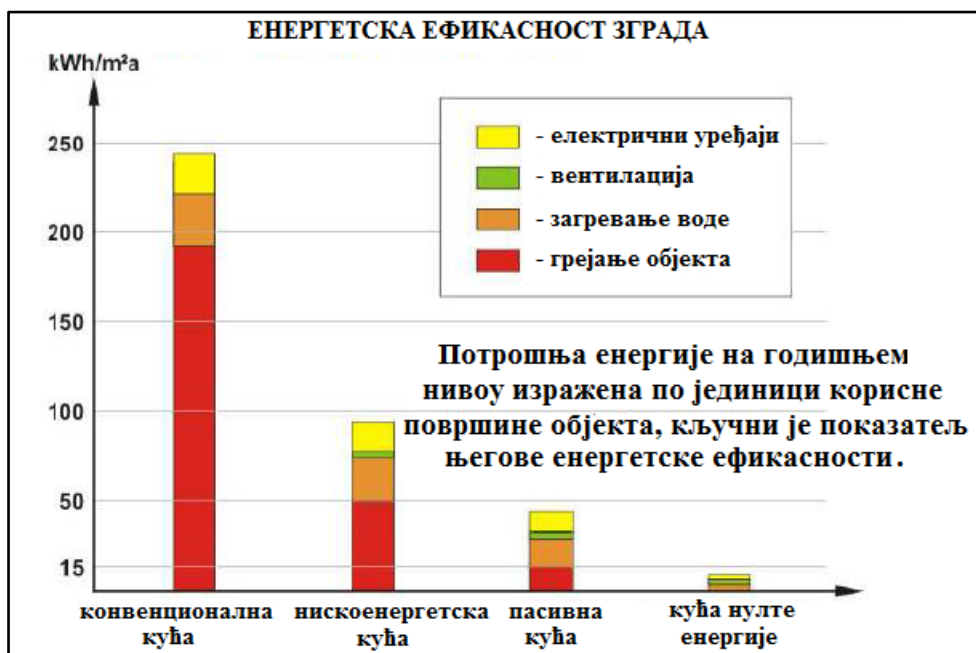
У летњим условима, када су спољне температуре веће од жељених температура у просторијама зграде, може се одредити снага расхладног система или система климатизације. Без обзира на годишње доба и спољашње услове, енергетска инфраструктура треба да обезбеди повољне термичке услове у просторији.

2.3. Енергетски ефикасне зграде

Постоји пет главних типова енергетски ефикасних зграда:

- нискоенергетске куће,
- пасивне куће,
- куће нулте енергије,
- аутономне куће,
- куће са вишком енергије [5].

На слици 10. дато је графичко поређење потрошње енергије у различитим типовима зграда.



Слика 10. Графичко поређење потрошње енергије у различитим типовима зграда [5].

Нискоенергетске куће

Нискоенергетске куће користе висок ниво инсолације – осунчаности, енергетски ефикасне прозоре, ниске нивое пропуштања ваздуха и рекуперацију топлоте у вентилационим системима, као и мање енергије за загревање и хлађење просторија. Због великих разлика у националним стандардима, нискоенергетска кућа која одговара стандардима једне државе не мора бити нискоенергетска по стандардима друге државе. Нискоенергетска кућа према Немачким стандардима има ограничење којим је дефинисан праг потрошње енергије за грејање просторија - 50 kWh/m² годишње [5]. Швајцарски стандард нискоенергетску кућу ограничава са 42 kWh/m² за загревање просторија на годишњем нивоу. Пример нискоенергетске куће приказан је на слици 11.



Слика 11. Нискоенергетска кућа [12].

Пасивне куће

Пасивна кућа је зграда код које топлотни комфор може бити постигнут само накнадним грејањем или хлађењем свеже масе ваздуха, а да квалитет ваздуха унутар куће буде висок – без потребе за рецикулацијом ваздуха. Неке државе имају своје стандарде који много строже дефинишу пасивне куће. Број пасивних кућа се процењује на између 15.000 и 20.000 у свету [5].

Стандард за централну Европу захтева испуњење следећих захтева:

- не сме се користити више од 15 kWh/m^2 годишње за грејање и хлађење просторија,
- укупна потрошња енергије (грејање и хлађење, загревање топле воде и електрична енергија) не сме бити већа од 42 kWh/m^2 годишње.

Развојем технологија грађења узрокованом већом потребом за специјално дизајнираним грађевинским компонентама, цена изградње пасивних кућа је приступачнија у односу на ранији период [5].

Куће нулте енергије

Куће нулте енергије су објекти који своје енергетске потребе добијају само коришћењем сунчеве енергије, енергије ветра и геотермалних извора, уз квалитетну топлотну изолацију. Овај тип куће у летњим месецима вишак енергије дистрибуира, док у зимском периоду енергију потражује назад и на тај начин енергетски биланс доводи на нулу. Куће нулте енергије су још увек зависне од прикључка на јавну електричну, топлотну (грејну) или гасну мрежу [13].

Аутономне куће

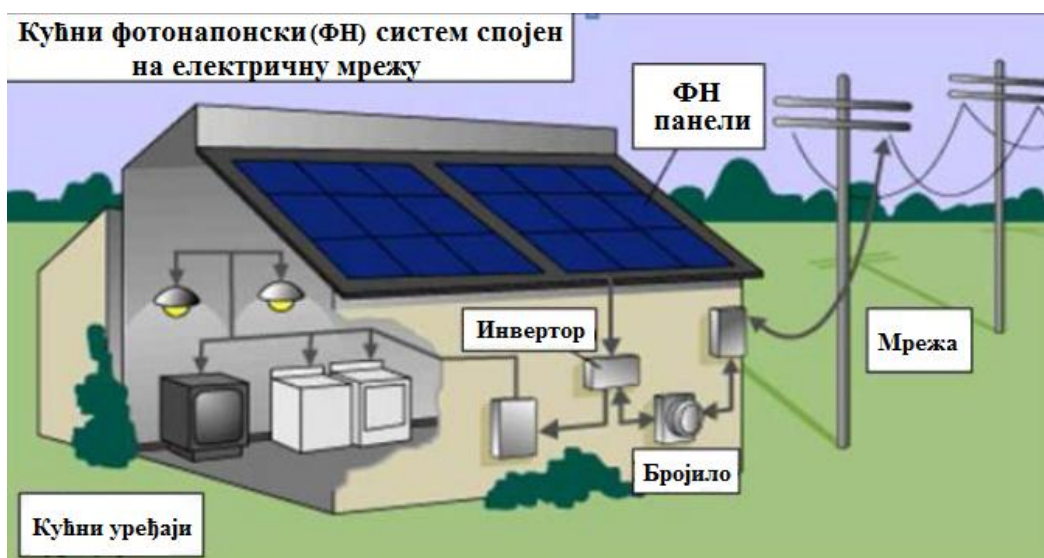
Аутономна, односно независна кућа је замишљена као кућа која нормално функционише независно од инфраструктурне подршке. Другим речима, аутономна кућа нема прикључке на мрежу намењену дистрибуцији електричне енергије, водовод, канализацију, атмосферску канализацију, комуникацијску мрежу, а у неким случајевима нема ни прикључка на јавне саобраћајнице. Аутономна кућа (слика 12.) је много више од енергетски ефикасне куће, јер је у овом случају енергија само један од ресурса које је неопходно добити из природе.



Слика 12. Аутономна кућа [5].

Кућа са вишком енергије

Кућа са вишком енергије је кућа која просечно у току целе године произведе више енергије (коришћењем обновљивих извора енергије) него што узме из спољашњих система. Ово се постиже употребом малих генератора електричне енергије, нискоенергетских техника градње попут пасивног соларног дизајна куће и пажљивог одабира локације за кућу. Многе куће са вишком енергије се не разликују од традиционалних кућа, јер једноставно користе најефикаснија енергетска решења. У развијеним државама, компаније за дистрибуцију електричне енергије морају куповати вишак енергије из таквих кућа (слика 13.) и тим приступом кућа може зарађивати новац за власника [5].



Слика 13. Кућа са вишком енергије [5].

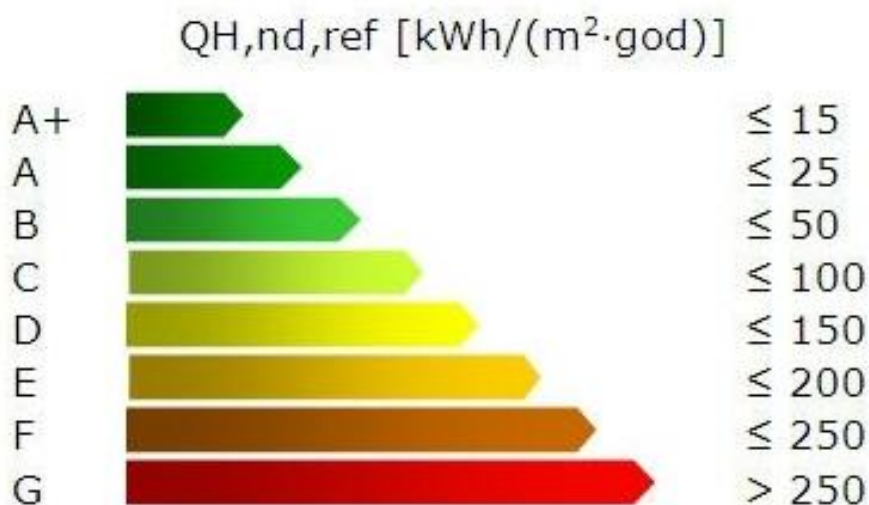
2.4. Енергетски пасош

Енергетски пасош је документ који садржи обрачунате вредности потрошње енергије у оквиру одређене категорије зграда, енергетски разред и предлоге за побољшање енергетских својстава зграде. Издаје се за стамбене зграде, нестамбене зграде и за зграде друге намене које користе енергију [14], [15].

Енергетски пасош морају имати све нове зграде, као и постојеће зграде које се реконструишу, адаптирају, или енергетски санирају. Зграде за које није потребно прибављање енергетског пасоша су:

- постојеће зграде које се продају, дају у закуп, реконструишу или енергетски санирају, а које имају нето површину мању од 50 m²,
- зграде које имају предвиђени век употребе ограничен на две године и мање,
- зграде привременог карактера за потребе извођења радова, односно обезбеђење простора за смештај људи и грађевинског материјала у току извођења радова,
- радионице, производне хале, индустријске зграде и друге привредне зграде које се, у складу са својом наменом, морају држати отворенима више од половине радног времена, ако немају уграђене ваздушне завесе,
- зграде намењене за одржавање верских обреда,
- постојеће зграде које се продају или се право власништва преноси у стечајном поступку, у случају присилне продаје или извршења,
- зграде које су под одређеним режимом заштите, а код којих би испуњење захтева енергетске ефикасности било у супротности са условима заштите,
- зграде које се не греју или се греју на температуру до +12°C [15].

Зграде се сврставају у осам енергетских разреда, према енергетској скали од “A+” до “G”. Енергетски разред “A+” представља најповољнији енергетски разред, док је енергетски разред “G” најнеповољнији (слика 14.). Енергетски разреди зграда одређују се на основу података о потрошњи финалне енергије за грејање по m² на годишњем нивоу [13].



Слика 14. Енергетски разреди стамбених зграда [13].

Енергетски разред новоизграђене зграде, који се исказује енергетским пасошем зграде, мора бити најмање “С” или повољнији [14]. Енергетски разред постојеће зграде, након реконструкције мора бити побољшан најмање за један разред.

Енергетски разред зграде је показатељ енергетских својстава зграде. Изражава се преко релативне вредности годишње потрошње финалне енергије за грејање [%] и представља процентуални однос специфичне годишње потребне топлоте за грејање $Q_{H,nd}$ [kWh/m² годишње] и максимално дозвољене $Q_{H,nd,max}$ [kWh/m² годишње] за одређену категорију зграда [15]:

$$Q_{H,nd,rel} = (Q_{H,nd} / Q_{H,nd,max}) \times 100\% \quad (4)$$

Енергетски разреди за нове и постојеће стамбене објекте приказани су у табели 1. за зграде са једним станом, односно у табели 2. за зграде са више станова.

Табела 1. Енергетски разред стамбене зграде са једним станом [15].

Зграде са једним станом		нове	постојеће
Енергетски разред	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]
A+	≤ 15	≤ 10	≤ 12
A	≤ 25	≤ 17	≤ 20
B	≤ 50	≤ 33	≤ 38
C	≤ 100	≤ 65	≤ 75
D	≤ 150	≤ 98	≤ 113
E	≤ 200	≤ 130	≤ 150
F	≤ 250	≤ 163	≤ 188
G	> 250	> 163	> 188

Табела 2. Енергетски разред стамбене зграде са више станова [15].

Зграде са више станова		нове	постојеће
Енергетски разред	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]	$Q_{H,nd}$ [kWh/m ²]
A+	≤ 15	≤ 9	≤ 10
A	≤ 25	≤ 15	≤ 18
B	≤ 50	≤ 30	≤ 35
C	≤ 100	≤ 60	≤ 70
D	≤ 150	≤ 90	≤ 105
E	≤ 200	≤ 120	≤ 140
F	≤ 250	≤ 150	≤ 175
G	>250	>150	> 175

Након енергетског прегледа израђује се извештај о обављеном енергетском прегледу зграде који садржи:

- опште податке о згради, податке о локацији, климатске податке, податке о усклађености пројекта изведеног стања објекта са главним пројектом на основу којег је зграда изграђена,

- технички опис примењених техничких мера и решења према прописаним критеријумима и то:
 - функционалних и геометријских карактеристика зграде,
 - примењених грађевинских материјала, елемената и система,
 - уграђених техничких система,
 - врста извора енергије за грејање, хлађење и вентилацију,
 - термотехничких инсталација и система расвете,
 - употребе и учешћа обновљивих извора енергије,
- потребну годишњу потрошњу енергије за рад техничких система у згради (финална енергија) у складу са прописом којим се уређују енергетска својства зграда,
- годишњу вредност коришћења укупне примарне енергије у складу са Правилником о енергетској ефикасности зграда,
- вредности емисије CO₂, прорачунате у складу са Правилником о енергетској ефикасности зграда,
- предлог мера побољшања енергетских својстава зграде;
- потпис и печат одговорног инжењера који је израдио извештај [15].

Енергетски пасош издаје се за целу зграду или за део зграде. Енергетски пасош се издаје за део зграде када се ради о згради која је према Правилнику о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда дефинисана као зграда са више енергетских зона [15]. Енергетски пасош садржи пет страна. На првој страни приказани су општи подаци о објекту (име власника, локација, пројектант, енергетски разред...). На другој страни се налазе климатски подаци, подаци о термоизолацији и прозорима који су постављени на објекту. На трећој страни приказан је прорачун о потрошњи енергије на основу ког се могу предвидети трошкови. Четврта страна садржи мере које се предвиђају за унапређење енергетске ефикасности зграде. Сви објекти који не спадају у енергетски разред класе “А” на четвртој страни енергетског пасоша морају да садрже препоруке за унапређење енергетске ефикасности, које су издате од стране инжењера. Пета страна садржи дефиниције и објашњења техничких појмова који се помињу у склопу енергетског пасоша [16].

3. Енергетски биланс изабране породичне куће

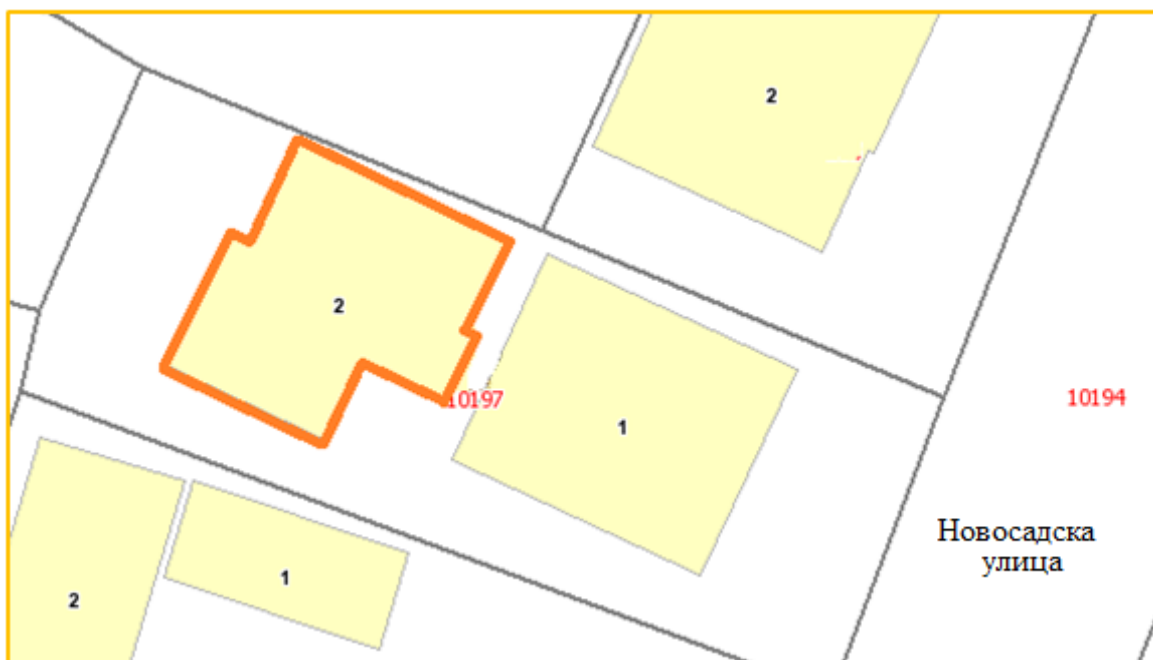
3.1. Општи подаци о објекту

Породична кућа на којој је извршена анализа, налази се у Крагујевцу у Новосадској улици. Изабрана породична кућа спада у категорију једнопородичних зграда. На основу сателитског снимка може се закључити да је положај куће умерено заклоњен, односно да је више од једне фасаде изложено ветру. Сателитски снимак приказан је на слици 15.



Слика 15. Сателитски снимак породичне куће.

Стамбени објекат је породична кућа изграђена 1965. године. У склопу објекта, налазе се два стамбена дела, али ће се објекат кроз прорачун потрошње енергената посматрати као објекат са једним станом, јер је у власништву једне породице. Објекат је приземног типа, корисне површине 70 m^2 и налази се на парцели површине 399 m^2 . На поменутој парцели налази се још један објекат који није укључен у анализу. Ситуациони приказ објекта на парцели приказан је на слици 16. где је анализирани објекат уоквирен и обележен бројем 2.



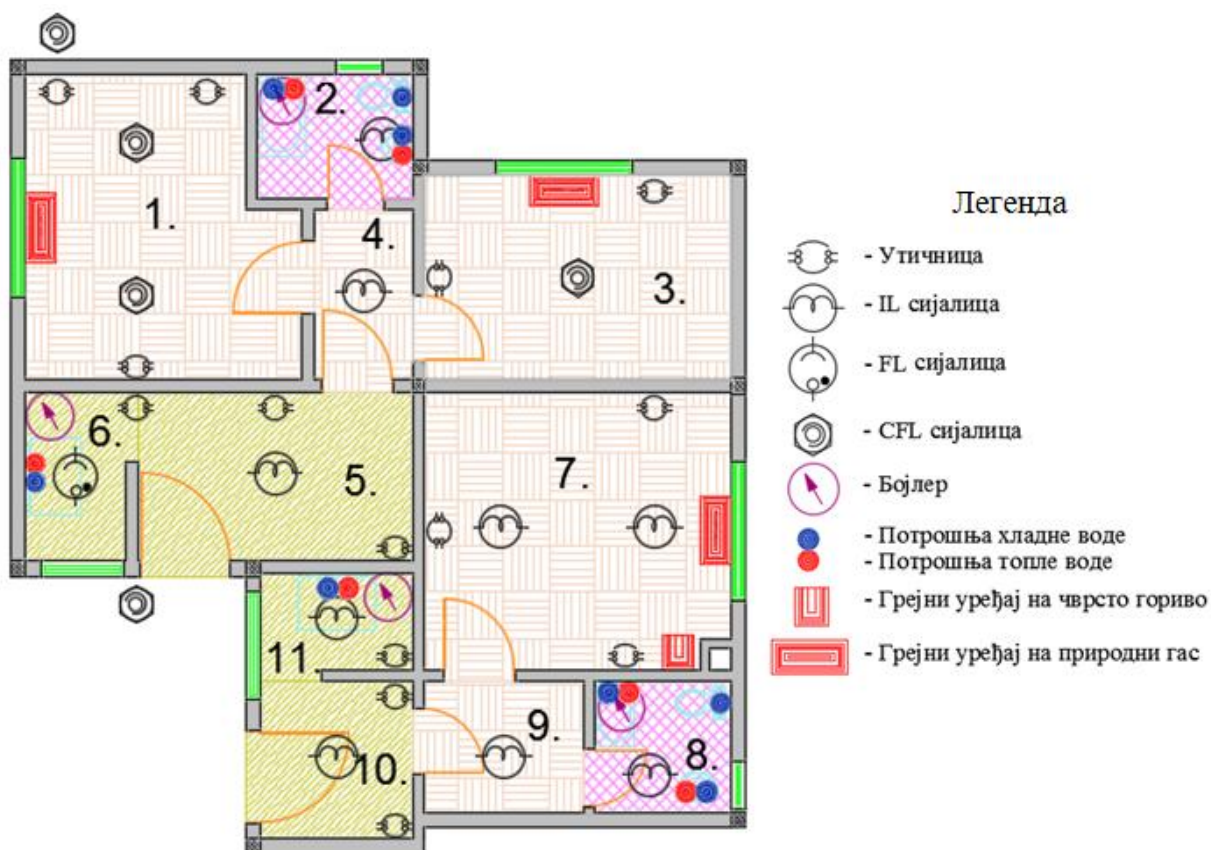
Слика 16. Ситуациони приказ објекта [17].

Тродимензионални (3D) модел објекта моделиран је у софтверу *ArchiCAD 20* [18]. 3D модел анализираног објекта приказан је на слици 17. одакле се може закључити да је моделиран искључиво поменути објекат без објеката који га окружују.



Слика 17. 3D модел објекта [18].

Објекат се састоји од 11 просторија, чија је укупна корисна површина 70 m^2 . Једном стану припада 6 просторија укупне површине $41,80 \text{ m}^2$, док другом стану припада 5 просторија укупне површине $28,20 \text{ m}^2$. Списак просторија у оба стана дат је у табели 3. На слици 18. дат је приказ основе објекта са обележеним просторијама и локацијама потрошње енергије и воде. Као софтверски алат за приказивање коришћен је *AutoCAD2017* [19].



Слика 18. Основа објекта и места потрошње енергије [19].

Табела 3. Приказ просторија у објекту.

Број просторије	Стан	Функција просторије	Површина [m ²]	Под
1.	Стан 1	Дневна соба	13,25	Паркет
2.		Тоалет	3,40	Плочице
3.		Спаваћа соба	10,85	Паркет
4.		Предсобље	3,00	Паркет
5.		Тераса	8,20	Линолеум
6.		Кухиња	3,10	Линолеум
7.	Стан 2	Соба	14,60	Паркет
8.		Тоалет	3,20	Плочице
9.		Предсобље	3,70	Паркет
10.		Тераса	4,40	Линолеум
11.		Кухиња	2,30	Линолеум

3.2. Карактеристике омотача

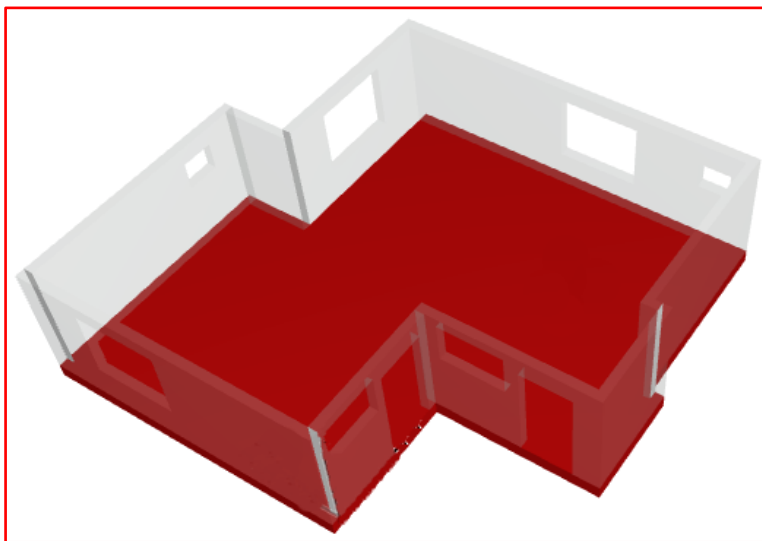
Омотач објекта чине сви гранични елементи који грађевински објекат одвајају од ваздуха или тла на коме је подигнут. Омотач има улогу да штити унутрашњост објекта од утицаја ниских или високих температура, омогућава приступ природне светлости у унутрашњост зграде као и визуелни контакт људима са окружењем [5]. За приказ геометрије омотача објекта коришћен је *ArchiCAD 20*, док је за прорачун коефицијента пролаза топлоте (U) кроз појединачне елементе коришћен *KnaufTerm2S* [20].

Саставни делови омотача зграде су:

- основа зграде,
- фасадни зидови,
- кровна конструкција (таваница),
- прозори и врата зграде.

3.2.1. Основа

Основу објекта чини бетонска плоча површине $81,80 \text{ m}^2$ која је приказана на слици 19. док су материјали од којих је основа објекта израђена приказани на слици 20.



Слика 19. Основа објекта – бетонска плоча.

Унутра
1. Термо малтер $d = 5 \text{ cm}$
2. Плоче од трске $d = 3 \text{ cm}$
3. Бетон $d = 20 \text{ cm}$
Споља

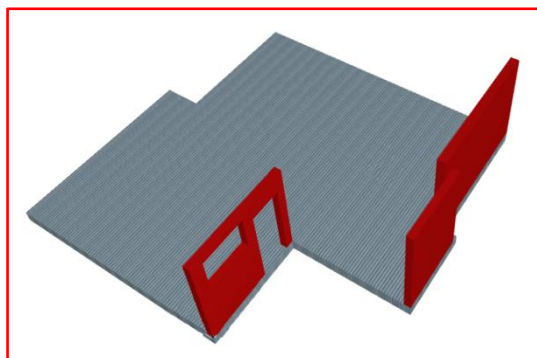
Слика 20. Материјали основе објекта.

Коефицијент пролаза топлоте кроз основу објекта износи: $U = 0,769 \text{ W/m}^2\text{K}$.

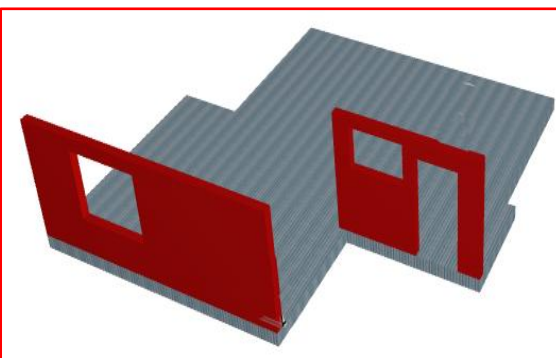
3.2.2. Фасадни зидови

Фасадни, односно спољни зидови објекта чине укупну површину која износи $87,53 \text{ m}^2$, од чега је:

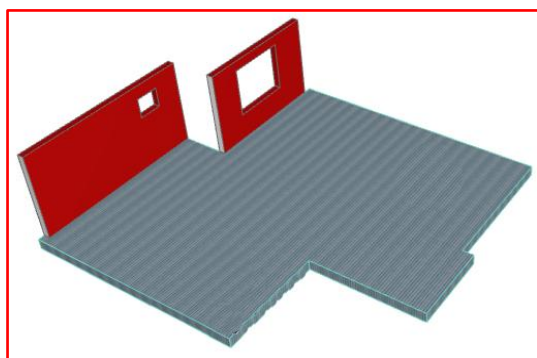
- $20,18 \text{ m}^2$ на источној страни (слика 21а.),
- $23,66 \text{ m}^2$ на јужној страни (слика 21б.),
- $21,59 \text{ m}^2$ на западној страни (слика 22а.),
- $22,10 \text{ m}^2$ на северној страни (слика 22б.).



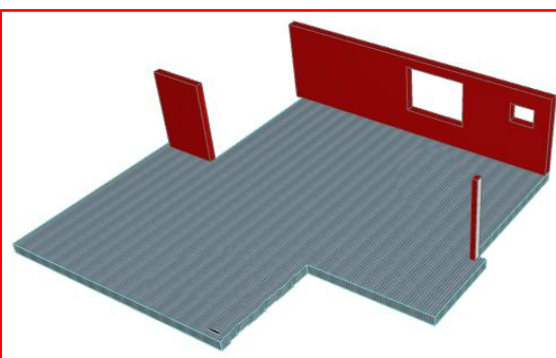
Слика 21а. Источна страна.



Слика 21б. Јужна страна.

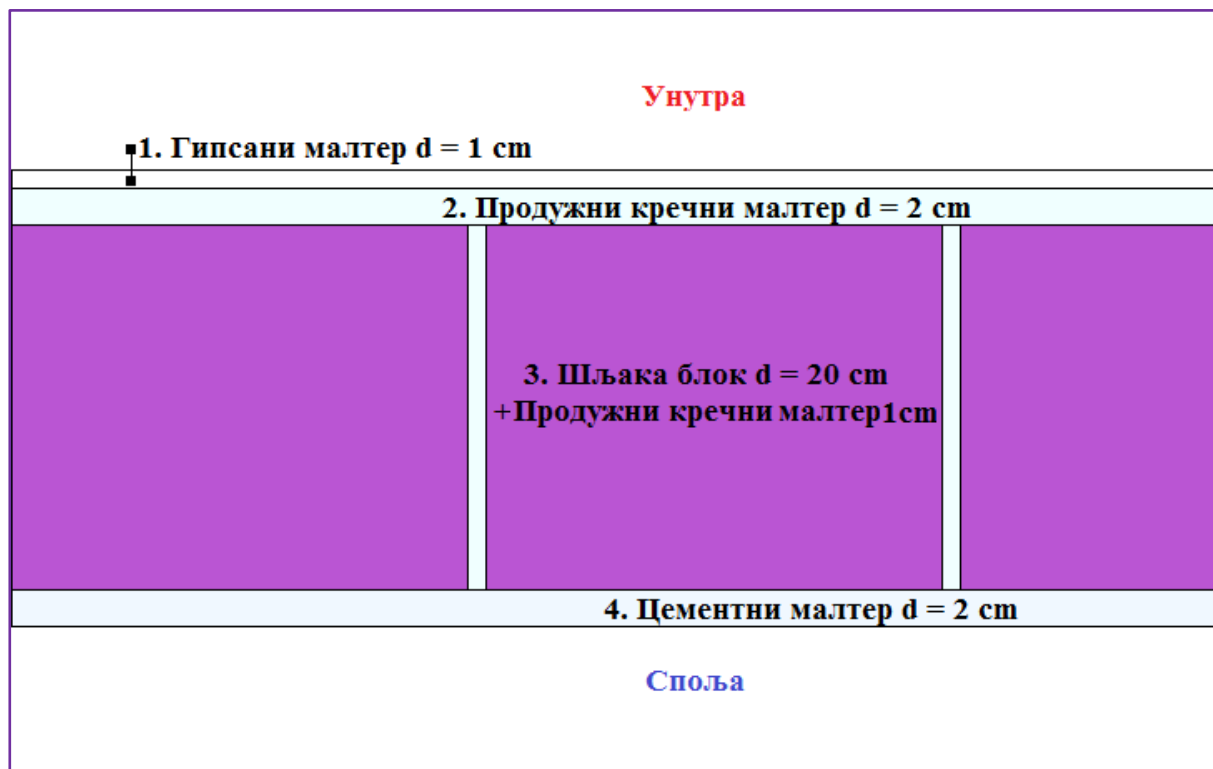


Слика 22а. Западна страна.



Слика 22б. Северна страна.

Материјали од којих су фасадни зидови израђени приказани су на слици 23. Сви фасадни зидови су израђени од истих материјала.

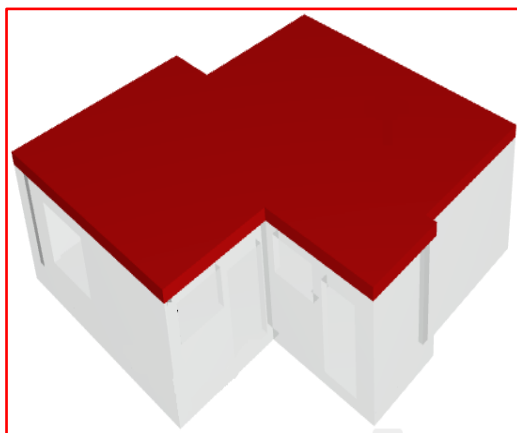


Слика 23. Материјали фасадних зидова.

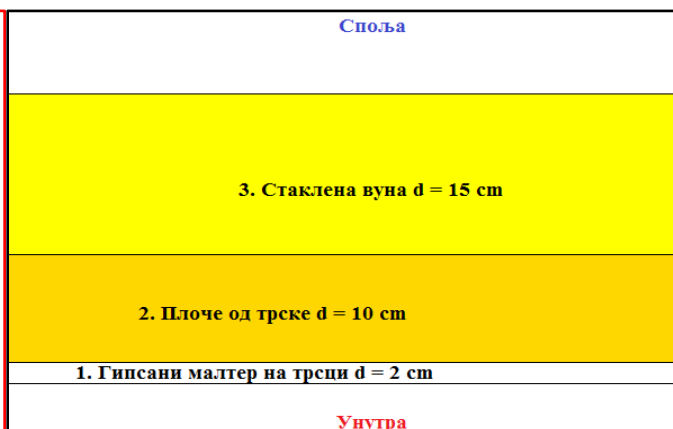
Коефицијент пролаза топлоте кроз фасадни зид износи: $U = 1,658 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.2.3. Таваница

Горња плоча, односно таваница чини површину од $81,80 \text{ m}^2$ и приказана је на слици 24. Материјали коришћени за израду таванице приказани су на слици 25.



Слика 24. Таваница.

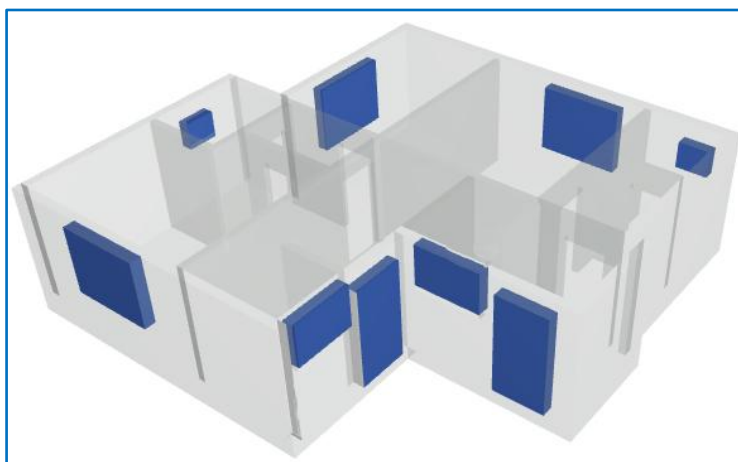


Слика 25. Таваница – материјали.

Коефицијент пролаза топлоте кроз таваницу износи: $U = 0,142 \text{ W/m}^2\text{K}$. На таваници је уграђен слој стаклене вуне, дебљине 15 cm што је утицало да коефицијент пролаза топлоте кроз таваницу буде знатно нижи у односу на остале делове омотача.

3.2.4. Прозори и врата

Приказ прозора и врата на објекту дат је на слици 26.



Слика 26. Приказ прозора и врата.

На слици 26. приказано је да се на објекту налазе двоја улазна врата и укупно седам прозора. Укупна површина улазних врата је $5,28 \text{ m}^2$ ($2,64 \text{ m}^2$ на јужној и $2,64 \text{ m}^2$ на источној страни). Улазна врата су направљена од метала (неизолована) са коефицијентом пролаза топлоте од: $U = 5,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Укупна површина прозора износи $11,46 \text{ m}^2$ од чега је:

- $1,26 \text{ m}^2$ на источној страни,
- $3,96 \text{ m}^2$ на јужној страни,
- $3,12 \text{ m}^2$ на западној страни и
- $3,12 \text{ m}^2$ на северној страни објекта.

Прозори су направљени од дрвета са двослојним стаклом (средња заптивеност) и коефицијент пролаза топлоте износи: $U = 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.3. Потрошња енергената у породичној кући

Да би се обавило енергетско билансирање грађевинског објекта било је потребно прикупити рачуне за потрошњу енергије у објекту за минимални период од 12 месеци. Енергенти који се користе су електрична енергија, природни гас, огревно дрво и вода.

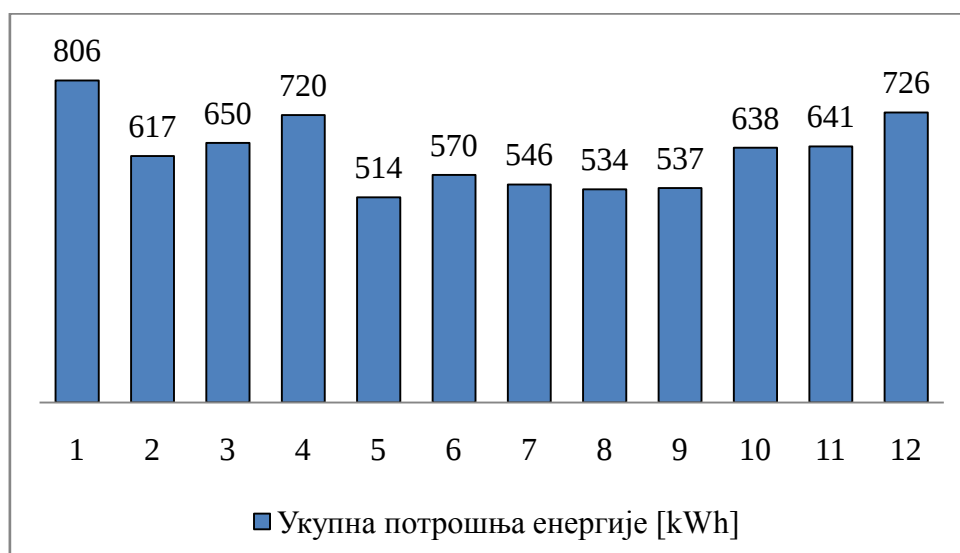
3.3.1. Електрична енергија

Електрична енергија се користи за рад електричних уређаја и расвету. Потрошња електричне енергије за период од 12 месеци приказана је у табели 4.

Табела 4. Потрошња електричне енергије.

Месец	Датум очитавања	Укупно енергија [kWh]	Укупно [RSD]
1	01.02.2016	806	5.358,06
2	01.03.2016	617	4.188,65
3	01.04.2016	650	4.350,64
4	01.05.2016	720	4.666,09
5	01.06.2016	514	3.483,85
6	01.07.2016	570	3.844,76
7	01.08.2016	546	3.781,87
8	01.09.2016	534	3.671,48
9	01.10.2016	537	3.737,59
10	01.11.2016	638	4.404,40
11	01.12.2015	641	4.262,68
12	01.01.2016	726	4.780,26
Укупно		7.499	50.530,33

Графички приказ потрошње електричне енергије дат на слици 27.



Слика 27. Потрошња електричне енергије.

Иако се електрична енергија углавном не користи за загревање објекта у зимским месецима, може се приметити тренд веће потрошње електричне енергије у периоду грејне сезоне, што би се могло приписати делимичном коришћењу електричне енергије за догревање купатила.

Укупна потрошња електричне енергије за период од 12 месеци износи 7.499 kWh за шта је домаћинство платило новчану накнаду од 50.530,33 RSD. Одавде се може се доћи до закључка да је просечна цена електричне енергије у домаћинству 6,74 RSD. Према званичним подацима са *Eurostata*² просечна цена електричне енергије у Србији за домаћинства износи 0,065 €/kWh (што је еквивалентно 7,8 RSD/kWh). На основу наведеног, домаћинство плаћа нижу цену електричне енергије од просечне. Узимајући у обзир да је број чланова домаћинства 5, долази се до 1.499,80 kWh по члану домаћинства за период од годину дана, односно 10.106,07 RSD годишње.

Анализа потрошње електричне енергије за уређаје и сервисе који се користе у домаћинству, представља наредну активност при енергетском билансирању стамбеног објекта. Узимајући у обзир називну снагу електричних апарата, односно енергију која се у једном циклусу потроши у раду уређаја, као и просечно годишње ангажовање апарата (број циклуса) добија се просечна (очекивана) годишња потрошња електричне енергије за уређаје и осветљење.

Потрошња електричне енергије за уређаје који се користе у домаћинству приказана је у табели 5. док је у табели 6. приказана потрошња електричне енергије за расвету по просторијама.

² Агенција за статистику Европске уније, интернет страница: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Electricity_prices,_second_half_of_year,_2014-2016_\(EUR_per_kWh\)_YB17.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Electricity_prices,_second_half_of_year,_2014-2016_(EUR_per_kWh)_YB17.png)

Табела 5. Потрошња електричне енергије за уређаје који се користе у домаћинству

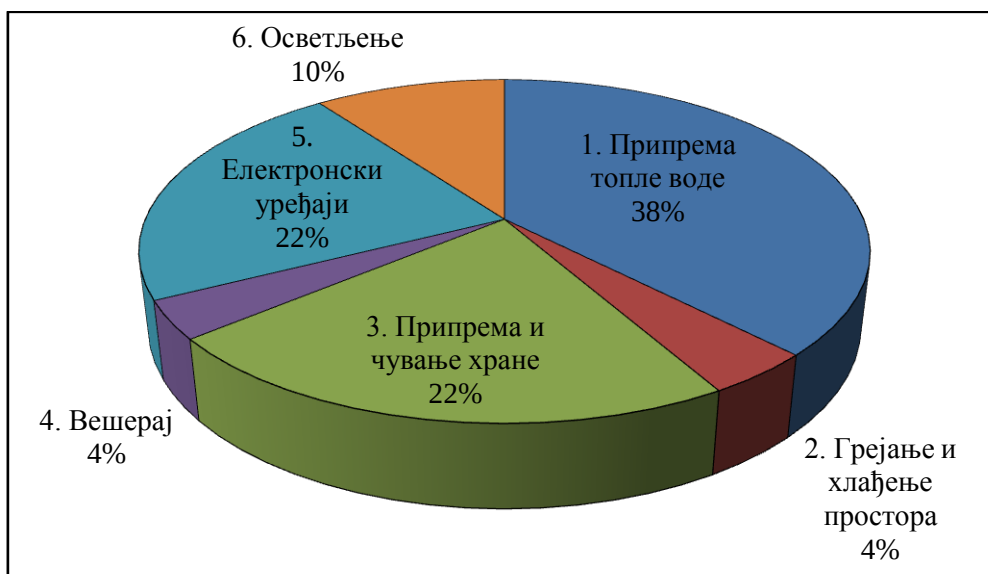
Уређаји	Тип и карактеристике	Називна снага [W]/ Енегија по циклусу [kWh]	Просечно годишње ангажовање [h]/ Број циклуса	Просечна годишња потрошња електричне енергије [kWh]
1. Припрема топле воде				
Бојлер - купатилски	<i>TIKI – Љубљана</i>	1.500	180	270
Бојлер - кухињски	<i>Gorenje – TIKI</i>	2.000	120	240
Бојлер -купатилски	Мебош	2.000	900	1.800
Бојлер - кухињски	<i>Gorenje – TIKI</i>	2.000	365	730
Укупно				3.040
2. Грејање и хлађење простора				
Калорифер	<i>Fairline</i>	2.000	30	60
Кварцна пећ		3.000	90	270
Укупно				330
3. Припрема и чување хране				
Ел. Шпорет - Рингла	Слобода	1.000/1 Рингла	90	90
Ел. Шпорет - Рерна	Слобода	2.500	60	120
Ел. Шпорет - Рингла	<i>Zanusi</i>	2.500	10	25
Ел. Шпорет - Рерна	<i>Zanusi</i>	1.900	120	228
Фрижидер	<i>Excellence</i>	1,20 kWh/дневно	8.760	438
Фрижидер	<i>Bira</i>	0,52 kWh/дневно	8.760	189,80
Замрзивач	<i>Elin 197 l</i>	211 kWh/год	8.760	211
Замрзивач	<i>Gorenje 400 l</i>	1,13 kWh/дневно	8.760	412,45
Апарат за кафу	<i>Scarlet</i>	800	80	64
Миксер	<i>FG electronic</i>	2.000	6	12
Соковник	<i>Gorenje</i>	800	20	16
Укупно				1.806,25
4. Вешерај				
Веш машина	<i>Gorenje A+</i>	197 kWh/год	130 циклуса	194
Пегла	<i>Tefal</i>	2.400	40	96
Укупно				290
5. Електронски уређаји				
Телевизор	<i>SOGO – CRT</i>	75	1.095	82,13
Телевизор	<i>VOX – LCD</i>	75	1.825	136,87
Телевизор	<i>Colosus LCD</i>	55	2.190	120,45
Монитор	<i>Asusvs 197</i>	17	5.475	93,07
Кућиште	<i>AMD</i>	120	5.475	657
Модем	<i>Cisco</i>	5	8.760	43,80
Лап топ	<i>Toshiba</i>	45	200	9
Монитор	<i>CRT</i>	40	1.825	73
Кућиште	<i>AMD</i>	80	1.825	146
Усисивач	<i>Gorenje</i>	2.200	52	114,40
Фен	/	1.800	12	21,60
D3 Ресивер	<i>Cisco</i>	5	8.760	43,80
Усисивач	<i>Gorenje</i>		120	264
Укупно				1.805,12

Табела 6. Потрошња електричне енергије за расвету по просторијама.

Просторија	Број сијалица	Тип сијалице	Укупна снага [W]	Годишње ангажовање [h]	Просечна годишња потрошња [kWh]
Кухиња	1	FL	40	730	29,20
Тераса	1	IL	100	1.800	180,00
Предсобље	1	IL	60	540	32,40
Дневна соба	2	CFL	52	1.800	93,60
Спаваћа соба	1	CFL	26	160	4,16
Купатило	1	IL	75	730	54,75
Кухиња	1	IL	75	250	18,75
Тераса	1	IL	100	1.200	120,00
Предсобље	1	IL	60	120	7,20
Соба	2	IL	150	750	112,50
Купатило	1	IL	60	180	10,80
Напоље	2	CFL	64	2.400	153,6
Укупна годишња потрошња [kWh]					816,96

Према подацима из табеле 5. и 6. укупна очекивана потрошња електричне енергије је 8.088,34 kWh, што је 7,86% ниже у односу на потрошњу забележену у 2016. години и може се сматрати задовољавајуће тачном проценом.

Очекивана расподела електричне енергије приказана је процентуално на слици 28.



Слика 28. Очекивана расподела електричне енергије.

Очекивано је да се највише електричне енергије троши на припрему топле воде (38%), затим су са по 22% заступљени електронски уређаји и уређаји за припрему и чување хране. Са 10% заступљено је осветљење, док са по 4% располажу уређаји за вешерај и грејање и хлађење простора.

3.3.2. Топлотна енергија

Загревање простора просечно износи 8 часова дневно, у зависности од временског периода када су људи присутни у просторијама. За загревање простора користи се природни гас у комбинацији са огревним дрветом. Просторије у објекту греју се индивидуално. Природни гас се такође користи за припрему хране.

У табели 7. приказана је потрошња природног гаса за период од 12 месеци.

Табела 7. Потрошња природног гаса.

Месец	Обрачуната количина [m ³]	Цена m ³ [RSD]	Укупно са надокнадом по месту испоруке и ПДВ [RSD]
1.	127	38,46	5.554,77
2.	56	38,46	2.551,04
3.	51	38,46	2.339,51
4.	12	33,60	625,43
5.	11	33,60	588,48
6.	5	32,28	359,45
7.	3	32,28	288,43
8.	6	32,28	394,95
9.	6	32,28	394,95
10.	50	32,28	1.957,31
11.	36	38,46	1.704,92
12.	71	38,46	3.185,63
Укупно	434		19.944,87
Грејање	374		17.187,51
Припрема хране	60		2.757,36

Посматрањем података о потрошњи природног гаса у “летњем” периоду, може се закључити да је просечна месечна потрошња природног гаса за припрему хране око 5 m³, тј. на годишњем нивоу од 60 m³.

У зависности од налазишта гаса, његова енергетска вредност варира. Тако је просечна енергетска вредност руског природног гаса који Србија увози 38,23 MJ/m³, односно 10,62 kWh/m³ [21]. Из усвојене енергетске вредности природног гаса од 10,62 kWh/m³, прорачуном се може одредити укупна енергетска вредност природног гаса за грејање објекта. Множењем количине природног гаса за грејање и енергетске вредности природног гаса, добија се 3.971,88 kWh годишње. Просечна цена природног гаса износи 45,96 RSD/m³ са надокнадом по месту испоруке и порезом на додатну вредност.

Уређаји који се користе за загревање простора – гасне пећи, приказани су на сликама 29а. и 29б. На слици 29а. приказана је гасна пећ *Gala Classic 50*, док је на слици 29б. приказана гасна пећ *Gala Elegance 50*. Карактеристике модела гасних пећи приказане су у табели 8.



Слика 29а. *Gala Classic50*.



Слика 29б. *Gala Elegance50*.

Табела 8. Карактеристике гасних пећи [22].

Модел	Одвод димних гасова	Називна снага	Запремина грејања	Степен искоришћења
<i>Gala Classic50</i>	Фасадни	6 kW	60 - 100 m ³	86%
<i>Gala Elegance50</i>	Фасадни	6 kW	60 - 100 m ³	86%

Узимајући у обзир енергију од 3.971,88 kWh годишње добијену од природног гаса и степен искоришћења пећи од 86% долази се до укупне добијене количине топлоте од 3.415,50 kWh годишње. Просечна цена топлотне енергије која се добија сагоревањем природног гаса износи 5,03 RSD/kWh.

Предности ових уређаја су:

- чистоћа у раду,
- једноставност руковања,
- добра регулација.

Недостаци ових уређаја су:

- опасност од пожара,
- опасност од експлозије,
- опасност од тровања гасом (неопходно је редовно одржавање).

За припрему хране користи се комбиновани шпорет, који има могућност истовремене употребе електричне енергије и природног гаса. Шпорет “*Zanusi*” приказан је на слици 30.



Слика 30. Комбиновани шпорет “*Zanusi*” за припрему хране.

За загревање једног дела простора користи се и штедњак на чврсто гориво “МБС3”. Као енергент код овог уређаја користи се огревно дрво (храст) у количини од 3 m³/годишње. Укупни трошкови цепањог огревног дрвета су 12.750 RSD, док је енергетска вредност храстовог огревног дрвета 1.900 kWh/m³ [23]. Штедњак “МБС 3” приказан је на слици 31. а његов степен искоришћења је 81% [24]. Укупна количина топлоте добијена сагоревањем огревног дрвета износи 4.617 kWh, док је цена топлотне енергије добијене сагоревањем огревног дрвета 2,76 RSD/kWh.



Слика 31. Штедњак “МБС3” [24].

Процентуални однос трошкова грејања и добијене количине топлоте коришћењем природног гаса и огревног дрвета приказан је у табели 9.

Табела 9. Однос трошкова грејања.

Енергент	Добијена количина топлоте [kWh]	%	RSD	%
Огревно дрво	4.617	57,48	12.750	42,59
Природни гас	3.415,50	42,52	17.187,51	57,41
Σ	8.032,50	100	29.937,51	100

Збир трошкова за грејање објекта (укључујући природни гас и огревно дрво) износи 29.937,51 RSD. Када се узме у обзир да је укупна добијена количина топлоте 8.032,5 kWh, долази се до просечне цене грејања од 3,72 RSD/kWh топлотне енергије.

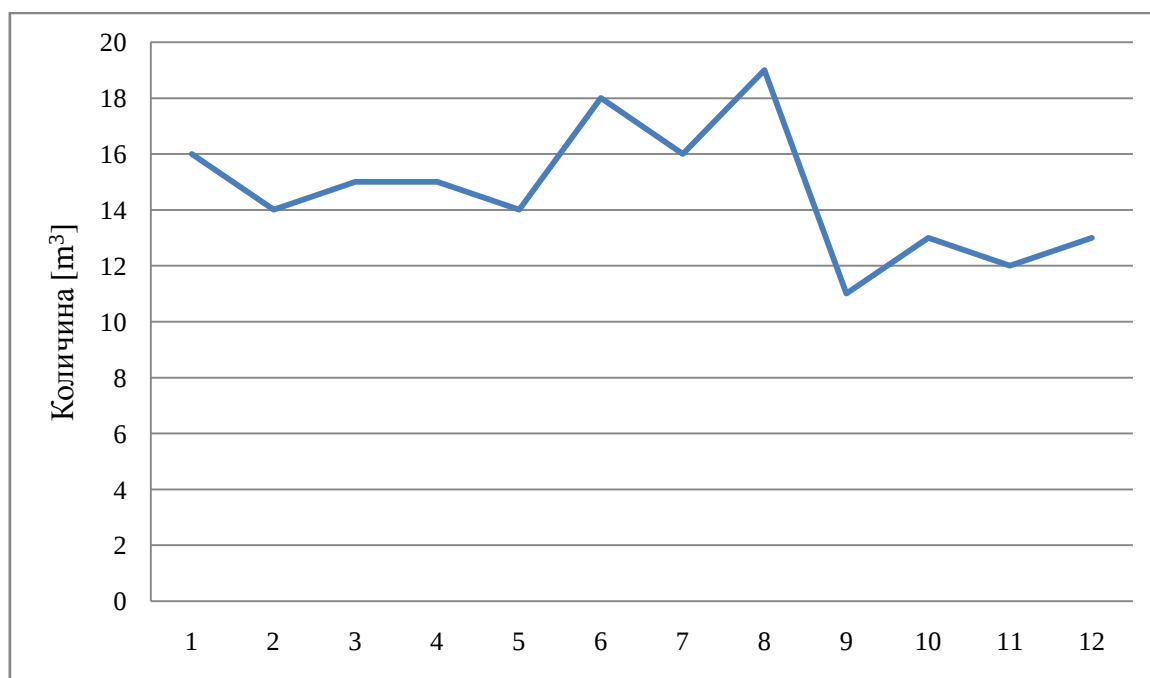
3.3.3. Вода

Потрошња и трошкови воде приказани су у табели 10. Приказана је годишња потрошња воде од 176 m³, уз годишњи новчани издатак од 10.776,48 RSD. Просечна цена воде износи 61,23 RSD/m³, док је специфична потрошња воде: 35,20 m³ по члану домаћинства на годишњем нивоу.

Табела 10. Потрошња и трошкови воде.

Месец	Потрошња [m ³]	Трошак [RSD]
Јануар	16	979,68
Фебруар	14	857,22
Март	15	918,45
Април	15	918,45
Мај	14	857,22
Јун	18	1.102,14
Јул	16	979,68
Август	19	1.163,37
Септембар	11	673,53
Октобар	13	795,99
Новембар	12	734,76
Децембар	13	795,99
Укупно	176	10.776,48

Графички приказ потрошње воде приказан је на слици 32.



Слика 32. Графички приказ потрошње воде.

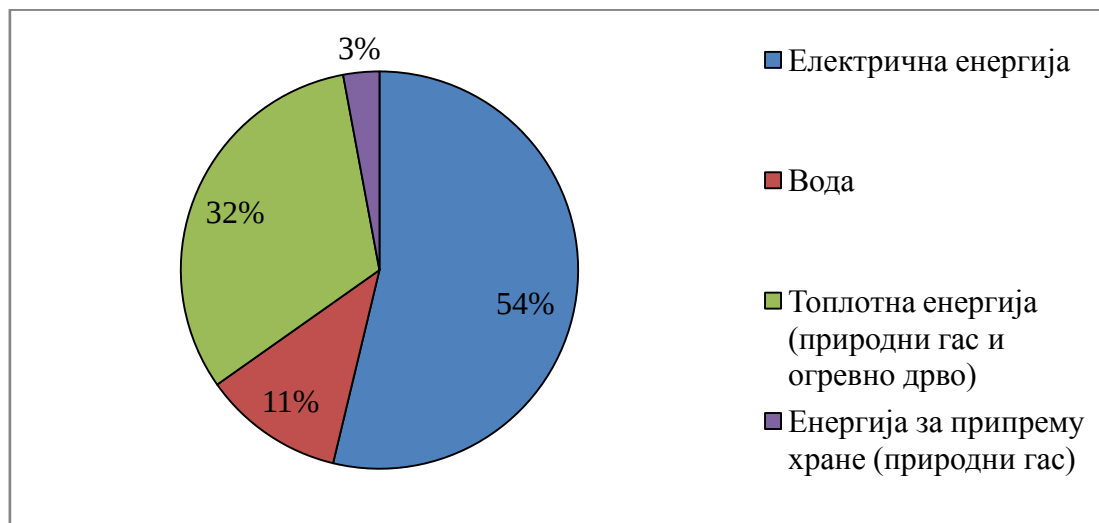
На основу графичког приказа потрошње воде (слика 32.) следи закључак да је потрошња воде највећа у летњим месецима, када су температуре знатно изнад годишњег просека.

3.3.4. Анализа годишњих трошкова за енергенте

Према подацима приказаним у претходном делу текста, евидентан је закључак да је за енергенте (и воду) издвојено нешто више од 94.000 динара, од чега је:

- 50.530,33 RSD за електричну енергију,
- 29.937,36 RSD за трошкове грејања (природни гас и огревно дрво),
- 2.757,36 RSD за припрему хране (природни гас),
- 10.776,48 RSD за воду.

Највише новчаних средстава троши се на електричну енергију (54%), затим за топлотну енергију (32%), воду (11%) и енергију за припрему хране (3%). Графички приказ процентуалне расподеле трошкова за енергете, приказан је на слици 33.



Слика 33. Процентуална расподела трошкова за енергенте.

Иако се електрична енергија у мањој мери користи за загревање простора, итекако је приметан висок годишњи трошак (50.530,33 RSD). Висок новчани издатак се може објаснити употребом већег броја енергетски неефикасних уређаја и неефикасних светлосних извора (расвете) који за свој рад користе више енергије од ефикаснијих електричних потрошача. За припрему топле воде годишње се потроши чак 38% електричне енергије, тако да и ту треба тражити начин за смањење електричне енергије.

Неизолован објекат оставља довољно простора за финансијске уштеде које се односе на трошкове грејања. У зависности од квалитета изолационих материјала, уштеде могу бити и вишеструке.

Без обзира на нешто ниже финансијске издатке који су условљени приступачном ценом воде, неопходно је рационално коришћење воде у домаћинствима.

3.4. Енергетски разред

Енергетски биланс домаћинства подразумева и одређивање енергетског разреда грађевинског објекта. За прорачун енергетског разреда објекта коришћен је софтвер *KnaufTerm2S* [20]. Уношењем реалних параметара, који одговарају стварној димензији, локацији и материјалима коришћеним за изградњу објекта, дефинисани су сви подаци неопходни за одређивање енергетског разреда објекта.

Локација условљава просечне метеоролошке податке који су за Крагујевац дефинисани на следећи начин:

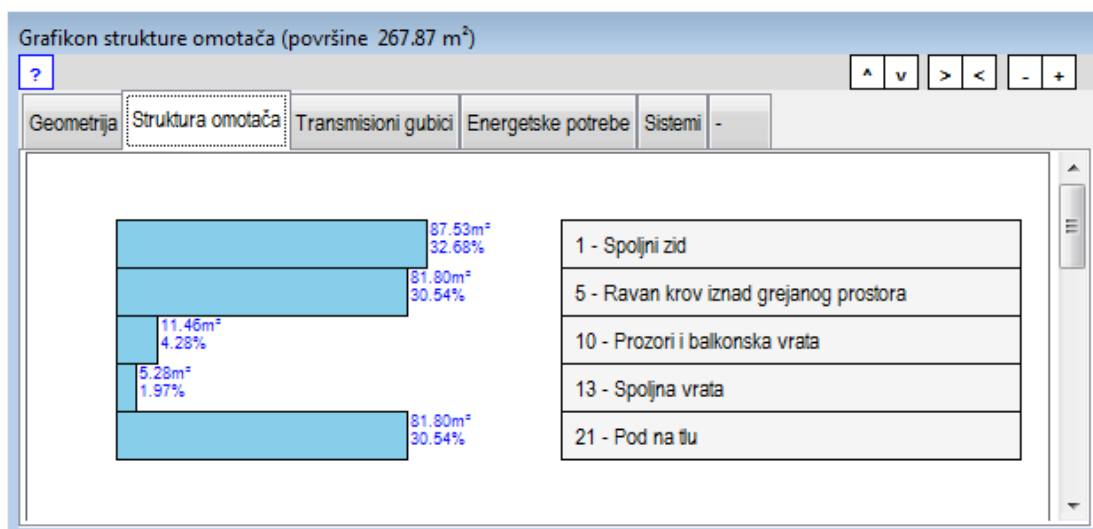
- спољна пројектна температура за грејање: - 15 °C,
- унутрашња пројектна температура: + 20 °C,
- спољна просечна температура у грејном периоду: + 5,5 °C,
- број дана грејања на годишњем нивоу: 180 дана [20].

Параметри који се укључују у софтверски прорачун се односе и на број дана грејања, као и на просечан број часова када је грејање у функцији (дневно). Грејање је у објекту активно у просеку 8 часова дневно, 7 дана у недељи. Изложеност фасада ветру такође се укључује у прорачун и за анализирани објект се узима податак да је ветру изложено више од једне фасаде.

Прорачун укључује и добитке настале утицајем:

- електричних уређаја [Q_{el}],
- боравка људи у просторијама [Q_p] и
- сунчевог зрачења (соларни добици) [Q_{sol}].

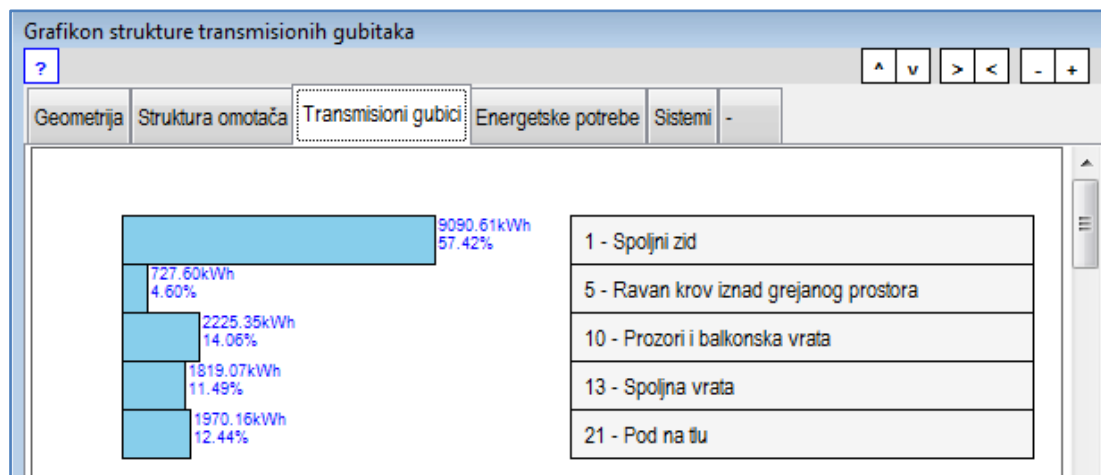
Структура омотача објекта у радном окружењу софтвера *KnaufTerm2S* приказана је на слици 34. одакле се може видети да је површина омотача 267,87 m².



Слика 34. Структура омотача објекта у радном окружењу софтвера *KnaufTerm2S*.

Највећу површину омотача објекта заузима фасадни зид са уделом од 32,68% у укупној површини омотача, док најмању површину заузимају спољна (улазна) врата са процентуалним уделом од 1,97%.

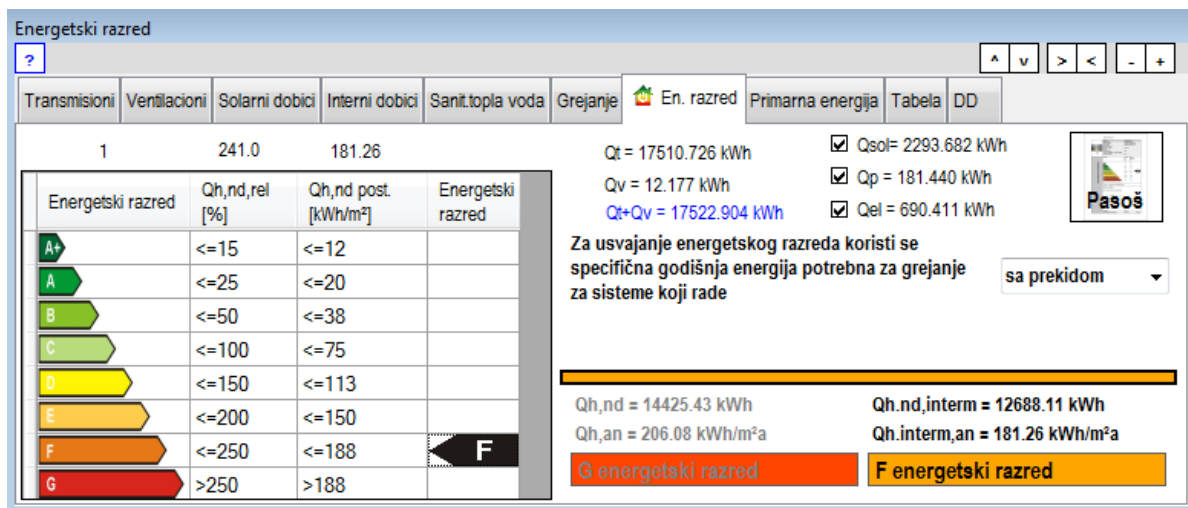
Трансмисиони губици кроз омотач објекта приказани су на слици 35.



Слика 35. Трансмисиони губици кроз омотач објекта.

На слици 35. представљени су подаци, према којима више од половине трансмисионих губитака настаје на фасадним (спољним) зидовима, што је последица њихове неизолованости. Трансмисиони губици са уделом од 14,06% кроз прозоре објекта, остављају простор да се евентуалном заменом сведу на знатно нижи проценат. Трансмисиони губици на таваници су најнижи, са уделом нижим од 5%, што је последица добрих изолационих карактеристика материјала.

За усвајање енергетског разреда користи се специфична годишња потрошња за грејање, за системе који раде са прекидом. Након уношења свих неопходних параметара, добија се енергетски разред објекта “F” (слика 36.) који објекат сврстава у класу енергетски неефикасних објеката.



Слика 36. Енергетски разред објекта.

Добијени енергетски разред објекта “F” са годишњом потребом улазне енергије за грејање (за системе који раде са прекидом) износи $Q_h = 181,26 \text{ kWh/m}^2$ годишње, са урачунатим трансмисионим и вентилационим губицима (Q_t и Q_v) и добицима насталим услед боравка људи, употребе електричне опреме и сунчевог зрачења (Q_p , Q_{el} и Q_{sol}).

4. Мере за побољшање енергетске ефикасности анализиране породичне куће

4.1. Предлог мера за смањење потрошње топлотне енергије

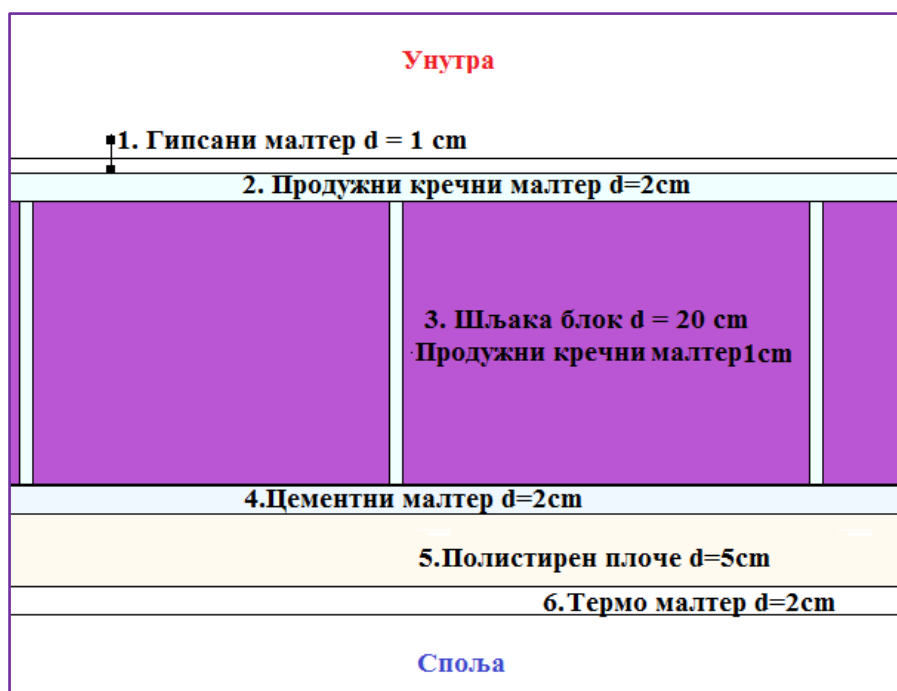
Да би се побољшала енергетска ефикасност посматране породичне куће, потребно је обавити енергетску санацију објекта. Уштеда енергије код реконструкције зграда у сектору домаћинства остварује се применом нове грађевинске регулативе која дефинише обавезну употребу релевантних студија (минимални критеријум за енергетску ефикасност зграда) и израду сертификата о енергетском својству зграда. Као што је већ напоменуто у другом поглављу, енергетски разред за постојеће зграде, након извођења радова на реконструкцији, доградњи, обнови, адаптацији, санацији и енергетској санацији, мора бити побољшан најмање за један разред.

Као предлог мера побољшања енергетског разреда објекта, уз анализу економске исплативости представљена су три случаја:

- случај 1: уградња термоизолационог слоја дебљине 5 cm на спољашњу страну фасаде,
- случај 2: уградња термоизолационог слоја дебљине 10 cm на спољашњу страну фасаде,
- случај 3: уградња термоизолационог слоја дебљине 10 cm на спољашњу страну фасаде и замена улазних врата и прозора.

4.1.1. Случај 1: уградња термоизолационог слоја дебљине 5 cm

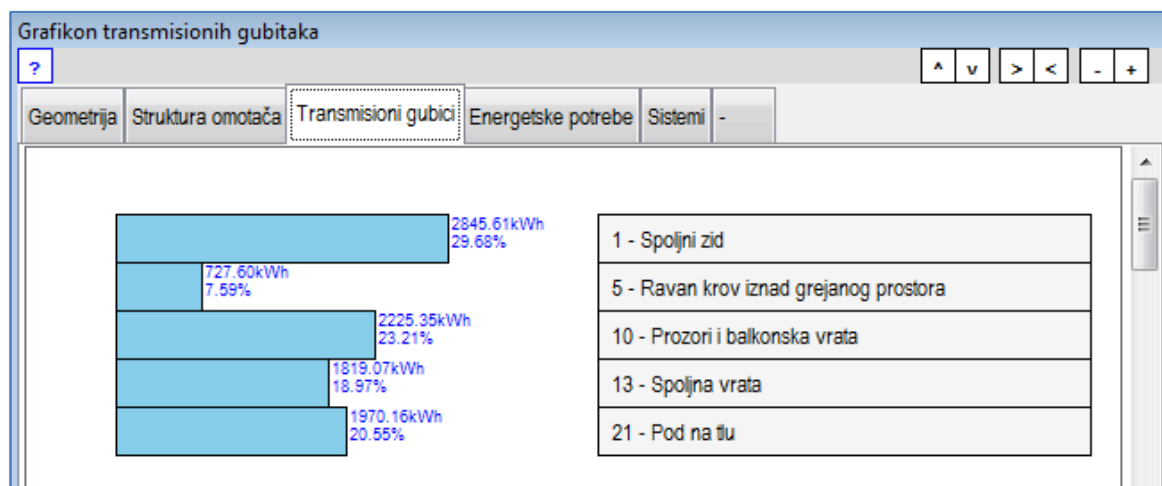
Као мера побољшања енергетског разреда објекта, први случај је замишљен као симулација која подразумева уградњу термоизолационог слоја дебљине 5 cm на спољашњу страну фасадних зидова. На слици 37. приказана је структура фасадних зидова након “уградње” термоизолационих полистирен плоча дебљине 5 cm.



Слика 37. Структура фасадних зидова са изолационим слојем од 5 cm.

Као што је и приказано (слика 37.), на фасадне зидове “уграђене” су полистирен плоче дебљине 5 cm и слој термоизолационог малтера дебљине 2 cm, чиме је коефицијент пролаза топлоте са првобитних $U = 1,658 \text{ W/m}^2\text{K}$ снижен на $U = 0,519 \text{ W/m}^2\text{K}$.

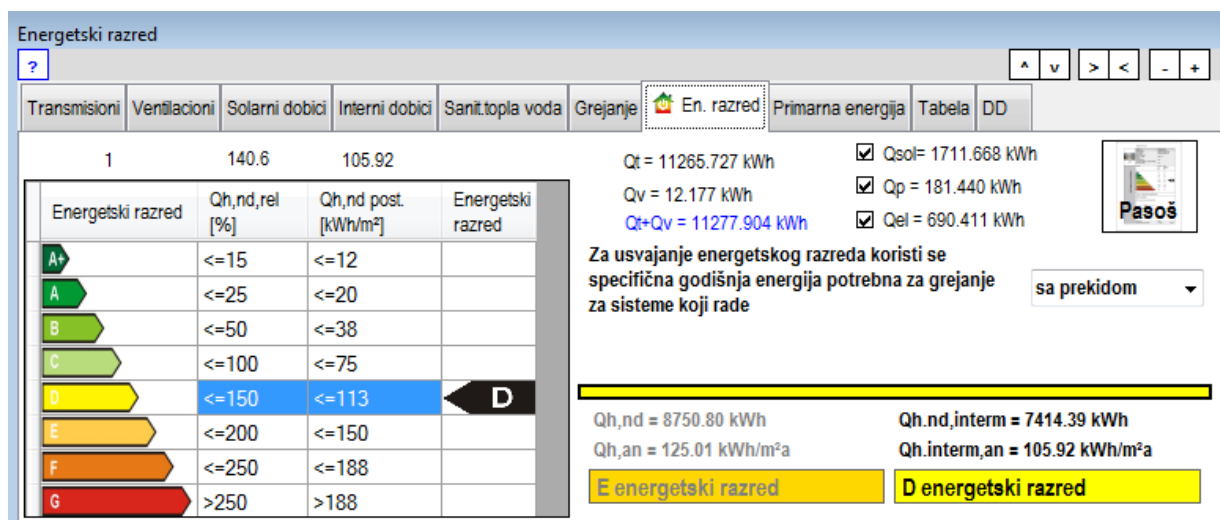
Сниженим коефицијентом пролаза топлоте кроз фасадни зид, долази се до процентуалне прерасподеле трансмисионих губитака. (слика 38.).



Слика 38. Трансмисиони губици са “уграђеном” термоизолацијом дебљине 5 cm.

Трансмисиони губици кроз фасадни зид са “уграђеном” термоизолацијом дебљине 5 cm сведени су на 29,68%. Поређења ради, постојећи губици без термоизолационог слоја износе 57,42%. Али, и поред уградње термоизолације трансмисиони губици од 2.845,61 kWh су релативно велики, што оставља додатне могућности за побољшање.

“Уградњом” термоизолационих полистирен плоча дебљине 5 cm знатно су снижени губици кроз фасадне зидове што је условило два нивоа повољнијим енергетским разредом (“D”) у односу на претходни (“F”). Енергетски разред након “уградње” полистирен плоча дебљине 5 cm приказан је на слици 39.



Слика 39. Енергетски разред након “уградње” полистирен плоча дебљине 5 cm.

Добијени енергетски разред објекта “D” са годишњом потребом улазне енергије за грејање (за системе који раде са прекидом) износи $Q_h = 105,92 \text{ kWh/m}^2$ годишње, са урачунатим трансмисионим и вентилационим губицима (Q_t и Q_v) и добицима насталим

услед боравка људи, употребе електричне опреме и сунчевог зрачења (Q_p , Q_{el} и Q_{sol}). Трансмисиони губици су снижени са првобитних 17.510,726 kWh на 11.265,727 kWh, што чини разлику од 6.245 kWh.

Узимајући у обзир просечну цену топлотне енергије (природни гас и огредвно дрво) од 3,72 RSD за kWh енергије, долази се до цифре од 23.231,40 RSD на годишњем новоу која би се уштедела стварном уградњом термоизолације дебљине 5 cm.

Цена материјала непходног за уградњу термоизолације често варира, у зависности од квалитета материјала и произвођача, логистике и других фактора који могу да утичу на формирање цена. Након прегледа каталога и понуда произвођача, најповољнија опција су материјали произвођача “ZvedaHelios” (табела 11.) који ће се користити у анализама економске исплативости [25].

Табела 11. Термоизолациони материјали произвођача “ZvedaHelios” [25].

Производ	Потрошња по m ²	Малопродајна цена [RSD]	Малопродајна цена [RSD/m ²]	Укупна цена [RSD/m ²]
Полистирен (5 cm)	1 m ²	207,00	207,00	576,60
Акрилни малтер, 25 kg	2,5 kg	1.935,00	193,50	
Лепак за полистирен, 25 kg	7 kg	345,00	96,60	
Стаклена мрежица	1,1 m ²	45,00	49,50	
Пластични типл (L – 100)	6 комада	5,00	30,00	

Укупна цена по m² износи 576,60 RSD, што за површину свих фасадних зидова од 87,53 m² износи 50.470 RSD. Када се дода просечан трошак за уградњу термоизолације од 600 RSD/m² (укупно за уградњу 52.520 RSD), долази се до новчаног износа од 102.990 RSD.

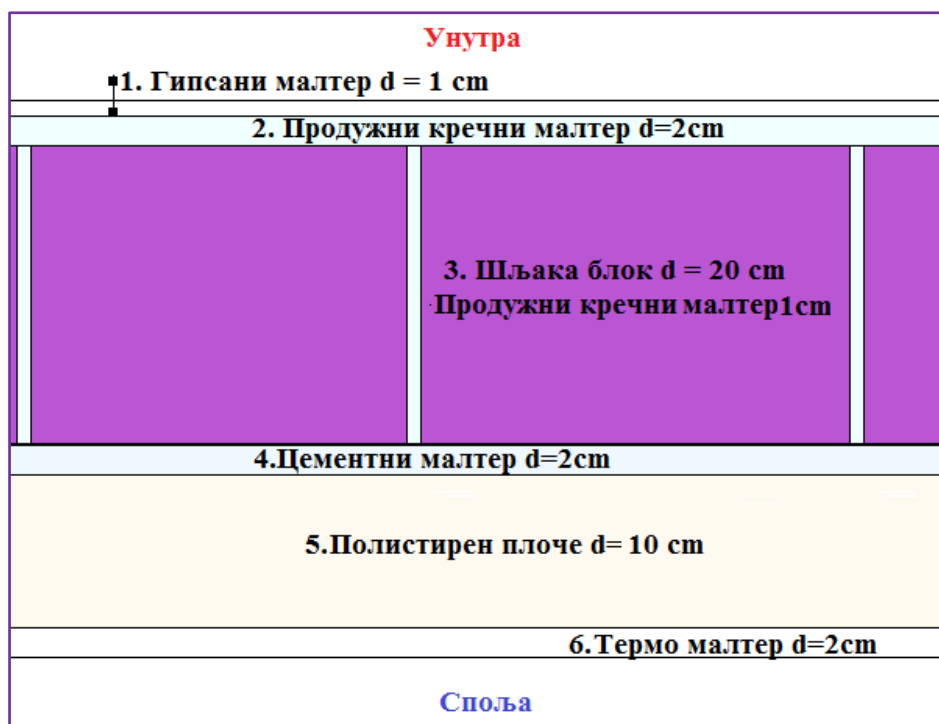
Како би досадашња економска анализа добила смисао, неопходно је израчунати период отплате уградње термоизолације.

Уштеда на основу смањених трансмисионих губитака на годишњем нивоу износи 23.231,40 RSD, док је цена уградње термоизолације са трошковима материјала 102.990 RSD. Количник трошкова уградње и новчане уштеде на рачун нижих трансмисионих губитака доводи до периода отплате нешто нижим од 4 године и 5 месеци, што свакако представља прихватљиво решење када је економска исплативост у питању.

4.1.2. Случај 2: уградња термоизолационог слоја дебљине 10 cm

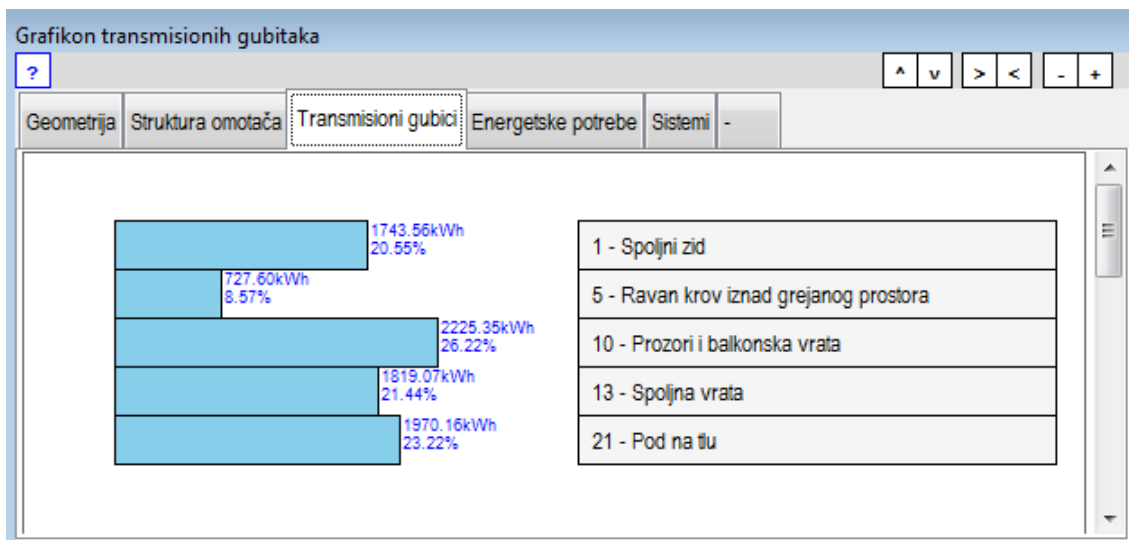
Други случај предлога мера побољшања енергетске ефикасности објекта, замишљен је да симулацијом уградње полистирен плоча дебљине 10 cm прикаже потенцијално смањење трансмисионих губитака кроз фасадне зидове.

На слици 40. дат је приказ пресека фасадних зидова након “уградње” термоизолационих полистирен плоча дебљине 10 cm. Коефицијент пролаза топлоте кроз фасадни зид у овом случају износи $U = 0,318 \text{ W/m}^2\text{K}$.



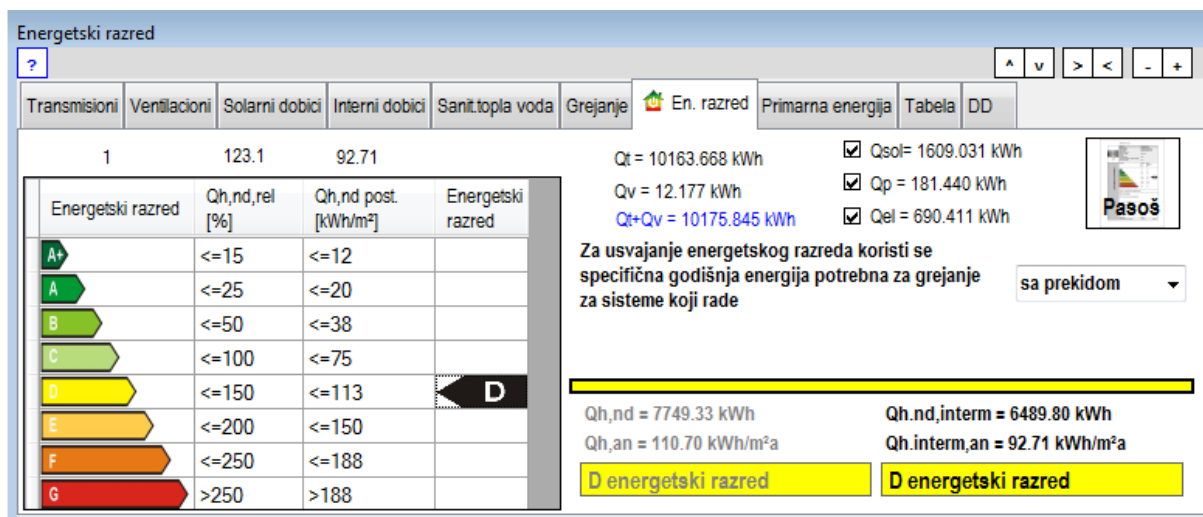
Слика 40. Пресек фасадног зида након “уграђе” полистирен плоча дебљине 10 cm.

Трансмисиони губици након симулације са “уграђеним” термоизолационим слојем дебљине 10 cm приказани су на слици 41.



Слика 41. Трансмисиони губици са “уграђеном” термоизолацијом дебљине 10 cm.

Енергетски разред објекта са “уграђеним” термоизолационим слојем дебљине 10 cm је “D” са 92,71 kWh/m² годшње и остао је непромењен у односу на термоизолациони слој дебљине 5 cm, уз евидентно смањење трансмисионих губитака (слика 42.).



Слика 42. Енергетски разред након “уградње” полистирен плоча дебљине 10 cm.

Укупни трансмисиони губици сведени су на 10.163,668 kWh, што је 7.347 kWh ниже у односу на реалне (постојеће) трансмисионе губитке. Губици су у односу на термоизолациони слој дебљине 5 cm снижени за 1.102 kWh.

Узимајући у обзир просечну цену топлотне енергије (природни гас и огревно дрво) од 3,72 RSD за kWh енергије, долази се до 27.330,84 RSD потенцијалне новчане уштеде на годишњем новоу.

Као што је наведено у случају 1. материјали “ZvedaHelios” (табела 12.) ће се користити и у анализама економске исплативости за термоизолациони слој дебљине 10 cm. [25].

Табела 12. Спецификација “ZvedaHelios” термоизолационих материјала [25].

Производ	Потрошња по m ²	Малопродајна цена [RSD]	Малопродајна цена [RSD/m ²]	Укупна цена [RSD/m ²]
Полистирен (10 cm)	1 m ²	414,00	414,00	783,60
Акрилни малтер ,25 kg	2,5 kg	1.935,00	193,50	
Лепак за полистирен, 25 kg	7 kg	345,00	96,60	
Стаклена мрежица	1,1 m ²	45,00	49,50	
Пластични типл (L – 100)	6 комада	5,00	30,00	

Укупна цена по m² износи 783,60 RSD, односно 68.588,50 RSD за укупну површину фасадних зидова од 87,53 m². Када се дода просечан трошак за уградњу термоизолације од 600 RSD/m² долази се до укупне цене од 121.106,50 RSD.

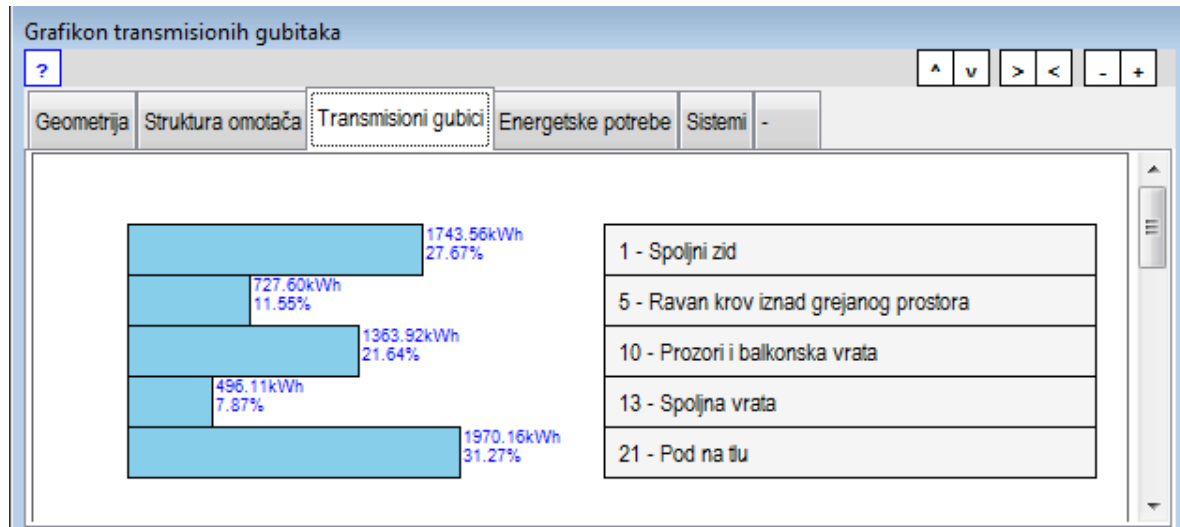
Уштеда на основу смањених трансмисионих губитака на годишњем нивоу износи 27.330,84 RSD, док је цена уградње термоизолације 121.106,50 RSD, што доводи до периода отплате од 4 године и 6 месеци. Период отплате је готово једнак резултатима који су приказани у економској анализи случаја 1.

4.1.3. Случај 3: уградња термоизолационог слоја дебљине 10 cm и замена улазних врата и прозора

У овом случају симулирана је комбинација случаја 2. уз додатну замену постојећих прозора и врата. Замена прозора и врата “обављена” је на следећи начин:

- уместо постојећих улазних врата која су метална (неизолована) са коефицијентом пролаза топлоте од: $U = 5,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, “уграђена” су такође метална, али изолована врата чији је коефицијент пролаза топлоте знатно нижи и износи: $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- уместо постојећих прозора од дрвета са двослојним стаклом (средња заптивеност) чији је коефицијент пролаза топлоте износи: $U = 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, “уграђени” су *PVC* петокоморни прозори са двослојним стаклом и термо прекидом. Коефицијент пролаза топлоте је: $U = 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Трансмисиона расподела након симулације случаја 3. приказана је на слици 43.

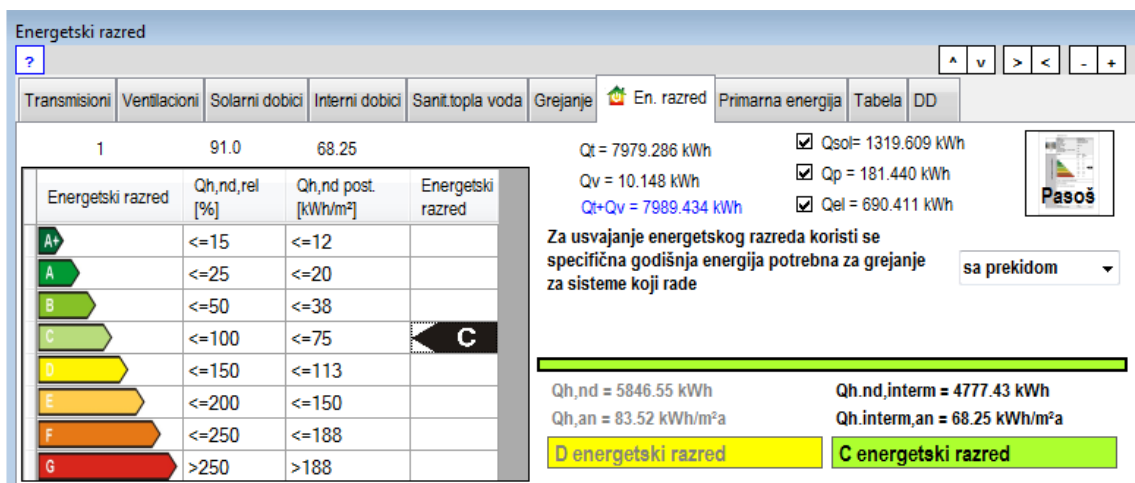


Слика 43. Трансмисиони губици у случају 3.

Трансмисиони губици су распоређени тако да се у односу на реално стање смањују на следећи начин:

- за прозоре: са тренутних 2.225,35 kWh на 1.363,92 kWh (разлика је 861,43 kWh годишње),
- за спољна (улазна врата): са тренутних 1.819,07 kWh на 496,11 kWh (разлика је 1.322,96 kWh годишње).

На слици 44. приказан је енергетски разред објекта након симулације описане у оквиру случаја 3. Енергетски разред објекта је “C” са годишњом потребом улазне енергије за грејање (за системе који раде са прекидом) која износи $Q_h = 68,25 \text{ kWh/m}^2$ годишње. Трансмисиони губици су у овом случају износе 7.979,28 kWh и нижи су за 9.531,44 kWh у односу на реалне трансмисионе губитке, док су у односу на случај 2. нижи за 2.184,38 kWh годишње.



Слика 44. Енергетски разред објекта за случај 3.

Заменом прозора трансмисиони губици се снижавају за 861,43 kWh годишње, што оставља простора за годишњу уштеду од 3.204,52 RSD. Заменом улазних врата уштедом енергије од 1.322,96 kWh годишње потенцијално се може остварити новчана уштеда од 4.921,30 RSD. Збирна уштеда износила би 8.125,82 RSD годишње.

Трошкови замене врата и прозора, као и период отплате приказани су у табели 13 [26].

Табела 13. Трошкови замене врата и прозора.

	Површина [m ²]	Цена [RSD]	Укупно [RSD]
Прозори	2,7	29.372,20	142.464,60
	2,7	29.372,20	
	2,7	29.372,20	
	0,42	8.346,00	
	0,42	8.346,00	
	1,26	18.828,00	
	1,26	18.828,00	
Врата	2,64	42.000,00	84.000,00
	2,64	42.000,00	

Како је трошак за израду термоизолације (случај 2.) 121.106,50 RSD, уз додатну замену прозора трошкови би били 263.571,00 RSD. Узимајући у обзир уштеду од 30.535,36 RSD (прозори: 3.204,52 RSD и термоизолација: 27.330,84 RSD) на годишњем нивоу, период отплате термоизолације и прозора је 8 година и 6 месеци.

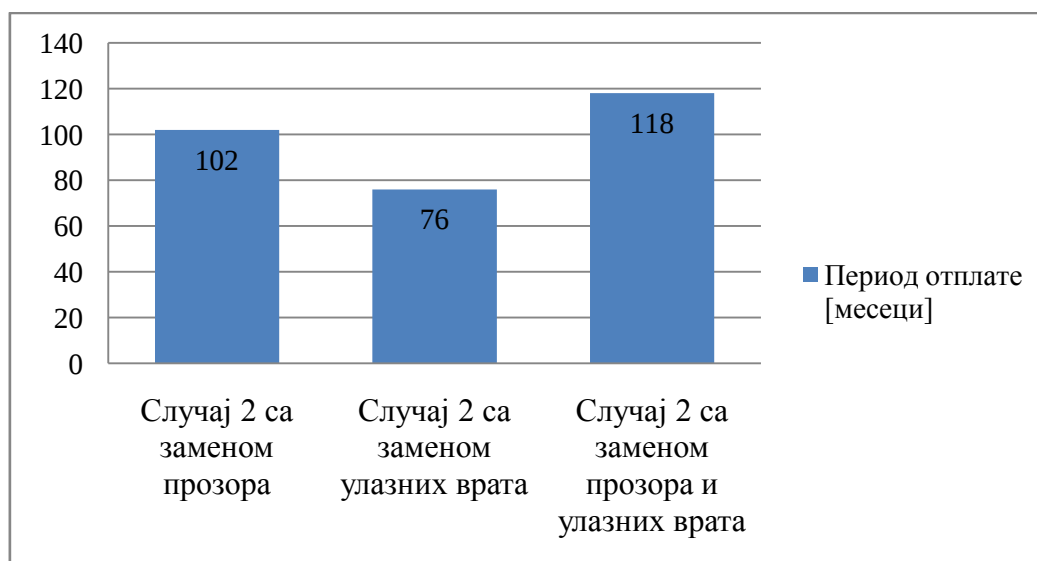
У случају замене улазних врата и термоизолације (случај 2.), трошкови би износили 205.106,50 RSD. Узимајући у обзир уштеду од 32.252,14 RSD (врата: 4.921,30 RSD и термоизолација: 27.330,84 RSD) на годишњем нивоу, период отплате термоизолације и врата је незнатно више од 6 година и 4 месеца.

Поред наведених података, важно је напоменути да се постављањем ефикаснијих прозора и врата, смањују и вентилациони губици који су се у симулацији овог случаја смањили за неосетних 2,03 kWh годишње.

Уколико би се разматрала економска исплативост случаја 3. (термоизолација, врата и прозори) долази се до укупних трошкова од 347.571,10 RSD. Потенцијална уштеда на

годишњем нивоу износи 35.456,66 RSD (прозори: 3.204,52 RSD, врата: 4.921,30 RSD и термоизолација: 27.330,84 RSD) уз период отплате од 9 година и 9 месеци.

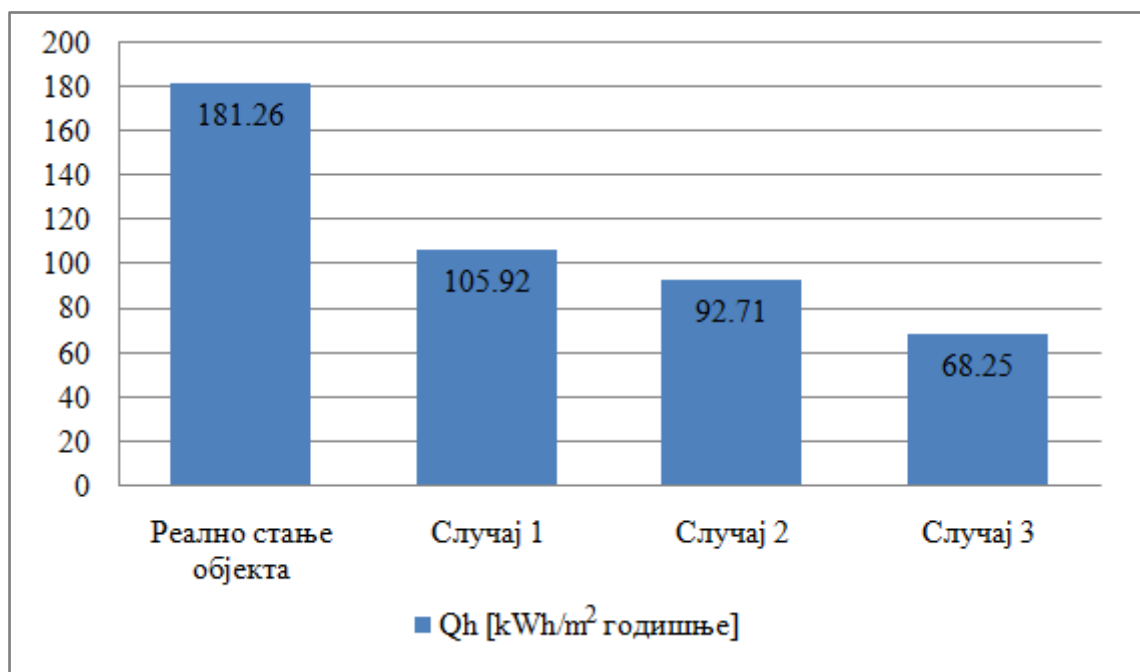
Графичко поређење решења у склопу случаја 3. приказано је на слици 45.



Слика 45. Поређење решења у склопу случаја 3.

4.2. Економско поређење мера за смањење потрошње топлотне енергије

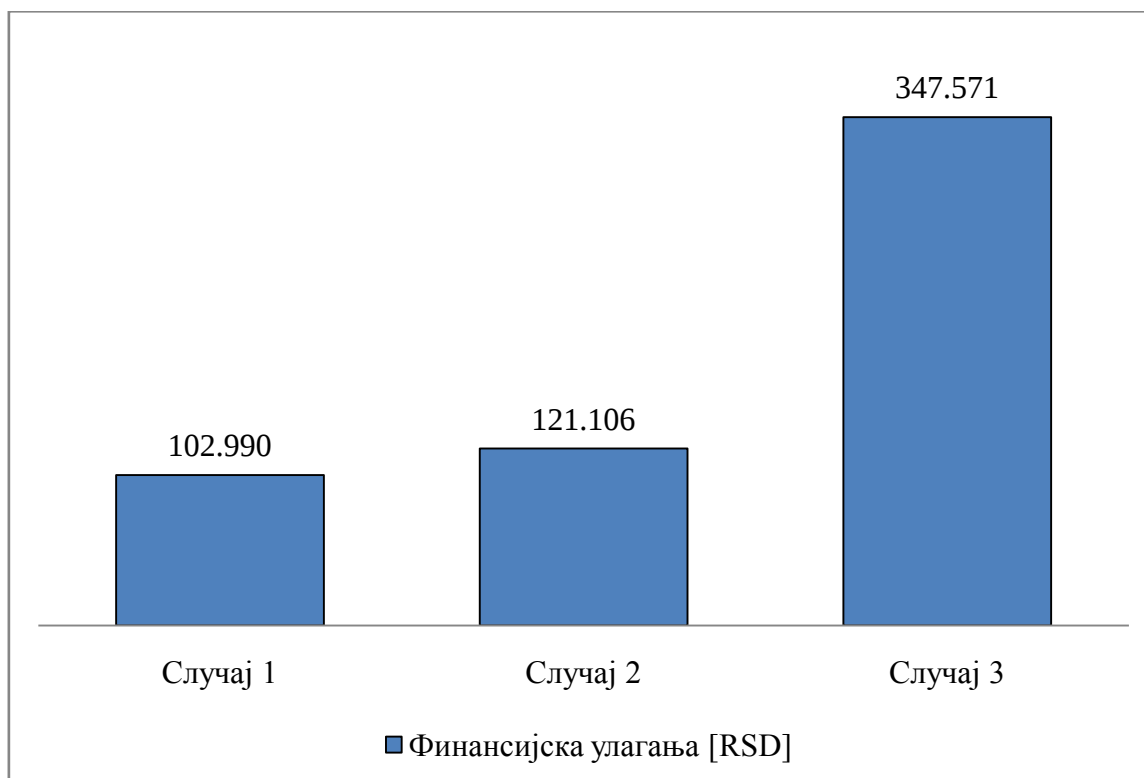
Графичко поређење потребне топлотне енергије (Q_h) за загревање простора (реално стање и три предлога за побољшање) приказано је на слици 46.



Слика 46. Потребна топлотна енергија (Q_h).

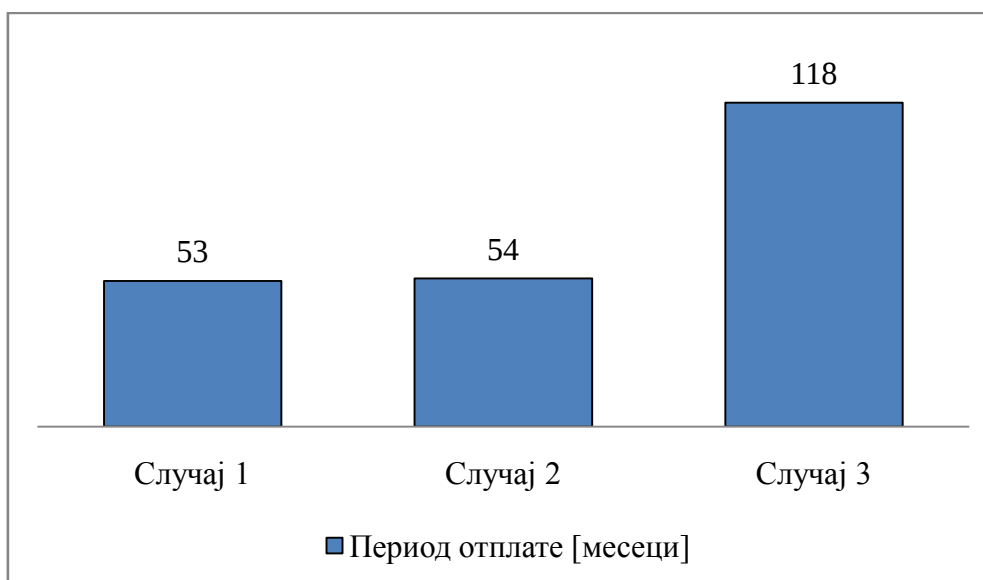
На основу графичког приказа (слика 46.), јасно је да се кроз предлоге мера за побољшање енергетске ефикасности потребна количина топлотне енергије за загревање простора значајно смањује.

Поређење финансијских средстава које је неопходно уложити како би се смањили трансмисиони губици (и потребна количина топлоте за загревање) приказано је на слици 47.



Слика 47. Поређење финансијских улагања.

Графички приказ периода отплате за три анализирана случаја приказан је на слици 48.



Слика 48. Период отплате.

На основу поређења економских анализа, може се изнети закључак по коме је случај 1. прихватљив. Међутим, случај 2. је свакако прихватљивији због готово сличног периода отплате уложених средстава. Случај 3. може се окарактерисати као финансијски захтевнији подухват.

5. Предлог мера за уштеду електричне енергије

Увидом у дијаграм расподеле електричне енергије (слика 28.), евидентно је да се највише електричне енергије троши на припрему топле воде (38%). Затим су са по 22% заступљени електронски уређаји и уређаји за припрему и чување хране. Са 10% заступљено је осветљење, док по 4% троше уређаји за вешерај и грејање и хлађење простора.

Према Закону о ефикасном коришћењу енергије који је усвојен 15. марта 2013. године, у Републици Србији производи који троше електричну енергију морају имати ознаке енергетске ефикасности. То се пре свега односи на кућне уређаје као што су машине за прање и сушење веша, машине за судове, пећнице, телевизори, расхладни уређаји, уређаји за климатизацију, електричне сијалице и светиљке. Електрични уређаји се класификују помоћу седам основних енергетских разреда од којих је најмање ефикасна класа “G”, а најефикаснија је класа “A”. У оквиру класе “A”, могу се користити и три допунске класе које означавају већу ефикасност уређаја (“A+”, “A++” и “A+++”). Маchine за прање судова енергетски повољнијег разреда, имају нижи степен емитовања буке [27].

Како се за припрему топле воде троши чак 38% електричне енергије (3.040 kWh годишње), јасно је да се обављање процеса загревања може обавити употребом знатно ниже количине електричне енергије. Количина електричне енергије која се користи за загревање воде у кухињским бојлерима (две кухиње у објекту) укупно износи 970 kWh. Како је просечна цена електричне енергије 6,74 RSD, за загревање воде у кухињским бојлерима потребно је издвојити 6.537,80 RSD годишње. Спецификација просечне потрошње енергије машина за прање судова дата је у табели 14.

Табела 14. Спецификација просечне потрошње машина за прање судова.

Енергетски разред	Потрошња електричне енергије [kWh/ годишње]	Уштеда воде [литара/ годишње]
“A++”	260 kWh	1.600
“A+”	300kWh	3.300

На основу података из табеле 14. годишња уштеда електричне енергије износила би 520 kWh (за две кухиње у објекту) за случај када је машина за прање судова енергетске класе “A++”. Годишња потрошња електричне енергије је нижа за 450 kWh, односно 3.033 RSD. Уштеда кроз потрошњу воде износи 3,2 m³, односно 196 RSD годишње. Период отплате инвестиције која укључује куповину две машине за прање судова просечне цене од 60.000 RSD (просечна цена једне машине: 30.000 RSD), је 18 година и 6 месеци.

Енергетски неефикасан фрижидер са потрошњом електричне енергије од 438 kWh спада у категорију “великих потрошача” електричне енергије. Куповином новог фрижидера енергетске класе “A+” чија је потрошња 162 kWh годишње остварује се уштеда од 276 kWh годишње, односно 1.860 RSD годишње. Узимајући у обзир цену уређаја од 20.900 RSD, долази се до периода отплате од 11 година [28].

Висок период отплате може се приписати релативно ниској цени електричне енергије за домаћинства у Србији. На жалост, национална енергетска политика којом се цена електричне енергије депресира због социјалних разлога, дестимулативно утиче на потрошаче који желе да користе енергетски ефикасне уређаје.

Сем замене електричних уређаја, део мера се односи и на домаћинско понашање када је употреба електричне енергије у питању. Домаћинско понашање може се применити на све уређаје који користе електричну енергију:

- веш машине и машине за прање судова:
 - укључивати само када је пуна уз коришћење краћих циклуса прања,
 - прати на нижој температури (уз високе температуре само када је неопходно,
 - уместо машине за сушење, веш сушити напољу (природном циркулацијом ваздуха),
- рерну и шпорет:
 - користити микроталасну пећницу за подгревање (када је то могуће),
 - ринглу искључивати пре краја кувања,
 - настојати да величина суда одговара величини рингле,
 - користити поклопац при кувању,
- фрижидер и замрзивач:
 - не отварати без потребе и поставити на месту где ваздух циркулише,
 - држати фрижидер даље од рерне или машине за прање судова,
 - држати унутрашњи простор пуним, под условом да није закрчен,
 - редовно уклањати насlage леда, не стављати топлу храну и проверавати заптивање врата (цурење вадуха),
- рачунарску опрему:
 - користити мониторе мање електричне потрошње,
 - осигурати да су рачунари искључени ноћу и када се не користе,
 - искључивање монитора када рачунар мора остати укључен у току ноћи или паузе у раду,
- кућне апарате:
 - пожељно је искључивање уређаја када нису у употреби како би се избегла “stand-by” потрошња која чини 5% - 10% потрошње електричне енергије у сектору домаћинства [2].

5.1. Мере уштеде и утицај расвете на животни простор

Електрични светлосни извори су вештачки светлосни извори који електричну енергију претварају у светлосну. Према начину претварања, електрични светлосни извори се деле на четири основне групе:

- инкадесцентне сијалице (са ужареним влакном) ознаке “IL”,
- светлосне (флуо) цеви:
 - флуоресцентне (FL) и
 - компакт флуоресцентне (CFL),

- сијалице са пражњењем високог интензитета (натријумске, живине и металхалогене),
- LED сијалице.

Ниво осветљености се дефинише као минимална средња осветљеност референтне површине, потребна за извршавање одређеног видног задатка [2].

Употреба енергетски ефикасних сијалица може довести до вишеструке уштеде електричне енергије. Разлика потрошње електричне енергије са постојећом расветом и након побољшања приказана је у табели 15.

Табела 15. Разлика потрошње електричне енергије за расвету.

Просторија	Тренутно			Након замене		
	Број сијалица	Тип сијалице	Укупна снага [W]	Укупна снага [W]	Тип сијалице	Годишње ангажовање [h]
Кухиња	1	FL	40	9	LED	730
Тераса	1	IL	100	12	LED	1.800
Предсобље	1	IL	60	7	LED	540
Дневна соба	2	CFL	52	18	LED	1.800
Спаваћа соба	1	CFL	26	9	LED	160
Купатило	1	IL	75	9	LED	730
Кухиња	1	IL	75	9	LED	250
Тераса	1	IL	100	12	LED	1.200
Предсобље	1	IL	60	7	LED	120
Соба	2	IL	150	18	LED	750
Купатило	1	IL	60	7	LED	180
Напоље	2	CFL	64	24	LED	2.400
Укупно kWh			816,96	161,21	Укупно kWh	
Укупно RSD			5.505	1.093	Укупно RSD	

У објекту се користи 15 сијалица (укључујући и сијалице које се налазе напољу) од чега је:

- 1 флуоресцентна (FL),
- 9 сијалица са ужареним влакном (IL) и
- 5 компакт флуоресцентних (CFL) сијалица.

Потрошња електричне енергије за осветљење износи 816,96 kWh, односно 5.505 RSD. Евентуалном заменом постојећих сијалица, ефикаснијим LED осветљењем годишња уштеда би била 655,75 kWh односно 4.420 RSD.

За потребних 15 сијалица колико је у употреби, потребно је 3.750 RSD (просечна цена једне сијалице је 250 RSD) и период отплате је 1 година и 3 месеца, што представља веома повољну инвестицију узимајући у обзир радни век LED сијалица од 25.000 часова [29].

6. Ефикасно коришћење воде у домаћинствима

Најчешће потребе за водом у просечном домаћинству јављају се у:

- кухињи (кување, спремање хране и прање судова),
- купатилу (лична хигијена, туширање, умивање),
- вешерници (прање одевних предмета) и као
- вода за пиће [2].

Ефикасном употребом воде у домаћинству, доприноси се и заштити животне средине, економичности и уштеди енергије као и заштити извора пијаће воде.

Ефикасно коришћење воде у домаћинствима спроводи се кроз:

- ефикасно коришћење од стране корисника (навике и понашања),
- набавку ефикасне опреме за дистрибуцију,
- одржавање исправности опреме.

Прекомерна потрошња воде може бити узрокована неисправношћу водомера, цурењем у неком делу система или нерационалним коришћењем, односно непримерним навикама корисника.

Мере прекомерне потрошње воде у домаћинству су мере домаћинског понашања:

- затварање славина,
- укључивање машина за веш и посуђе само када су пуне,
- смањење протока воде када није неопходно (прање, заливање) [2].

7. Закључак

На глобалном нивоу су већ дуже време присутни проблеми повећане потрошње електричне енергије, раста цена енергије и проблема загађења околине везаног са производњом и потрошњом електричне енергије. Зграде су током свог животног века одговорне за 40% потрошње енергије у свету, 17% питке воде и 40% емисије гасова стаклене баште. Да би се смањила потрошња енергије у сектору домаћинства, новоизграђени објекти у обавези су да се при пројектовању зауставе на граници дозвољене потрошње енергије и емисији гасова стаклене баште. Међутим, велики проблем представљају раније изграђени објекти (попут стамбеног објекта који је обрађен у оквиру овог дипломског рада). Наиме, објекти саграђени почетком 1960-их до краја 1980-их година грађени су у периоду јефтине и доступне енергије када се при пројектовању није водило рачуна о енергетским потребама објекта за грејање и хлађење. Тако да се данас на простору Србије налази више од 300.000 објеката који немају термоизолацију, док је знатном проценту термоизолованих објеката више придодат естетски, од енергетског значаја.

У оквиру овог дипломског рада, енергетски биланс једног стамбеног објекта изграђеног 1965. године, (који обухвата анализу потрошње енергената, електричне енергије и воде) показао је да је потенцијал за уштеде знатан. Објекат ниског енергетског разреда “F” без термоизолације на фасадним зидовима анализиран је кроз три случаја, са циљем унапређења енергетске ефикасности. Анализе су показале осетни помак који је задовољио регулативна “правила”, према којима објекти подвргнути реновирању морају унапредити енергетски разред за бар један ниво. Тако се у случају у коме је симулирана “уградња” термоизолационих полистирен плоча дебљине 5 cm на фасадним зидовима, енергетски разред побољшао за чак два нивоа и нашао се на нивоу “D”. Годишња потреба за топлотном енергијом за загревање куће сведена је са тренутне (стварне потребе) 181,26 kWh/m² годишње на 105,92 kWh/m² годишње. Период отплате инвестиције је 4 године и 5 месеци. У случају уградње термоизолације од полистирен плоча дебљине 10 cm, период отплате је 4 године и 6 месеци, док је потреба за топлотном енергијом куће сведена на 92,71 kWh/m² годишње. Трећи случај представљао је симулацију 2. случаја са могућом заменом прозора и врата који су у контакту са спољним ваздухом. У овом случају достигнут је енергетски разред “C”, при чему је потребна топлотна енергија за загревање куће од 68,25 kWh/m² годишње. За трећи случај су потребна нешто већа финансијска улагања уз период отплате од 9 година и 8 месеци.

Велики број стамбених кућа и објеката налази се у “сличном проблему”, јер услед недостатка термоизолације и лошег физичког стања конструкције и омотача, уз неефикасне системе за грејање, неефикасне електричне уређаје и осветлу, неадекватно одржавање и нерационално коришћење воде, потрошња енергије у породичним кућама у Србији је знатно виша од европског окружења. То условљава, да су и поред релативно нижих цена појединих енергената, укупни трошкови за енергију релативно високи и као такви значајно оптерећују породичне буџете корисника.

8. Литература

- [1] Lehrman, Robert L. (1973). „*Energy is not the ability to do work*”(PDF)
- [2] Гордић Д. Енерго-еколошки менаџмент, скрипта за предавања, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2016. Доступно на: <http://moodle.mfkg.rs>
- [3] Feynman, Richard (1970). *The Feynman Lectures on Physics Vol I*. AddisonWesley. ISBN:978-0-201-02115-8
- [4] Центар енергије, интернет страница:
<http://www.centar-energije.com/primarni-i-sekundarni-energenti>
Приступљено: 04.07.2017
- [5] Николић Д. Енергетска ефикасност објеката, скрипта за предавања, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2017. Доступно на: <http://moodle.mfkg.rs>
- [6] *Priručnik za energetske savjetnike*, Zagreb 2008. ISBN: 978-953-7429-06-5
- [7] Јовановић Поповић М., Игњатовић Д., Радивојевић А., Рајчић А., Ђукановић Љ., Ђуковић Игњатовић Н., Недић М., “Атлас породичних кућа Србије”, Архитектонски факултет Универзитета у Београду 2013. ISBN 978-86-7924-101-6
- [8] Zoran Živković, *Predlog mera za finansiranje energetske efikasnosti u zgradarstvu u Srbiji*, *Građevinska knjiga Beograd 2011* ISBN: 978-86-395-0629-2
- [9] Стојиљковић М., Тодоровић М. Основе енергетског билансирања зграде, Инжењерска комора Србије
- [10] *Eko kutak*, интернет страница:
<http://www.ekokutak.zivotinje.rs/single.php?alias=evropa-nam-cuva-prirodu&id=10887>
Приступљено: 05.09.2017
- [11] *Efikasnost*, интернет страница:
<http://www.efikasnost.org/2013/05/gubici-energije-u-kuci.html>
Приступљено: 04.07.2017
- [12] *Nexus energy center*, интернет страница:
<http://www.nexusenergycenter.org/which-type-of-home-insulation-is-best/>
Приступљено: 04.07.2017
- [13] *Designn 2*, интернет страница:
<http://www.designn2.com/home/energetska-efikasnost-gradevinskih-objekata>
Приступљено: 04.07.2017
- [14] Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр 61/2011)
- [15] Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл. гласник РС, бр 61/2011)
- [16] *Pasivna kuca*, интернет страница:
<http://www.pasivnakuca.rs/index.php/energetski-pasosi>
Приступљено: 04.07.2017

- [17] *Geo Srbija*, интернет страница:
<http://www.geosrbija.rs/>
Пристапљено: 08.01.2017
- [18] *Graphi soft – ArchiCad 20*, интернет страница:
<http://www.graphisoft.com/archicad/>
Пристапљено: 23.12.2016
- [19] *Auto desk – AutoCad 17*, интернет страница:
<https://www.autodesk.com/education/free-software/autocad>
Пристапљено: 14.12.2016
- [20] *Knaufinsulation*, интернет страница:
<http://www.knaufinsulation.rs/sr/gradjevinska-fizika>
Пристапљено: 25.08.2017
- [21] *Srbija gas*, интернет страница:
<http://www.srbijagas.rs/potrosaci/osnovni-pojmovi-gasne-tehnike.78.html?action=print>
Пристапљено: 20.08.2017
- [22] *Manna - agency, Tehničko uputstvo za gasne peći*, интернет страница:
http://manna-agency.com/templates/pdf/goods/5698_3.pdf
Пристапљено: 20.08.2017
- [23] Приручник о дрвним горивима: <http://www.fao.org/3/a-i4441o.pdf>
Пристапљено: 23.12.2016
- [24] *Torpedo*, интернет страница:
http://torpedo.rs/index.php?route=product/product&manufacturer_id=42&product_id=165
Пристапљено: 20.08.2017
- [25] *Roma*, интернет страница:
<http://www.roma.rs/termoizolacija-fasade-cene-po-m2/>
Пристапљено: 26.08.2017
- [26] *PVC projekt*, интернет страница:
<http://www.pvcprojekt.rs/pvc-prozor-cena.php>
Пристапљено: 26.08.2017
- [27] *Energetski portal*, интернет страница:
<https://www.energetskiportal.rs/predstavljam-usteda-pomocu-energetski-efikasnih-uredaja/>
Пристапљено: 27.08.2017
- [28] *Beko*, интернет страница:
<http://www.beko.co.rs/rs/Frizideri/>
Пристапљено: 27.08.2017
- [29] *LED Srbija*, интернет страница:
<https://www.ledsrbija.rs/led-rasveta/led-sijalice>
Пристапљено: 29.08.2017