

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Урбано инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Предмет: Енерго-еколошки менаџмент

Број индекса: 929/2015

Димитрије П. Денић

Енергетско билансирање и повећање енергетске ефикасности једнопородичног стамбеног објекта у Тавнику, општина Краљево

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **др Душан Гордић, редовни професор - ментор**
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Студент треба да прикупи и систематизује податке о потрошњи енергије и воде у стамбеном (резиденцијалном) сектору на глобалном нивоу, да дефинише начин израде биланса потрошње финалне енергије и воде у домаћинствима, да изради енергетски биланс једнопородичног стамбеног објекта у Тавнику, да дефинише мере за повећање енергетске ефикасности у домаћинствима (са посебним освртом на мере за смањење потрошње електричне енергије апарата у домаћинствима) и да дефинише мере за повећање енергетске ефикасности поменутог стамбеног објекта уз одговарајућу техно-економску анализу предузетих мера.

Препоручена литература:

- [1] Методологија провођења енергетског прегледа зграда, Министарство заштите околиша, просторног уређења и градитељства, Загреб, 2009.
- [2] Приручник за енергетско сертификарање зграда, дио 2, Програм Уједињених народа за развој (UNDP), Загреб, Хрватска, 2012.
- [3] Danya Bryx, Gidon Bromberg, Best Practices in Domestic Water Demand Management, 2009.
- [4] Марио Обрдаљ, Пројект Потпцање енергетске ефикасности у Хрватској, Програм Уједињених народа за развој (UNDP), 2013.
- [5] R. Waskom, J. Kallenberger, T. Bauder, E. Wardle, M. Neibauer, Household Water Conservation, Colorado State University Extension, 2018.

Крагујевац, март 2019.

Ментор:

др Душан Гордић, редовни професор

Резиме

У раду је најпре извршено прикупљање и систематизовање података који описују тренутно стање потрошње финалне енергије и воде у стамбеном сектору, у Републици Србији. Затим је дефинисана методологија израде биланса потрошње финалне енергије и воде. Задатак рада јесте извршити енергетски преглед у циљу енергетског билансирања и анализу потрошње воде једнопородичног стамбеног објекта у коме живи петочлана породица. Прикупљени подаци унети су у софтвер **URSA GF 2** а затим је реализована енергетска симулација и одређен је енергетски разред објекта. Истраживане су различите мере за побољшање енергетске ефикасности у домаћинствима са посебним освртом на мере за смањење потрошње воде. На основу постојећег стања дефинисане су мере за ефикасније коришћење топлотне, електричне енергије и воде, а затим је извршена техно-економска анализа предложених мера.

Кључне речи: стамбени објекат, енергетски преглед, потрошња финалне енергије и воде, енергетска ефикасност, техно-економска анализа

Abstract

In this thesis were collected and systematized Data about the current state of final energy and water consumption in the residential sector in the Republic of Serbia and also the methodology of making the balance between final energy consumption and water consumption was defined. The task of the thesis is to perform an energy audit in order to make an energetic balance and analyze the consumption of water of a single family residential building, in which a five-member family lives. The collected data were inserted into the **URSA GF 2** software and then an energy simulation was performed and also the energy class of the building was determined. Various measures have been explored to improve energy efficiency in households with particular reference to measures for reducing water consumption. On the basis of existing situation, measures for more efficient use of heat, electricity and water were defined and a techno-economic analysis of the proposed measures was performed.

Keywords: residential building, energy audit, final energy and water consumption, energy efficiency, techno-economic analysis

САДРЖАЈ

1.	Потрошња енергије и воде у стамбеном сектору у Србији	1
2.	Методологија израде биланса потрошње финалне енергије и воде	9
2.1.	Омотач објекта	10
2.2.	Систем грејања	11
2.3.	Систем за снабдевање питком и санитарном водом	13
2.4.	Систем хлађења/климатизације	13
2.5.	Систем вентилације	14
2.6.	Систем за припрему санитарне топле воде	15
2.7.	Расвета (унутрашња и спољашња)	15
2.8.	Електрични уређаји	16
2.9.	Систем снабдевања електричном енергијом и мерење потрошње	17
2.10.	Израда енергетског пасоша	19
3.	Енергетски преглед једнопородичног стамбеног објекта у Тавнику	28
3.1.	Општи подаци о објекту	28
3.2.	Омотач објекта	30
3.2.1.	Спољашњи зидови	31
3.2.2.	Кровна конструкција	33
3.2.3.	Подна површина	33
3.2.4.	Врата и прозори	34
3.3.	Систем грејања	35
3.4.	Систем за снабдевање питком и санитарном водом	37
3.5.	Систем хлађења/климатизације	38
3.6.	Систем вентилације	39
3.7.	Систем за припрему санитарне топле воде	40
3.8.	Систем расвете (унутрашње и спољашње)	41
3.9.	Електрични уређаји	43
3.10.	Систем снабдевања електричне енергије и мерење потрошње	47
4.	Израда енергетског пасоша	50
5.	Мере за побољшање енергетске ефикасности у домаћинствима	53
5.1.	Мере за смањење потрошње топлотне енергије	54
5.2.	Мере за смањење потрошње електричне енергије	55
5.3.	Мере за смањење потрошње воде	58
6.	Мере за побољшање енергетске ефикасности анализираног објекта	70
6.1.	Изолација крова	71
6.2.	Замена прозора и врата	72

6.3.	Изолација неизолованих делова зидова и/или побољшање тренутне изолације	72
6.4.	Електрична енергија.....	76
6.5.	Вода	78
7.	Техно-економска анализа	79
7.1.	Анализа мера унапређења ЕЕ топлотне енергије.....	79
7.1.1.	Топлотна изолација крова	80
7.1.2.	Замена прозора и врата.....	81
7.1.3.	Изолација неизолованих спољашњих зидова	82
7.1.4.	Побољшање тренутне изолације.....	83
7.1.5.	Комплетна санација објекта	84
7.1.6.	Анализа добијених резултата.....	87
7.2.	Анализа мера унапређења ЕЕ електричне енергије	88
7.3.	Анализа мера унапређења ЕЕ потрошње воде	89
8.	Закључак	92
9.	Литература	94

1. Потрошња енергије и воде у стамбеном сектору у Србији

Енергетска ефикасност представља скуп термина којима се описује квалитет коришћења енергије. Енергетска ефикасност се не односи на штедњу енергије, јер се штедњом енергије по аутоматизму смањује квалитет живота односно стандард, већ она представља смањење потрошње енергије за производњу или живот људи. Објекат који енергију троши рационално без расипања, представља енергетски ефикасан објекат. Да би се постигла енергетска ефикасност могу се применити различите мере, а неке од њих се односе на промене у понашању, техничке карактеристике уређаја, унапређење постојећег стања објекта (нпр. омотач зграде) итд. Једна од неколико мера која се односи на промене у понашању јесте искључивање уређаја чији рад тренутно није неопходан, док се под техничким карактеристикама уређаја мисли на степен корисности одређеног уређаја. Енергетска ефикасност се може применити у свим сферама, почев од производње преко дистрибуције па до потрошње енергије.

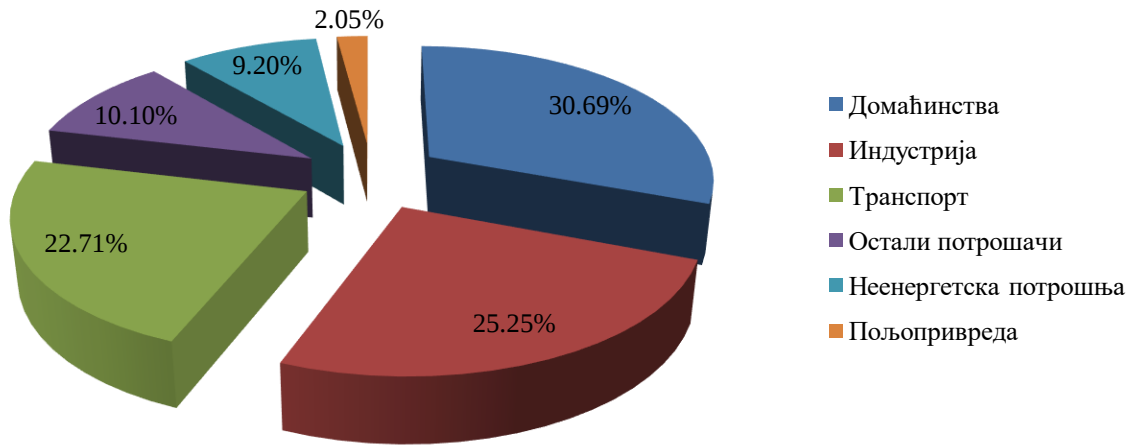
Према подацима Министарства грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре из 2018. године, у Србији преко 90% зграда са више станова и зграда са појединачним станом није изграђено у складу са важећим стандардима енергетске ефикасности. Као последица такве градње дошло се у ситуацију да просечна стамбена зграда у Србији троши чак четири пута више енергије од зграде у Шведској, иако је у Шведској зимски период дужи и неповољнији. Да би се сачували природни ресурси за будуће нараштаје, што представља основицу одрживог развоја, мора се рационалније трошити енергија а то се постиже израдом енергетских пасоша. Да би се утврдила енергетска ефикасност сваког објекта потребно је извршити енергетски преглед објекта односно зграде, који представља основу за добијање енергетског пасоша. Енергетски пасош се добија тек након извршене енергетске сертификације објекта. Енергетска сертификација објекта представља скуп радњи и поступака као што су: енергетски преглед зграде, затим вредновање прегледаних ставки и на крају писање извештаја да је преглед извршен и издавање енергетског пасоша. Енергетска сертификација нових зграда врши се у оквиру техничког пријема зграде. Енергетски пасош представља потврду о енергетским својствима зграде и издаје га овлашћена организација у складу са правилником о условима и начину издавања енергетског пасоша. Валидност документа је 10 година. Такође, поседује податке о енергетском разреду којем зграда припада, а који се одређује на основу односа специфичне потребне енергије за грејање и максимално дозвољене енергије за грејање у току једне године за зграду одређене категорије. Укупно постоји осам енергетских разреда (од „А+” до „G”). Сви новоизграђени објекти и постојећи на којима се врши 25% реконструкције морају поседовати енергетски пасош. Објекти који не морају имати енергетски пасош су: постојеће зграде које се продају, дају у закуп, реконструишу или енергетски санирају, а које имају мање од 50 m², зграде које имају предвиђени век употребе ограничен на две године и мање, зграде привременог карактера, зграде намењене за одржавање верских обреда, зграде које се не греју или се греју до +12°C, зграде које су под одређеним режимом заштите а код којих би испуњење захтева енергетске ефикасности било у супротности са условима заштите, радионице. Минимални енергетски разред који нова зграда мора да има јесте „C”, а након реконструкције постојеће мора се побољшати енергетски разред.

Предности енергетског пасоша:

- смањење потрошње енергије и трошкова и мање загађење животне средине,
- осигурање квалитета у новоградњи и у санацији неефикасних објеката,
- повећање вредности некретнине,
- обухватна документација постојећег стања итд [1][2][3].

Половином прошлог века започета је експанзија стамбене изградње што је резултовало великим бројем објеката који су велики потрошачи енергије и који не задовољавају савремене тенденције смањења потрошње енергије. Просечна годишња потрошња енергије за грејање у Србији износи око 150 kWh/m², а у ЕУ око 120 kWh/m². Највећи појединачни потрошачи енергије и загађивачи животне средине јесу зграде, стамбене и нестамбене. Због релативно дугог животног века имају велики утицај на околину, који не сме бити занемарен. Несигурност у снабдевању енергијом, недостатак енергије, раст цена енергије и енергената, климатске промене али и недовољна ефикасност потрошње енергије јесу проблеми са којима се суочава Србија. Зато је изузетно битно системско пројектовање и управљање енергијом у зградама, пре свега стамбеним јер су оне највећи потрошачи финалне енергије у Србији. Баш због ове чињенице постоји велики потенцијал за енергетске, финансијске и еколошке уштеде због чега енергетска ефикасност и одржива градња заузимају приоритетно место. Повећањем енергетске ефикасности директно се побољшавају услови комфора објекта али и продужава век трајања зграде. Акциони план за енергетску ефикасност као и обавезна сертификација нових зграда дефинишу значај газдовања енергијом у зградама. Главни циљ побољшања енергетске ефикасности јесте имплементација механизма за трајно смањење енергетских потреба свих објеката при пројектовању, изградњи и коришћењу нових, као и реконструкцији постојећих [4][5]. Рачуни за енергију постају све веће оптерећење за домаћинства. Рационалном потрошњом и штедњом енергије кроз унапређење стања омотача објекта и куповину енергетски ефикаснијих уређаја могу помоћи себи али и допринети одрживом развоју. Из претходно наведених разлога анализирана је потрошња финалне енергије у стамбеном сектору. Укупна потрошња финалне енергије у Републици Србији износила је 9,2989 Mtoe у 2017. години. Сектор са највећом потрошњом финалне енергије јесу домаћинства, са 30,7% (2,854 Mtoe), што је више од индустрије и саобраћаја засебно (слика 1). Сектор са најмањом потрошњом је пољопривреда са 2% (0,190 Mtoe). На слици 1 приказана је потрошња финалне енергије по секторима [6].

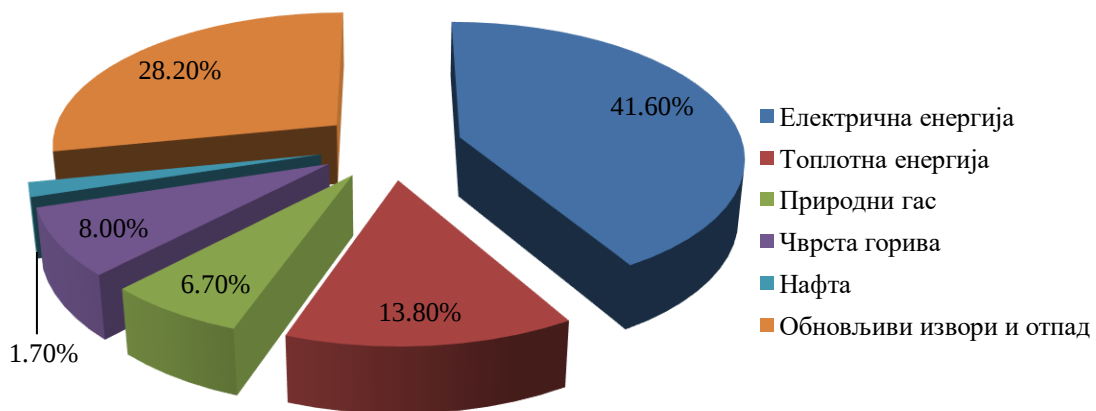
Потрошња финалне енергије по секторима



Слика 1. Удео потрошње финалне енергије по секторима [6]

Укупна потрошња финалне енергије бележи раст од 2015. године у просеку од 4%, док се у стамбеном сектору бележи раст од 2014. до 2016. године у просеку од 3%, а затим благи пад у 2017. години за 2,4%. У наредном делу рада приказан је удео коришћења различитих облика финалне енергије у стамбеном сектору, као и расподела потрошње различитих облика финалне енергије у зависности од крајње употребе. Највећи удео у потрошњи финалне енергије у домаћинствима има електрична енергија, 41,6% (1,187 Mtoe), а најмањи нафтни деривати, 1,7% (0,048 Mtoe). Највећи удео у обновљивим изворима има биомаса односно огревно дрво. На слици 2 приказана је потрошња различитих облика финалне енергије у стамбеном сектору [6].

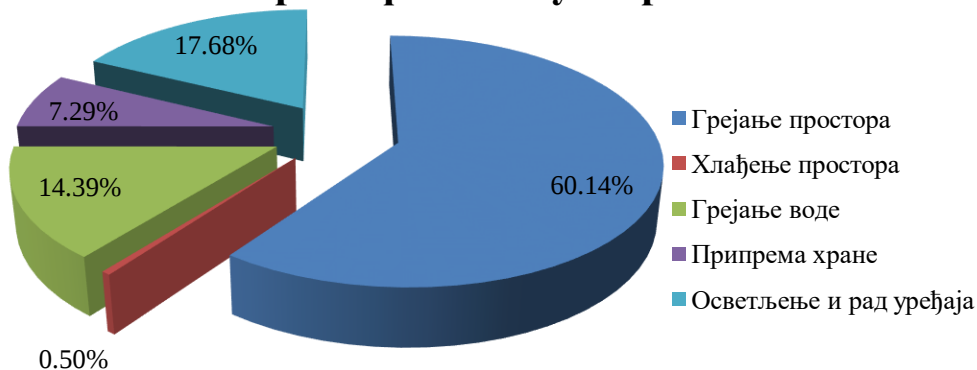
Потрошња финалне енергије у стамбеном сектору



Слика 2. Структура потрошње финалне енергије [6]

Стамбени сектор користи финалну енергију у различите сврхе: грејање простора, грејање воде, хлађење простора, припрему хране, осветљење и рад електричних уређаја (слика 3). У Републици Србији, највећи део финалне енергије бива потрошен на грејање домова, више од 60% (1,716 Mtoe), док се најмање енергије потроши на хлађење простора, 0,5% (0,014 Mtoe). Дакле, области које изискују највећу потрошњу финалне енергије у домаћинствима су: грејање простора, осветљење и рад уређаја и грејање воде (92,21%) [6].

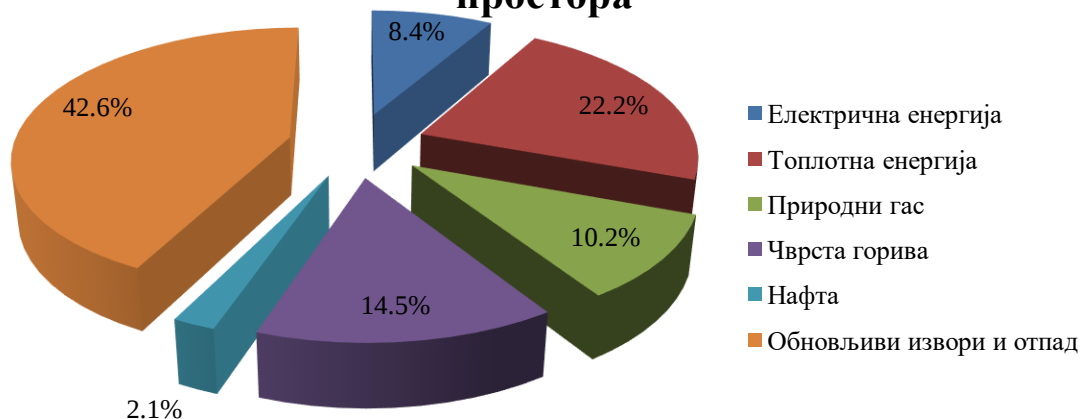
Потрошња финалне енергије према врсти финалне употребе



Слика 3. Структура финалне потрошње енергије [6]

За грејање домова могу се користити различити системи грејања (индивидуално, централно и даљинско грејање) који се погоне различитим енергентима односно енергијом. Слика 4 приказује расподелу потрошње различитих облика финалне енергије за грејање простора у стамбеном сектору. Грађани Републике Србије у највећој мери за грејање домова користе обновљиве изворе и отпад, тачније традиционалну биомасу (огревно дрво), 0,731 Mtoe, а најмање нафтне деривате као што је лож уље, дизел и слично, 0,036 Mtoe [6].

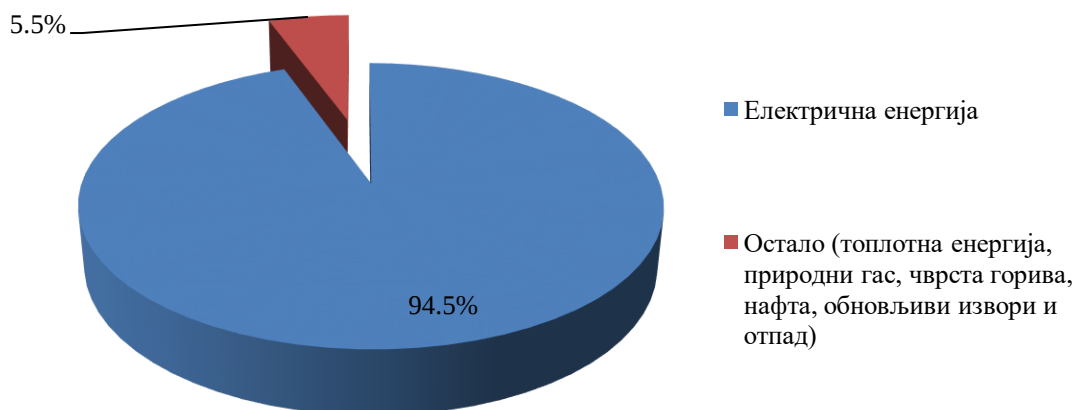
Потрошња финалне енергије за грејање простора



Слика 4. Структура потрошње финалне енергије за грејање простора [6]

У оквиру области припреме топле воде домаћинства потроше укупно 0,411 Мтое финалне енергије од чега се убедљиво највише употребљава електрична енергија за грејање воде која је неопходна за рад бојлера (слика 5). У оквиру преосталих 5,5% других облика финалне енергије удео употребе је следећи: топлотна енергија 2,5%, природни гас 2%, чврста горива 0,5%, нафтни деривати 0,1%, обновљиви извори енергије и отпад 0,4% [6].

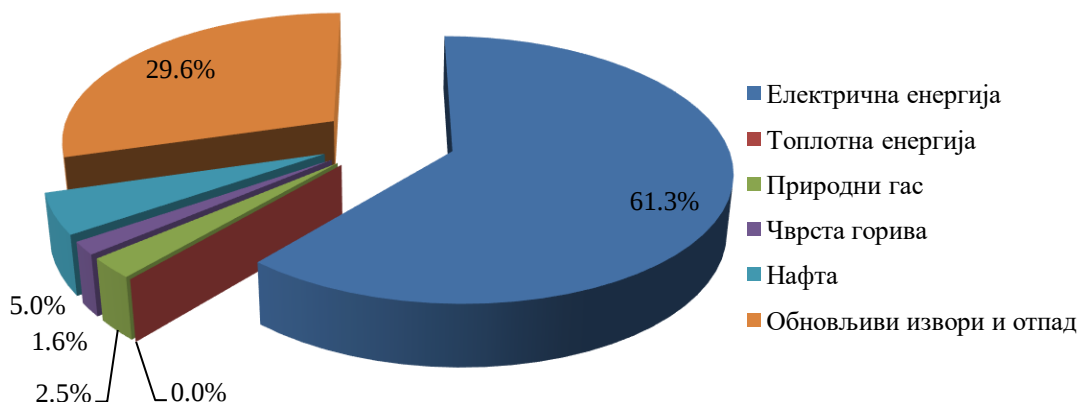
Потрошња финалне енергије за припрему СТВ



Слика 5. Расподела потрошње финалне енергије за припрему топле воде [6]

За обраду хране у Србији, више од две трећине укупне финалне енергије користи се енергија из електро енергетског система која је неопходна за рад електричних шпорета, микроталасних рерни и слично, а скоро једну трећину чини биомаса која је главни енергент шпорета на дрва (слика 6). За потребе наведене области на годишњем нивоу укупно се потроши 0,208 Мтое финалне енергије [6].

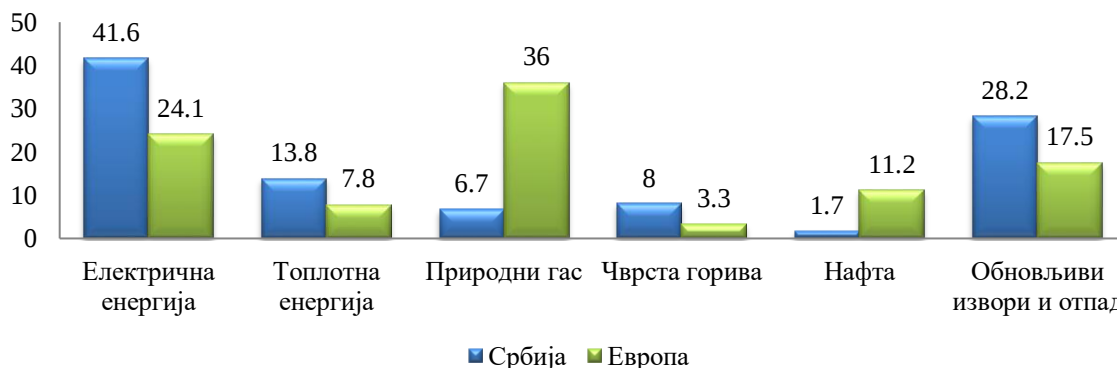
Потрошња финалне енергије за припрему хране



Слика 6. Расподела потрошње финалне енергије за кување [6]

Будући да Република Србија настоји да постане пуноправна чланица ЕУ, у приступном процесу она мора да усклади своје законодавство са европским и да прати циљеве које је ЕУ поставила. У складу са тим, ЕУ има циљ да до 2020. године смањи потрошњу примарне и финалне енергије за 20%, а до 2030. за 32,5% од пројектоване вредности. Дакле, енергетска ефикасност је веома битна и зато је упоредно анализирана потрошња енергије Србије и Европске Уније [6].

Стамбени сектор у државама чланицама Европске Уније од свих облика финалне енергије као главни извор енергије, у просеку користи природни гас, 36%, а најмање се ослања на чврста горива (нпр. угља), 3,3% (слика 7). Србија знатно заостаје у коришћењу природног гаса у домаћинствима у односу на ЕУ. Природни гас је енергент који је ефикаснији, економичнији и еколошки прихватљивији од нпр. угља. Од 80 до 85% енергетских потреба (грејање домова, припрема хране, припрема топле воде) може се задовољити употребом природног гаса, међутим мана је ризик од експлозије. Предности природног гаса су довеле до повећаног коришћења у односу на друге енергенте што се јасно види по његовој потрошњи у ЕУ. Домаћинства у Србији скоро duplo више користе електричну енергију у поређењу са ЕУ (24,1%) и поред тога што су стамбени простори у ЕУ опремљенији већим бројем уређаја, али бољег енергетског разреда. Удео употребе обновљивих извора и отпада је за око 10% већи него што је то просек ЕУ (17,5%), а нафтних деривата за око 10% мањи од просека држава чланица које нафтне деривате користе углавном за грејање простора. Међутим, мора се напоменути да домаћинства у ЕУ поред великог удела коришћења традиционалне биомасе користе соларну енергију и биогаз [7].

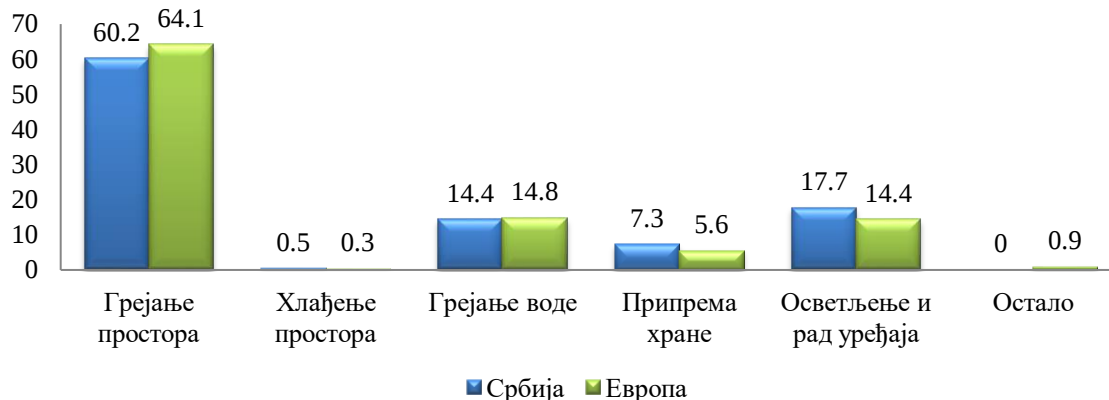


Слика 7. Анализа потрошње енергије Србије и ЕУ, % [6]

Наведени ентитети, највише експлоатишу финалну енергију за задовољење топлотних потреба објеката (60,2-64,1%), а најмање за хлађење простора (0,3-0,5 %). У ЕУ постоји категорија потрошње „остало” што подразумева рад косилице, грејање базена и слично, али расподела крајње потрошње финалне енергије у Србији и ЕУ је слична, тачније не долази до већих одступања (слика 8) [6]. Међутим, морају се имати у виду следеће чињенице:

- просечан квалитет грејања у Србији знатно је лошији (нпр. често се греје само једна просторија),
- стамбени простор у ЕУ има бољу топлотну заштиту,

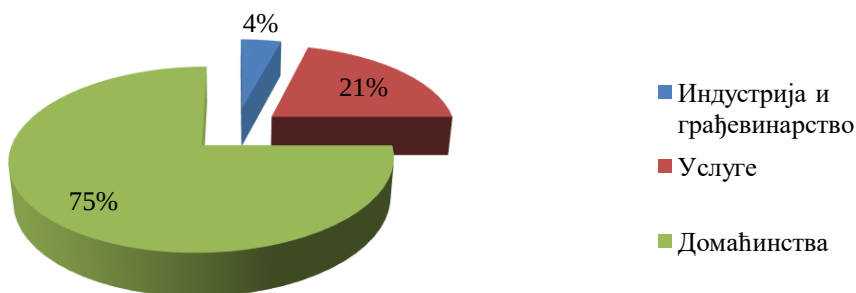
- просечна површина стамбеног простора у ЕУ је за 20% већа [8].



Слика 8. Анализа крајње потрошње енергије Србије и ЕУ, % [6]

Енергија и енергенти имају веома важну улогу данашњој цивилизацији међутим вода је извор живота на планети Земљи. Представља неопходан услов човековог опстанка и као таква користи се за различите намене: пиће, припрему хране, одржавање хигијене, добијање енергије и сл. За већину људи вода долази из славине и докле год је има у довољним количинама, задовољавајућем квалитету и не кошта пуно, не размишља се колико је она важна. Међутим, Уједињене Нације су издале упозорење да ће до краја овог века велики број људи бити суочен са недостатком воде јер број становника расте а водени ресурси се смањују. Из тог разлога веома је битно сазнање у којим секторима или делатностима се она највише троши како би се максимално смањила њена потрошња кроз повећање ефикасности употребе, јер да би неким ресурсом могло да се управља мора да се зна његова потрошња. У Републици Србији, број корисника прикључених на водоводну мрежу из године у годину све је већи. Број домаћинстава која имају водоводни прикључак у 2016. износи 2.104.590 односно 85% од укупног броја. „Водени отисак” за 2015. годину износио је 423,2 милиона m^3 при чему највећи удео у потрошњи имају домаћинства са 317,3 милиона m^3 (слика 9). Процентуални удео потрошње воде у домаћинствима у ЕУ је нешто већи него у Србији и износи 77,7% [6][9][10].

Потрошња воде по секторима



Слика 9. Расподела потрошње воде по секторима [6]

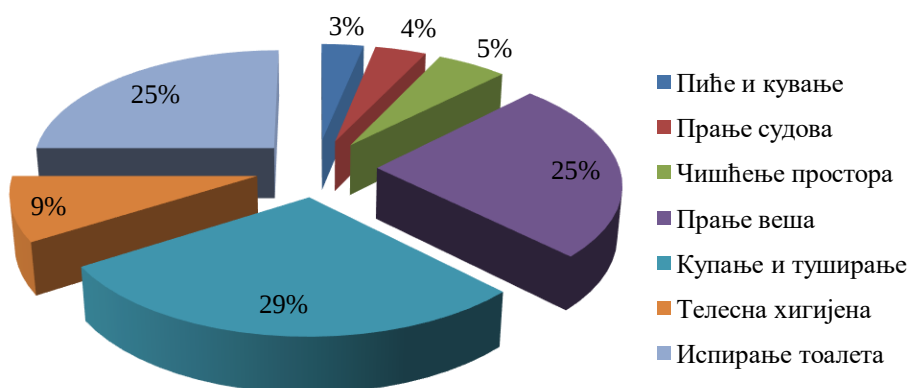
Специфична потрошња воде у домаћинствима у периоду од 2007. до 2016. године има опадајући тренд са просечном вредношћу од 155,4 l/кор./дан (слика 10). У наведеном периоду просечна количина испоручене воде домаћинствима од стране јавних комуналних предузећа износи 327,4 милиона m³. Најмања вредност претходно наведеног индикатора забележена је у 2016. години 139 l/кор./дан [11]. Имајући у виду да Правилник о хигијенској исправности воде за пиће дефинише потрошњу воде по кориснику у току дана на 150 l (еквивалентни становник) изводи се закључак да специфична потрошња воде задовољава постављене норме [12].



Слика 10. Потрошња воде по кориснику у току дана [11]

Највећи удео воде у домаћинствима у Србији издваја се за прање веша, испирање тоалета, купање и туширање (79%). Доста мање количине воде се троше на пиће и припрему хране (3%), прање судова (4%) и чишћење простора (5%). Дакле, само на испирање шкољке у тоалету у канализацију се испусти чак четвртина дневне потрошње воде (слика 11).

Потрошња воде у домаћинствима



Слика 11. Коришћење воде по члану домаћинства [13]

2. Методологија израде биланса потрошње финалне енергије и воде

Методологија спровођења енергетског прегледа грађевинског објекта описује начин добијања потребних података и активности које се спроводе. Без обзира да ли је објекат нов или постојећ, неопходно је реализовати енергетски преглед објекта у циљу издавања енергетског сертификата. Поступак израде сертификата базира се на прорачуну енергетских потреба објекта за грејање и реализованом енергетском прегледу. Енергетским прегледом стиче се увид како се користи енергија али и идентификују места високе потрошње енергије. Основни циљ енергетског прегледа јесте одредити енергетска својства објекта прикупљањем података о техничким системима објекта, као што су грађевинске карактеристике и енергетска својства различитих система и осталих потрошача али и потрошњу воде у домаћинству. Енергетски преглед објекта врши се како би се стекао увид у тренутно стање анализираног објекта и дефинисале могућности унапређења енергетске ефикасности али и како би се одредио енергетски разред објекта. У сврху одређивања енергетског разреда објекта није обавезно прикупити податке који дефинишу тип, количину и укупну називну снагу свих група потрошача електричне енергије, али је препоручљиво јер се из ових података може добити потребна енергија за припрему санитарне топле воде и осталих области потрошње. Такође, није обавезно прикупљање података који се односе на потрошњу воде у домаћинствима, међутим, потребно је прикупити податке како би се установила потребна годишња електрична енергија за све групе потрошача електричне енергије (расвета, климатизација, бојлер, веш машина итд.) као и потребна годишња количина воде која задовољава потребе домаћинства. Основни елементи енергетског прегледа постојећег објекта су:

- анализа енергетских својстава,
- анализа и избор могућих мера побољшања енергетских својстава,
- енергетско и економско вредновање предложених мера,
- завршни извештај о енергетском прегледу.

Анализа енергетских својстава објекта обухвата:

- излазак на терен и прикупљање неопходних података,
- анализу карактеристика омотача објекта,
- анализу система за грејање,
- анализу система за снабдевање питком и санитарном водом,
- анализу система за хлађење односно климатизацију,
- анализу система за вентилацију,
- анализу система за припрему санитарне топле воде (СТВ),
- анализу система за расвету,
- анализу електричних уређаја,
- анализу система снабдевања електричном енергијом и мерење потрошње [14].

Пре реализације енергетског прегледа потребно је прикупити основне податке о објекту који се документују у извештају. Приликом обиласка објекта прикупљају се опште карактеристике објекта, као што су: локација, информације о пројектанту, година градње и завршетка, намена објекта, грађевински опис објекта (број етажа, облик, специфичности,

реконструисани део), димензије и површина објекта, број чланова, година и опис последње обнове или доградње, оријентација, технички приказ, стање парцеле, интензитет сунчевог зрачења и слично, али и утицај околних објеката. Потребно је препознати обликовни и конструктивни концепт објекта и евидентирати да ли је објекат укопан. Такође, неопходно је утврдити да ли се предвиђено стање објекта у пројектној документацији разликује од постојећег и проверити мере ако документација није довољно добра или се постојеће мере не поклапају са пројектованим.

2.1. Омотач објекта

Може се десити да за постојеће објекте не постоји документација о објекту па је потребно претпоставити састав грађевинских делова омотача зграде, у супротном подаци се углавном налазе у пројектној документацији или се могу визуелно прикупити. У оквиру анализирања карактеристика омотача објекта анализирају се сегменти омотача: спољашњи зидови, кровна конструкција, подна површина, врата и прозори.

Спољашњи зидови

Потребно је утврдити да ли је састав свих спољашњих зидова идентичан или долази до одступања у димензијама и врсти материјала, одредити завршни слој. Затим је потребно навести измене на спољашњим зидовима (нпр. постављање топлотне изолације), врсту (нпр. демит или вентилисана фасада), употребљени изолациони материјал, годину реализације. Наводи се да ли постоји прекид у континуитету топлотне изолације, дефинишу се места прекида на техничком приказу са оријентацијом и просторијом којој припадају и неизолована површина са димензијама. Анализира се спољашност зидова и одређене специфичности, да ли је темељ обложен неком врстом материјала (нпр. украсни камен), да ли постоје балкони, терасе, светларници и ако постоје навести њихове димензије и облик. Утврђује се да ли су парапетни зидови од истог материјала и исте дебљине. У току анализе идентификују се могућа оштећења на зидовима од продирања воде, места постављања носача (нпр. климе) итд. На крају се наводе локације могућих појава топлотних мостова и узроци појаве. Није неопходно али се може анализирати састав унутрашњих преградних зидова, дебљина, коришћен материјал за облагање и специфичности које се односе, на пример, на монтажни преградни зид од иверице и сл.

Кровна конструкција

Након зидова спроводи се анализа кровне конструкције, при чему се мора евидентирати врста кровне конструкције, препознати примењена конструкција, састав кровне конструкције са припадајућим дебљинама, врста покривног материјала, утврдити да ли постоји хидроизолација, топлотна изолација и врста, али и намена таванског простора (нпр. становање). Затим се евидентирају сви продори кроз кровне површине (вертикала, димњак, носачи итд.), кровни прозори, светларници, али и анализира спој спољашњих зидова и кровне конструкције. Будући да је кров изложен падавинама мора се навести решење и опис начина одвођења атмосферских вода и евентуална оштећења. Уколико постоје олуци, потребно је навести да ли су лежећи или висећи као и стање у којем се

налазе. На крају се врши идентификација евентуалних оштећења на крову и описивање истих, као и да ли су падавине узрок оштећења на крову.

Подна површина

Неопходно је препознавање врсте пода у зависности од завршне обраде слојева за сваку просторију, дебљине подне плоче, постојање топлотне изолације и растојања од плафона.

Врата и прозори

Транспарентне грађевинске површине јесу прозори и врата, па је као саставни део омотача неопходна њихова анализа која подразумева:

- препознавање свих врста прозора и врата са припадајућом оријентацијом,
- поделу прозора у различите типове уколико се разликују по димензијама, врсти, броју и дебљини стакла, материјалу, врсти и дебљини оквира, врсти прозора, врсти заштите од сунца (ако постоји) и сл.,
- поделу врата у различите типове уколико се разликују по димензијама, врсти, броју и дебљини стакла, материјалу, врсти и дебљини оквира, врсти заштите од сунца (ако постоји) и сл.,
- бележење стања прозора и врата уз кратак опис евентуалних оштећења,
- евидентирање на цртежу прозора и врата са оштећењима,
- евидентирање прозора и врата који су у скорије време замењени,
- бележење свих врста заштите од сунца и њихових карактеристика,
- лоцирање прозора и врата према припадајућој просторији,
- дефинисање унутрашњих врата у зависности од врсте и димензија (није неопходно).

2.2. Систем грејања

Након анализе омотача објекта приступа се прикупљању података који су везани за систем грејања а односе се на дефинисање постојања појединачних уређаја за грејање простора објекта. Наводи се произвођач, затим врста, број, инсталирани капацитет (номинална и максимална топлотна снага), укупни инсталирани капацитет који се добија збиром свих извора топлоте, степен корисности и режим рада. Наведени подаци се прикупљају читавањем са натписне таблице или из документације. Прикупљају се подаци о материјалу од којег је направљен уређај и дефинише се опште стање појединачних уређаја за грејање објекта. Локација ложишта се приказује на техничким приказима. Наводи се намена ложишта, да ли је намењено само за грејање или и за припрему хране или неке друге сврхе, као и простор који се греје, затим временски период рада, начин регулације ложишта и унутрашње температуре, одржавање, материјал од којег је направљен димњак и начин прикључења на исти, врста употребљеног енергента и складиштење, количина енергента неопходна за једну грејну сезону и његова припрема, прорачун потрошње топлотне енергије који се спроводи познавањем топлотне моћи и укупне количине употребљеног енергента, и финансијски трошкови. Потребно је навести друге изворе

топлоте који се налазе у објекту уз детаљан коментар параметара који су претходно наведени (није обавезно).

Будући да велики број домаћинстава поседује систем централног грејања описана је анализа енергетских својстава система централног грејања. Поступак се састоји из следећих активности:

- очитавање података са плочице котла,
- описивање стања котла, оплате, изолације и инсталације,
- описивање стања сигурносне опреме,
- записивање података са плочице горионика ако се ради о котлу на гас или лож уље,
- описивање стања димњака и прикључка на димњак,
- навођење температурног режима система грејања,
- навођење података о котларници и означавање позиције на цртежима,
- дефинисање врсте енергента и начина снабдевања енергентом,
- записивање података са плочице појединих система складиштења горива,
- описивање стања инсталације за складиштење горива,
- описивање стања сигурносне опреме за складиштење горива,
- утврђивање потрошње горива,
- описивање општег стања цевног развода и арматуре,
- описивање стања изолације цевовода,
- навођење података о циркулационим пумпама и начину њихове регулације,
- утврђивање хидрауличке избалансираности система,
- навођење врсте грејних тела, укупног броја и инсталираног грејног капацитета по врстама као и означавање њихове позиције на цртежима,
- описивање стања грејних тела,
- утврђивање постојања регулационих вентила на грејним телима,
- дефинисање система регулације и његове компатибилности са системом грејања односно карактеристикама објекта,
- утврђивање постојања зона са различитим температурама грејања,
- евидентирање места постављања температурних сензора,
- евидентирање могућности праћења величина које се регулишу,
- навођење режима рада система грејања (прекиди у грејању),
- описивање начина одржавања система,
- утврђивање постојања праћења и потрошње горива и испоручене енергије,
- утврђивање постојања документације за котло и његову опрему, као и шеме повезивања,
- утврђивање постојања књиге прегледа и одржавања котла,
- евидентирање евентуалних података о периодичним прегледима.

2.3. Систем за снабдевање питком и санитарном водом

Следећа активност подразумева прикупљање података система за снабдевање питком и санитарном водом што подразумева:

- описивање начина снабдевања питком водом и врсте водоводне мреже,
- дефинисање начина мерења потрошње воде,
- дефинисање стања у коме се налази унутрашња водоводна мрежа,
- дефинисање општег стања спољашње водоводне мреже,
- евидентирање постојања система за регулацију притиска,
- навођење алтернативног начина снабдевања водом (уколико постоји) уз коментар (функција, режим рада, капацитет),
- описивање опреме која се користи за алтернативно снабдевање (тип, произвођач, снага и сл.),
- означавање потрошних места у објекту (број, врста, начин коришћења),
- евидентирање евентуалних губитака и нежељених цурења,
- приказивање профила укупне потрошње воде за анализирани период уз кратак опис,
- навођење укупне потрошње воде, просечне потрошње воде, специфичне потрошње воде, цене и укупног финансијског издатка за воду,
- дефинисање одржавања система (уколико постоји).

Поступак израде карактеристике потрошње воде у домаћинству подразумева прикупљање рачуна који садрже податке о месечној потрошњи воде и финансијски издатак за одређену количину потрошене воде.

2.4. Систем хлађења/климатизације

Дакле, на самом почетку потребно је дефинисати да ли објект поседује локални или централни систем хлађења/климатизације јер се процес прикупљања података разликује. Након одређивања врсте система следи дефинисање типа система који је у употреби, да ли је то уређај са једном унутрашњом и једном спољашњом јединицом (моносплит), са једном спољашњом и више унутрашњих јединица (мултисплит) или је то компактни уређај. Затим је потребно евидентирати број јединица у објекту, како унутрашњих тако и спољашњих. Битно је прикупити податке о карактеристикама уређаја, као што су: произвођач, димензије, укупни инсталирани расхладни капацитет, појединачни расхладни/грејни капацитет, улазна снага грејања и хлађења, укупна снага уређаја, просечан фактор хлађења/грејања (EER/COP), врста радног флуида, максимални проток ваздуха, ниво буке и температурни опсег. Потребно је утврдити постојање одређених специфичности (нпр. инвертер) јер оне утичу на рад уређаја али и дати технички приказ локација у односу на распоред просторија и стране света како би се дефинисала изложеност сунчевом зрачењу и могућност грејања. Регулација и режим рада система хлађења су важни за анализу али и евидентирање прекида у раду, укупно и појединачно

време рада, затим укупна и појединачна потрошња. Унутрашња пројектна температура ваздуха има значајну улогу у потрошњи клима уређаја, па се и наводи, као и година уградње система. Услед рада система долази до задрљања које утиче на ефикасност рада због чега се наводи начин одржавања система (провера радног флуида и филтера), затим старост уређаја и опште стање у којем се он, односно они, налазе.

2.5. Систем вентилације

Постојање система вентилације захтева систематизовано прикупљање података и анализу, али ако објекат не поседује систем не постоји потреба за тим, међутим може се укратко описати начин проветравања просторија. Потребно је дефинисати да ли постоји уређај за одвођење задрљаног ваздуха (нпр. аспиратор). Уколико постоји, у каснијој фази енергетског прегледа објекта а у оквиру електричних уређаја прикупљају се подаци о уређају (произвођач, снага, време рада и потрошња) и приказује се локација на техничком приказу.

Уколико пак постоји систем за вентилацију, у оквиру анализе потребно је:

- назначити податке о простору који се вентилира (опис и величина),
- навести податак о захтеву за изменама ваздуха и квалитетом (температура, влажност),
- забележити податке са плочице вентилационе/клима коморе (број комора, тип, година производње, укупна инсталирана електрична снага и капацитет система),
- означити положај вентилационе/клима коморе на цртежима и описати стање,
- назначити тип и капацитет грејача ваздуха и описати његово стање,
- навести извор топлотне енергије грејача ваздуха и описати његово стање,
- навести податке о циркулационим пумпама,
- утврдити постојање филтера, овлаживача, хладњака и навести њихове капацитете,
- навести податке о вентилаторима (тип, снага, стање) и начин њихове регулације,
- описати каналски развод (материјал, попречни пресек) и стање каналског развода,
- навести постојање регулационих клапни,
- евидентирати елементе за дистрибуцију ваздуха (решетке, дифузори и сл.),
- евидентирати отворе за узимање свежег ваздуха и избацивање отпадног ваздуха,
- навести удео свежег ваздуха,
- навести количину и температуру отпадног ваздуха и количину и температуру убациваног ваздуха,
- утврдити постојање рецикулације ваздуха,
- утврдити постојање система за рекулерацију топлоте и навести тип и ефикасност,
- описати начин регулације система и стање система регулације,
- евидентирати могућност праћења величина које се регулишу,
- назначити режим рада система вентилације,
- навести старост система, његово опште стање и описати начин одржавања система.

2.6. Систем за припрему санитарне топле воде

Систем за припрему санитарне топле воде или скраћено СТВ може бити децентрализован и централни, дакле први корак јесте дефинисање начина припреме санитарне топле воде.

Децентрализована припрема СТВ захтева прикупљање следећих података:

- одредити тип уређаја за припрему СТВ (проточни или акумулациони), бројно стање, врсту коришћеног енергента, појединачан капацитет, појединачну снагу,
- навести места потрошње воде за сваки бојлер,
- навести режим и време рада у току дана односно године,
- дефинисати регулацију уређаја,
- приказати потрошњу енергије за припрему СТВ,
- навести старост уређаја и годину репарације уз коментар, уколико је спроведена,
- описати начин одржавања уређаја,
- дати технички приказ са обележеним потрошним местима у објекту (врста и начин коришћења).

Прикупљање података за **систем централне припреме СТВ**:

- дефинисати извор топлоте (постојећи котлови за грејање објекта, посебни котлови за СТВ),
- приказати податке са плочице котла,
- описати стање котла, оплате, изолације, инсталације,
- приказати податке са плочице резервоара (нпр. запремина),
- дати коментар о стању резервоара и изолације,
- описати цевни развод (материјал и изолација),
- евидентирати места губитака воде у систему,
- дефинисати температуре испоручене топле и хладне воде на улазу,
- утврдити да ли постоји мерење потрошње топле воде,
- описати регулацију система за припрему СТВ,
- дати технички приказ потрошних места у објекту (врста и начин коришћења),
- описати режим рада система,
- описати начин одржавања система, старост и стање система.

2.7. Расвета (унутрашња и спољашња)

За рад расвете неопходна је електрична енергија, међутим анализирање овог сегмента одвојено је од анализирања потрошача електричне енергије. У оквиру анализе расвете прикупљају се следећи подаци:

- технички приказ са локацијом извора светлости унутрашње и спољашње расвете,
- табеларни приказ броја сијалица, типа и просторије којој припадају, појединачне снаге, годишњег временског ангажовања, просечне и укупне годишње потрошње,

- коментар о постојању неефикасних извора светлости наспрам ефикаснијих (CFL, LED)
- доступне карактеристике извора светлости (светлосни флукс, боја светлости),
- инсталација сијаличних места и типови прекидача,
- врста расветних тела,
- стање и старост расветних тела и система,
- замена расветних тела (година, просторија),
- да ли постоји редовно одржавање система расвете у објекту,
- начин управљања расветом (локално, централно, аутоматско),
- да ли постоји интелигентни систем управљања,
- евиденција о постојању тајмера, сензора осветљења или присуства и сл. уколико постоји,
- начин управљања спољашњом расветом,
- интензитет коришћења спољашње расвете и карактеристике спољашњих извора светлости,
- потрошња електричне енергије и новчани трошкови.

Просечна годишња потрошња електричне енергије за расвету дефинисана је пре свега одређивањем појединачне потрошње сваке сијалице која се добија када се паушално одређено годишње време ангажовања помножи са називном снагом сијалице. Новчани трошкови расвете рачунају се на основу остварене просечне цене електричне енергије која се добија из односа укупног новчаног трошка за електричну енергију (РСД) и укупно потрошене електричне енергије (kWh).

2.8. Електрични уређаји

Стамбени објекти поседују доста различитих електричних уређаја који се морају разврстати по областима потрошње и лоцирати посредством техничких приказа. Дакле, ова активност подразумева паушално одређивање потрошње електричне енергије разних потрошача. Међутим, да би се могла одредити потрошња електричне енергије нпр. телевизора неопходно је познавање снаге уређаја. Наведени податак се налази у документацији или на позадини уређаја. Уколико се одређује енергетска ефикасност фрижидера може се десити да се на плочици уређаја не налази називна снага већ потрошња по циклусу тачније по дану. Када су одређени наведени параметри потребно је одредити просечно време рада уређаја у току дана, седмице, месеца а онда и године односно просечан број циклуса у току године а све у циљу прорачуна потрошње уређаја:

$$Q = P * t \text{ [kWh/год.]}$$

Q - просечна годишња потрошња електричне енергије [kWh/год.]

P - називна снага уређаја [W]

t - просечно годишње ангажовање [h][дан]

$$Q = Q_c * n_c \text{ [kWh/год.]}$$

Q - просечна годишња потрошња електричне енергије [kWh/год.]

Q_c - потрошена енергија по циклусу [kWh/циклус]

n_c - број циклуса у току године

Претходно је приказан процес израчунавања потрошње уређаја, међутим, код појединих уређаја који поседују грејач односно хладњак који се укључује и искључује од стране термостата отежано је прецизније одређивање потрошене електричне енергије. У сваком случају много једноставнији и прецизнији процес мерења потрошње електричне енергије јесте коришћење уређаја за мерење потрошње електричне енергије, TROTEC ЕКМ 3650 (слика 12). Након ових активности пожељно је приказивање појединачне потрошње уређаја у табlici (тип уређаја, произвођач, називна снага/енергија по циклусу или дану, време рада и потрошња). Уколико постоји податак о енергетском разреду уређаја потребно га је навести. Затим се наводе следећи подаци:

- укупна инсталисана снага свих уређаја у објекту,
- уређај са највећом називном снагом и потрошњом,
- укупна процењена потрошња електричне енергије,
- специфична потрошња електричне енергије (kWh/корисник),
- приказ уређаја који емитују топлоту у току рада,
- стање уређаја.



Слика 12. Приказ уређаја за мерење потрошње електричне енергије [15]

2.9. Систем снабдевања електричном енергијом и мерење потрошње

У оквиру ове тачке прикупљају се подаци о систему снабдевања електричном енергијом објекта као и о систему и процесу мерења потрошене електричне енергије. Најпре се наводи тип, пресек и стање главног напонског кабла уколико је то могуће. Објекат који се напаја електричном енергијом мора бити прикључен на електро мрежу подземним или надземним путем. Инструмент који мери потрошњу електричне енергије јесте бројило при чему се наводе следећи подаци:

- врста (електро-механичко или електронско),
- број фаза (двофазно или трофазно),
- број тарифа (једнотарифно, двотарифно, вишетарифно),
- произвођач и тип бројила,
- константа мерења,
- серијски број.

Мерни инструмент се налази у главном разводном орману због чега је битно навести његову локацију са дефинисаним карактеристикама осигурача који се у њему налазе, као и разводне табле такође са подацима осигурача. Најпре је неопходно дефинисати стање главног разводног ормара. Након тога уколико за то постоје могућности требају се документовати резултати снимања разводног ормара ИС камером која указује на недозвољено загревање каблова, склопки, осигурача или осталих елемената. Прикупљањем рачуна за електричну енергију у анализираном временском периоду стиче се увид колика је потрошња енергије за различите зоне за нижу и вишу тарифу (зелена, плава, црвена), укупна енергија по месецима и за анализирани период, укупни финансијски издатак само за енергију као и укупни финансијски издатак за енергију и остале накнаде (обрачунска снага, трошак јавног снабдевања, накнада за повлашћене произвођаче електричне енергије, ПДВ и попуст). Претходно наведени подаци се табеларно приказују и даје се кратак коментар. Следећи корак подразумева евидентирање вредности одобрене снаге и обрачунске у анализираном периоду, затим напонски ниво електричне енергије којом се објектат снабдева, категорија потрошње и да ли је мерење електричне енергије директно или индиректно. Потребно је навести место за обрачун потрошње и начин читавања и постојање мерења реактивне енергије. Уколико постоји мерење реактивне електричне енергије у објекту потребно је утврдити да ли постоји уређај за компензацију те врсте енергије. Уколико објектат поседује систем за управљање вршном потрошњом објекта потребно је тај податак евидентирати. Затим се приказује старост инсталација, последњи датум поправке или реконструкције система електро енергетских инсталација или појединих делова. Уколико је идентификован одређени квар потребно га је образложити. Није неопходно али је пожељно дијаграмски приказати расподелу потрошње електричне енергије по месецима како би се идентификовао временски период са највећом потрошњом и евентуално нашао разлог повишене потрошње енергије. Потребно је навести укупну потрошњу електричне енергије, потрошњу по члану домаћинства, укупни трошак за електричну енергију, специфичан трошак електричне енергије (РСД/корисник) и остварену просечну цену електричне енергије у анализираном периоду. На крају се приказује расподела потрошње електричне енергије по следећим областима: припрема топле воде, грејање и хлађење простора, припрема и чување хране, вешерај, електронски уређаји, расвета, а затим се дефинишу области које имају највећи удео у укупној потрошњи електричне енергије.

Дефинисањем категорије потрошње одређује се и процес анализе система снабдевања електричном енергијом. Дакле, у оквиру дефинисања категорије потрошње постоје различите категорије купаца: потрошња на високом напону (110 kV и више), потрошња на средњем напону (1 kV до 110 kV), потрошња на ниском напону (до 1 kV), широка потрошња (јавни и комерцијални сектор) и јавно осветљење. У категорији потрошња на ниском напону су корисници система чији су објекти прикључени на дистрибутивну мрежу напонског нивоа до 1 kV и којима се испоручена активна снага, активна и

реактивна енергија утврђују мерењем. У категорији широка потрошња (нпр. домаћинства) су корисници система чији су објекти прикључени на дистрибутивну мрежу до 1 kV и којима се активна снага утврђује према одобреној снази прикључка. У складу са тим испоручена активна енергија се утврђује мерењем а реактивна се не мери. Концепт анализе система за ову категорију купаца претходно је описан, међутим корисници могу прећи из широке потрошње у ниски напон уколико се греју на струју како би обезбедили другачији начин обрачуна потрошене електричне енергије (мерна група). На пример, ако објекат поседује ТА пећ од 24 kW, када је укључена на максимуму само 15 min у току месеца бројило ће забележити ту вредност па ће обрачунска снага бити 24 пута већа. Међутим, ако се пећ укључи на 6 kW бројило ће запамтити износ и обрачунати ангажовану снагу по истом моделу, али овај пут као 6 пута већу. Дакле, приликом преласка на категорију ниског напона потребна је уградња новог бројила које обрачунава утрошак активне и реактивне енергије и обрачунску снагу. То значи да се поступак анализе система снабдевања електричном енергијом разликује из разлога што ова категорија није подељена на зоне (зелена, плава и црвена), активна енергија се обрачунава по вишој (дан) и нижој тарифи (ноћ), затим се мери реактивна енергија и обрачунска (ангажована) снага при чему се мери највећа петнаестоминутна снага достигнута у току једног месеца. Дакле, концепт анализе се разликује због различитих параметара који се мере и због другачијег система наплате [14].

2.10. Израда енергетског пасоша

Након спроведеног енергетског прегледа објекта подаци који су забележени користе се у програму како би се направио модел објекта и извела енергетска симулација. За потребе израде енергетског пасоша и дефинисања главног индикатора енергетске ефикасности објекта односно енергетског разреда којем анализирани објекат припада користи се софтвер **URSA GF 2** (УРСА грађевинска физика 2). Дакле, крајњи резултат јесте енергетски разред објекта, међутим, да би се до тог податка стигло потребан је низ корака. Први корак након стартовања програма и формирања фајла под одређеним називом јесте отварање прозора „*подаци о пројекту и згради*” и попуњавање обележених поља у оквиру картице „*подаци о пројекту*” (слика 13). Подаци о запремини и површини објекта добијају се из документације или мерењем. Попуњена поља која нису уоквирена бивају попуњена одабиром локације, при чему се аутоматски дефинишу стварни климатски подаци за одређену локацију (степен дан, број дана за грејање, пројектна температура, унутрашња пројектна температура за зимски/летњи период итд.).

Podaci o projektu i zgradi

Naziv projekta: **Stambeni objekat u Tavniku**

Broj projekta: **1**

Investitor: **Predrag Denic**

Izdavač: **Tavnik 14**

Lokacija zgrade / Ulica: **Tavnik**

Mesto: **Tavnik**

Katastarska parcela: **1987**

Projektantska firma: **Dimitrije Denic**

Odgovorni projektant: **Dimitrije Denic**

Autor proračuna: **Dimitrije Denic**

Mesto: **Tavnik**

Datum: **15-12-2018**

Vrsta zgrade: **Stambena zgrada sa jednim stanom-pojedinačna porodična kuća**

Namena zgrade: **Za stanovanje**

Klimatski podaci

Broj stepen dana za grejanje HDD (K-dan): **2,628**

Unos: **180**

Projektna temperatura (°C): **-14.7**

Srednja temperatura grejnih perioda $\theta_{H, int}$ (°C): **5.4**

Srednje sume sunčevog zračenja (kWh/m²)

	HOR	S	I	J	Z	Sred. mes. temp BG (°C)	HDD
Januar	42.75	17.42	32.57	64.25	32.57	0.90	
Februar	60.35	22.38	55.35	76.98	55.35	3.00	
Mart	103.86	36.04	79.80	96.43	79.80	7.30	
April	133.65	44.64	96.05	86.73	96.05	12.50	
Maj	170.43	55.69	112.90	86.28	112.90	17.60	
Jun	181.23	56.88	116.78	81.43	116.78	20.60	
Jul	192.83	58.27	125.22	90.31	125.22	22.30	
Avugust	170.43	52.83	114.37	99.43	114.37	22.00	
Septembar	127.58	38.78	91.32	107.38	91.32	17.70	
Oktober	88.94	29.16	67.21	109.22	67.21	12.70	
Novembar	45.50	17.93	34.67	66.52	34.67	7.20	
Decembar	33.87	14.31	25.53	52.80	25.53	2.60	

Rezultati

Bruto grejana zapremina zgrade V_g (m³): **396.26**

Neto grejana zapremina zgrade V (m³): **282.15**

Korisna površina zgrade A_f (m²): **112.88**

Unutrašnja projektna temperatura za zimski period $\theta_{H, i}$ (°C): **20.0**

Unutrašnja projektna temperatura za letnji period (°C): **26.0**

Temperatura spoljnog vazduha za proračun kondenzacije (°C): **-5.0**

Relativna vlažnost unutrašnjeg vazduha za proračun kondenzacije (%): **55**

Relativna vlažnost spoljnog vazduha za proračun kondenzacije (%): **90**

Režim grejanja

Dnevni prekid u radu sistema (sati u danu): **9**

Nedeljni prekid u radu sistema (dana u nedelji): **0**

Sezonski prekid u radu sistema (dana u sezoni grejanja): **0**

Слика 13. Подаци о пројекту и згради

Следећи корак јесте отварање прозора под називом „анализа грађевинских конструкција” и креирање нове конструкције у оквиру одговарајућих поља („спољни зид-вентилисани/невентилисани”, „прозор” и сл.). Могуће је одређену конструкцију додати из постојећег каталога.

Spisak građevinskih konstrukcija

☒ (0) Spojni zid - ventilisani

☒ (0) Zid na dilataciji (između zgrada)

☒ (0) Zid između grejanih prostorija različitih jedinica, korisnika, vlasnika

☒ (0) Međuspratna konstrukcija između grejanih prostorija različitih jedinica

☒ (0) Ravan krov iznad grejanog prostora - neventilisani

☒ (0) Ravan krov iznad grejanog prostora - ventilisani

☒ (0) Ravan krov iznad negrejanog prostora - neventilisani

☒ (0) Ravan krov iznad negrejanog prostora - ventilisani

☒ (0) Kosi krov iznad grejanog prostora - neventilisani

☒ (0) Kosi krov iznad grejanog prostora - ventilisani

☒ (3) Kosi krov iznad negrejanog prostora - neventilisani

☒ (0) Kosi krov iznad negrejanog prostora - ventilisani

☒ (0) Međuspratna konstrukcija iznad otvorenog prolaza - neventilisana

☒ (0) Međuspratna konstrukcija iznad otvorenog prolaza - ventilisana

☒ (14) Prozor

☒ (0) Krovni prozor

☒ (5) Balkonska vrata

☒ (0) Grejana zimska bašta

☒ (0) Stakleni krov, izuzimajući zimsku baštu, svetlosne kupole

☒ (0) Spojna vrata

☒ (1) Spojna vrata od stakla

☒ (1) Unutrašnja vrata ka negrejanom prostoru

☒ (0) Izlog

☒ (0) Staklena prizma

☒ (0) Zid prema grejanom stepeništu

☒ (1) Zid prema negrejanom prostoru

☒ (0) Zid prema negrejanom zimskoj bašti sa jednostrukim staklom $U > 2.5 \text{ W}$

☒ (0) Zid prema negrejanom zimskoj bašti sa izolacionim staklom $U \leq 2.5 \text{ W}$

☒ (0) Zid prema negrejanom zimskoj bašti sa poboljšanom staklom $U \leq 1.6 \text{ W}$

☒ (5) Međuspratna konstrukcija ispod negrejanog prostora

☒ (1) Međuspratna konstrukcija iznad negrejanog prostora

☒ (0) Zid u tlu

☒ (5) Pod na tlu

☒ (0) Ukopana međuspratna konstrukcija

Nova konstrukcija

Dodaj konstrukciju iz kataloga

Promena konstrukcije

Brisanje konstrukcije

Dupliraj konstrukciju

Spisak svih konstrukcija

Sastav konstrukcije

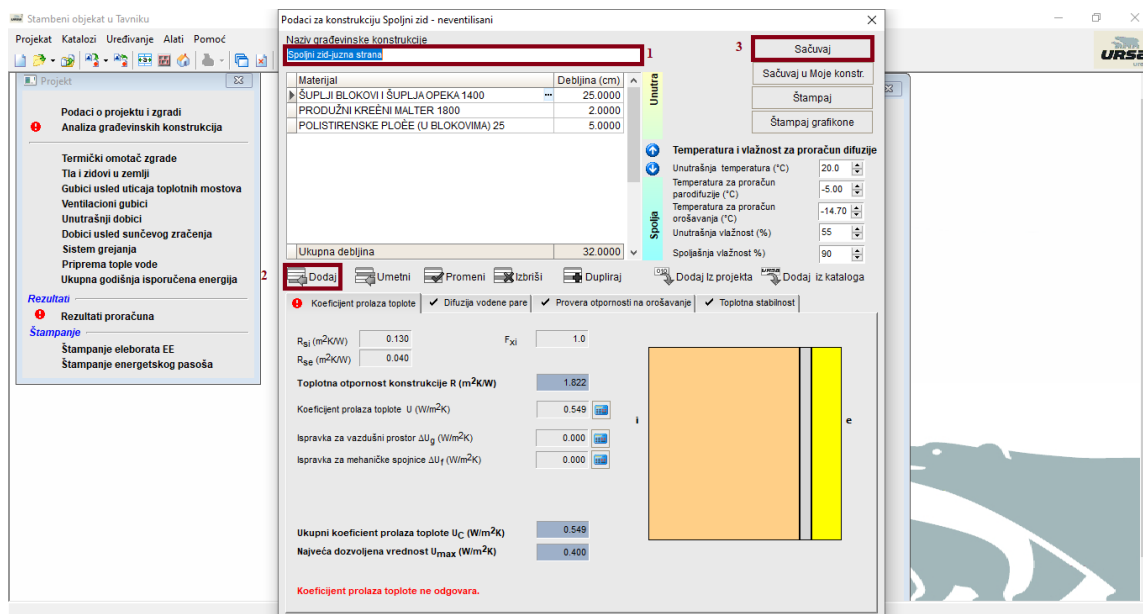
Izvoz konstrukcije u Word

☐ otvori sačuvanu datoteku

Слика 14. Анализа грађевинских конструкција

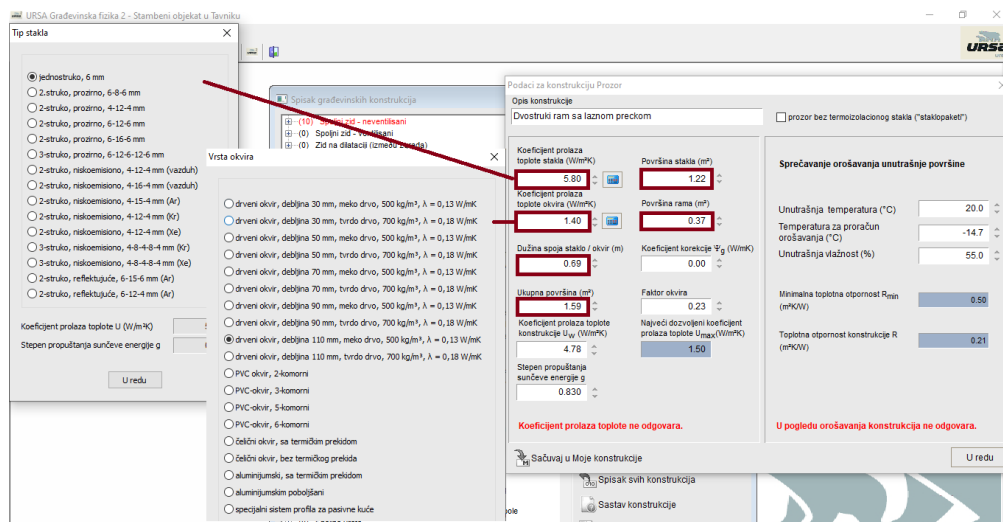
На слици 15 дат је приказ редоследа поља која се морају попунити како би се креирала нова конструкција за одређени сегмент омотача зграде. Дакле, уносе се слојеви материјала из базе материјала и дефинише се дебелина сваког слоја. У оквиру овог дела дат је графички приказ дифузије водене паре (кондензације) и провере отпорности на

орошавање на унутрашњој страни конструкције односно нумерички приказ коефицијента пролаза топлоте и топлотне стабилности али је дата и провера граничних вредности. Наведени поступак се односи на нетранспарентне конструкције.



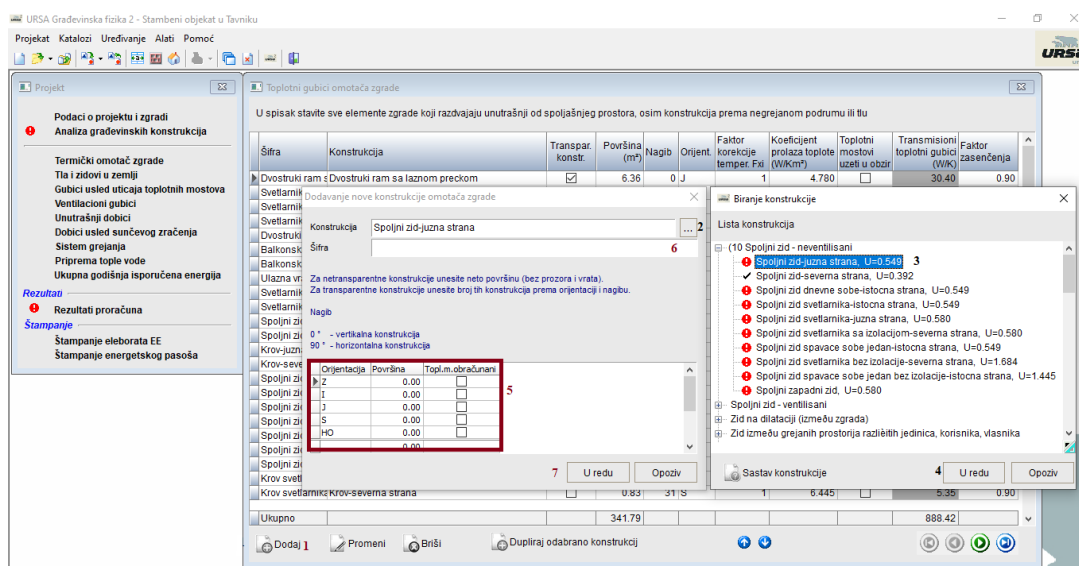
Слика 15. Креирање спољашњег зида

Слика 16 приказује поља која се морају попунити како би се формирала прозорска конструкција односно транспарентна конструкција (прозори, кровни прозори, балконска врата, спољна врата од стакла). Површина рама, стакла као и укупна површина уносе се на основу прикупљених мера. Коефицијенти пролаза топлоте за стакло и рам зависе од материјала и карактеристика одабраног стакла односно рама. Програм проверава могућност орошавања на површини стакла, коефицијент пролаза топлоте и израчунава фактор оквира рама који се касније користи за прорачун топлотних добитака. Поља која нису обележена бивају аутоматски попуњена.



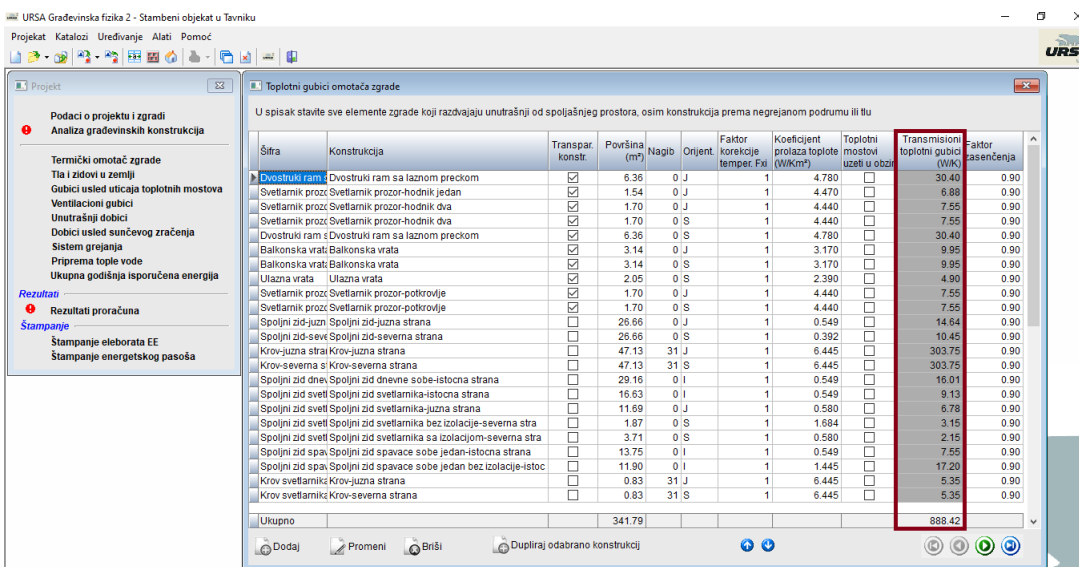
Слика 16. Креирање прозора

Након креирања свих потребних конструкција које су саставни део објекта, на основу прикупљених података у току енергетског прегледа објекта, следећи корак јесте формирање термичког омотача објекта (слика 17). Дакле, уносе се сегменти омотача, задаје препознатљива шифра, оријентација у односу на стране света, број (прозори и врата) и површина, при чему се за прорачун фактора засенчења бира поједностављен начин и врши се чекирање одређене опције: незаклоњен (0,9) или заклоњен положај (0,6). Кликом на већ унешену конструкцију дефинише се нагиб конструкције. У овом делу утицај топлотних мостова се не узима у обзир.



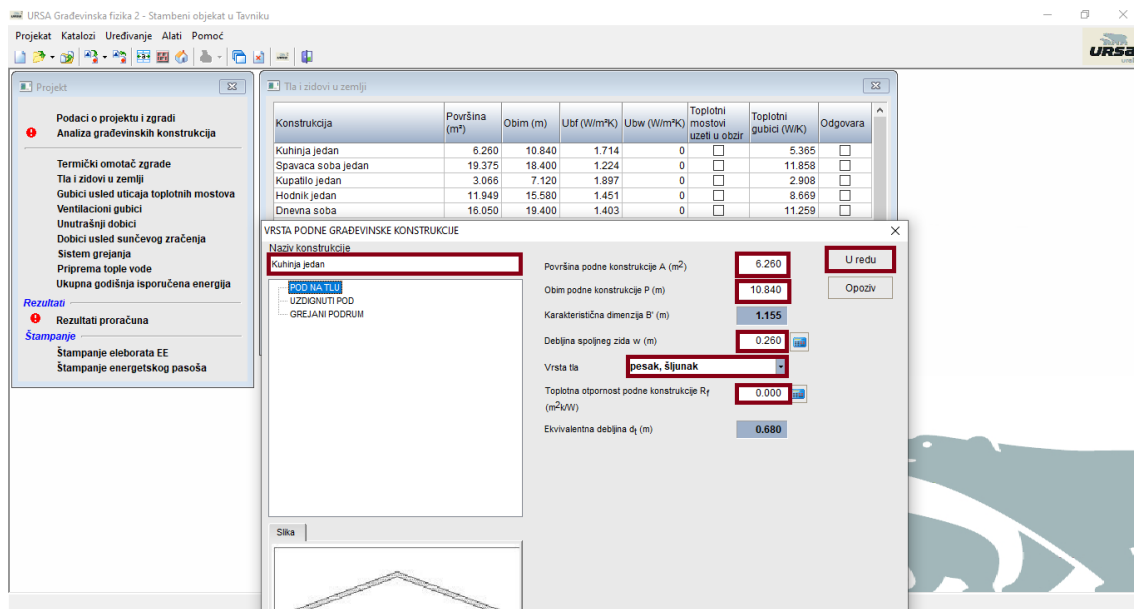
Слика 17. Формирање термичког омотача

На слици 18 приказан је креиран омотач објекта са површинама сваке конструкције, добијени појединачни и укупни трансмисиони губици енергије али и коефицијент пролаза топлоте.



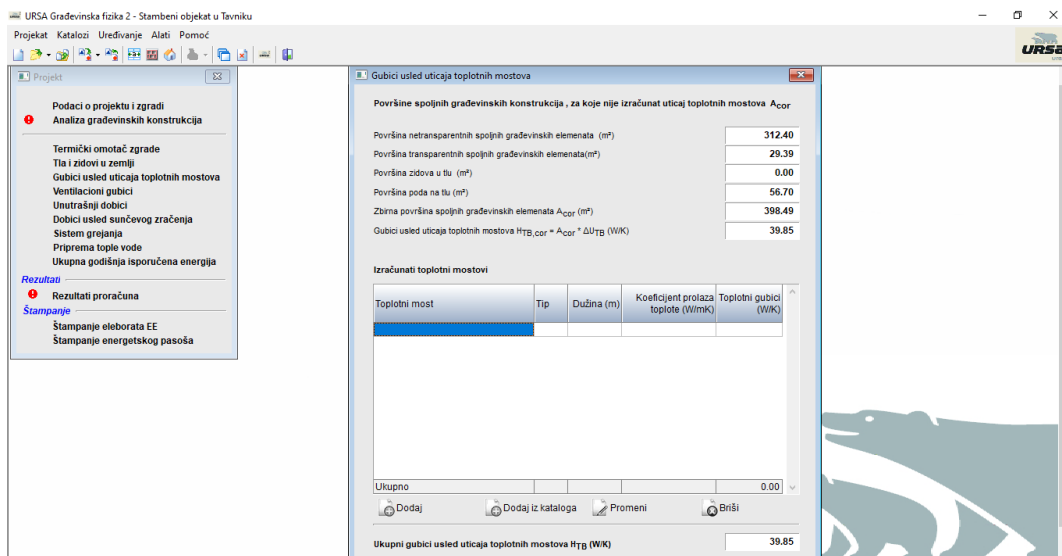
Слика 18. Термички омотач објекта

Затим се формирају подне површине у оквиру прозора „*тла и зидови у земљи*” за сваку просторију посебно. У овом делу потребно је одабрати једну од три понуђене конструкције и дефинисати површину, обим, дебљину спољашњег зида, врсту тла (слика 19). Необележена поља се уношењем претходних вредности аутоматски попуњавају. Након уношења свих подних површина бивају приказани трансмисиони губици енергије.



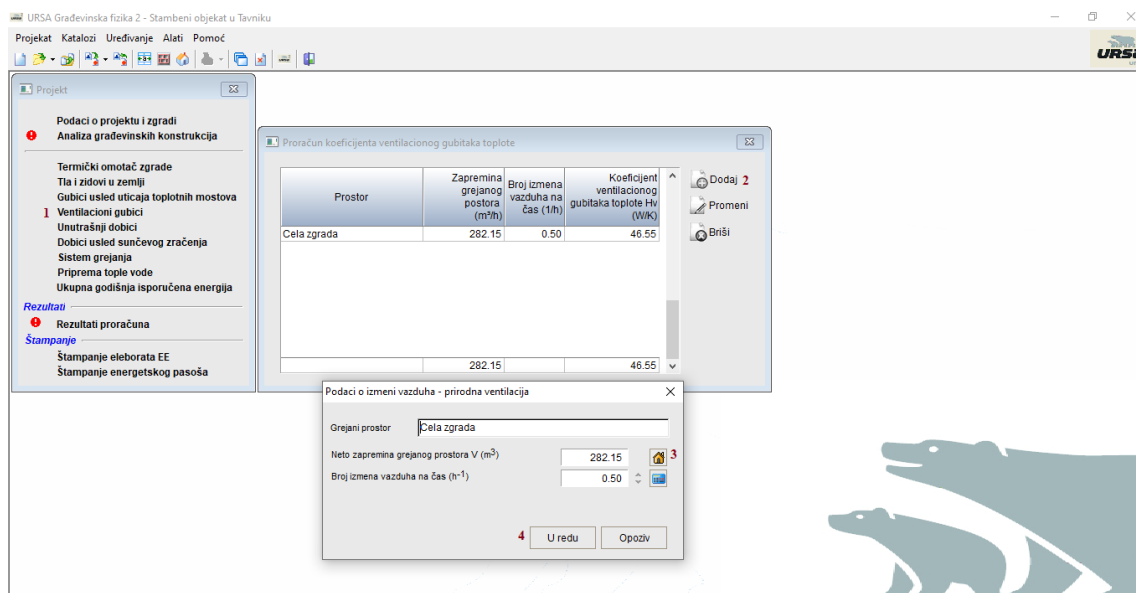
Слика 19. Тла и зидови у земљи

Губици услед утицаја линијских топлотних мостова нису узети у обзир у претходном моделирању објекта међутим сада се они рачунају на поједностављен начин (слика 20). Тачније, површина омотача објекта множи се са коефицијентом $\Delta U_{\text{ТВ}} = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ да би се израчунали губици који настају као последица појаве топлотних мостова. Други начин подразумева детаљно прорачунавање сваког склопа посебно по одређеним стандардима.



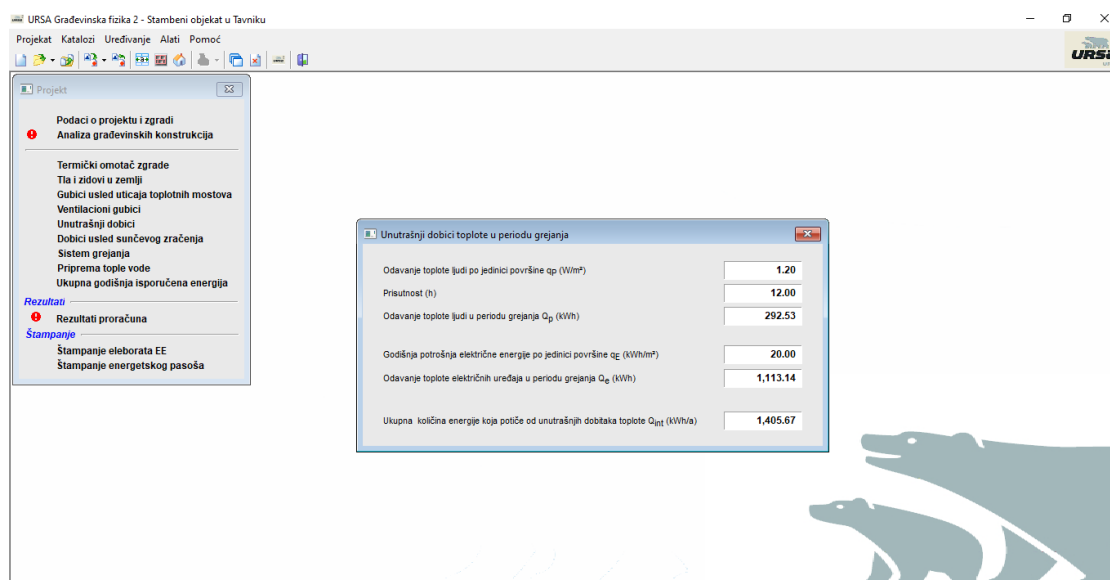
Слика 20. Губици услед утицаја топлотних мостова

Наредни корак се односи на дефинисање вентилационих губитака који узимају у обзир цео објекат. Усваја се број измена ваздуха $0,5 \text{ h}^{-1}$ на основу чега се прорачунава коефицијент вентилационих губитака топлоте (слика 21).



Слика 21. Вентилациони губици

Затим, софтвер укупне унутрашње добитке енергије у периоду грејања Q_{int} прорачунава на основу одавања топлоте људи у периоду грејања Q_p и на основу одавања топлоте електричних уређаја у периоду грејања Q_e (слика 22). Сви параметри који су узети у обзир су дефинисани већ у првом кораку приликом избора врсте зграде.



Слика 22. Унутрашњи добици енергије

Кликом на „добити услед сунчевог зрачења” отвара се прозор који садржи транспарентне и нетранспарентне конструкције које су изложене сунчевом зрачењу (слика 23). Дакле, програм на основу типа конструкције изабраног приликом попуњавања прозора „анализа грађевинских конструкција” селекује само оне конструкције које су изложене сунчевом зрачењу и прорачунава соларне добитке на основу унетих вредности (површина, оријентација, фактор осенчења, нагиб и сл.).

Šifra konstrukcije	Površina A (m²)	Efektivna površina Asol (m²)	Faktor zasenčenja	Oriјentacija	Nagib (°)	Sunčevе zračenje u simekom periodu (kWh/m²)	Godišnji dobici sunčeve energije (kWh)
Dvostruki ram sa laznom preckom	6,36	3,66	0,90	J	0	455,00	1.498,04
Svetlarnik prozor-hodnik jedan	1,54	0,75	0,90	J	0	455,00	306,20
Svetlarnik prozor-hodnik dva	1,70	0,81	0,90	J	0	455,00	332,82
Svetlarnik prozor-hodnik dva	1,70	0,81	0,90	S	0	145,00	106,06
Dvostruki ram sa laznom preckom	6,36	3,66	0,90	S	0	145,00	477,40
Balkonska vrata	3,14	0,94	0,90	J	0	455,00	384,21
Balkonska vrata	3,14	0,94	0,90	S	0	145,00	122,44
Ulazna vrata	2,05	0,15	0,90	S	0	145,00	19,98
Svetlarnik prozor-potrovlje	1,70	0,81	0,90	J	0	455,00	332,82
Svetlarnik prozor-potrovlje	1,70	0,81	0,90	S	0	145,00	106,06
Spoljni zid-juzna strana	26,66	0,35	0,90	J	0	455,00	143,85
Spoljni zid-severna strana	26,66	0,25	0,90	S	0	145,00	32,73
Spoljni zid-juzna strana	47,13	7,29	0,90	J	31	390,01	2.558,89
Krov-severna strana	47,13	7,29	0,90	S	31	124,29	815,47
Spoljni zid dnevne sobe-istocna strana	29,16	0,38	0,90	I	0	310,00	107,20
Spoljni zid svetlarnika-istocna strana	16,63	0,22	0,90	I	0	310,00	61,13
Spoljni zid svetlarnika-juzna strana	11,69	0,16	0,90	J	0	455,00	66,64
Spoljni zid svetlarnika bez izolacije-sev	1,87	0,08	0,90	S	0	145,00	9,86
Spoljni zid svetlarnika sa izolacijom-sev	3,71	0,05	0,90	S	0	145,00	6,74
Ukupno							8.100,44

Слика 23. Добити услед сунчевог зрачења

Следећи корак јесте дефинисање система грејања уношењем података који су прикупљени у току прегледа система. Најпре се дефинише уређај који се користи као извор топлотне енергије, као и енергент. Након одабира уређаја програм одређује његов степен корисности (η_k). Затим се бира начин простирања цевне мреже, уколико постоји, за који програм одређује степен корисности на основу изолованости (η_c) и на крају се бира врста и начин регулације за који програм одређује степен корисности регулације (η_r). На основу претходно наведених степена корисности прорачунава се укупан степен корисности ($\eta = \eta_k * \eta_c * \eta_r$). Неопходно је дефинисати да ли постоји прекид у раду. Наведеним прорачуном уз помоћ програма одређена је испоручена топлотна енергија (Q_H), годишња потребна енергија за грејање ($Q_{H,nd}$) и годишњи топлотни губици система за грејање ($Q_{H,ls}$). Када постоји прекид у загревању објекта код система грејања програм одређује фактор редукције у загревању и на основу њега смањује годишњу потребну енергију за грејање ($Q_{H,nd,red}$). Да би се одредио енергетски разред објекта потребно је дефинисати и следеће параметре система грејања: година уградње, инсталирани капацитет, просечна снага пумпе, уколико постоји (слика 24).

Sistem grejanja

Sistem za grejanje: ☒ lokalni ☐ centralni ☐ kotao ☐ toplotna pumpa

Uređaj koji se koristi kao izvor: ☒ etažni ☐ daljinski ☐ toplotna podstanica ☐ solarni kolektori

Podela na zone: ☐ sa poddelom na zone ☒ bez podele na zone

Cevna mreža

☐ Neizolovana cevna mreža unutar termičkog omotača zgrade

☐ Izolovana cevna mreža u delu negrejanog prostora zgrade

☐ Predizolovane cevi toplotne mreže daljinskog grejanja

☒ Cevna mreža ne postoji

Sistem regulacije

☐ Automatska centralna i lokalna regulacija

☐ Automatska centralna regulacija

☒ Ručna centralna

Kotao

☒ Čvrsto gorivo - Kotlovi bez regulacije

☐ Čvrsto gorivo - Kotlovi do 50 kW sa ručnom regulacijom

☐ Čvrsto gorivo - Kotlovi preko 50 kW sa dobrom ručnom regulacijom

☐ Čvrsto gorivo - Kotlovi preko 175 kW sa mehaničkom regulacijom

☐ Čvrsto gorivo - Kotlovi preko 175 kW sa dobrom mehaničkom regulacijom

☐ Tečno gorivo - Kotlovi do 50 kW sa ručnom regulacijom

☐ Tečno gorivo - Kotlovi preko 50 kW sa automatskom regulacijom

☐ Gasovito gorivo - Kotlovi do 100 kW sa prirodnom promajom

☐ Gasovito gorivo - Kotlovi preko 100 kW sa prinudnom promajom

☒ Električna energija - Kotao

Energent

☐ zemni gas

☐ tečni naftni gas

☐ elektra lako ulje za loženje

☐ lako ulje za loženje

☐ daljinsko grejanje na fosilna goriva

☐ daljinsko grejanje kogeneracijom

☐ smeđi ugajl (domaći)

☐ smeđi ugajl (strani)

☐ lignit (domaći)

☐ električna energija

☒ drvena biomasa

Godišnja ugradnje	2013
Instalirani kapacitet (kW)	19,00
Prosečna snaga pumpe Pp (kW)	0,00
Stepen korisnosti uređaja ηp	0,85
Stepen korisnosti cevne mreže ηc	1,00
Stepen korisnosti sistema automatske regulacije ηr	0,90
Efikasnost, ukupni stepen korisnosti η	0,59
Dnevi prekid u radu sistema (sati u danu)	0,00
Dnevni prekid u radu sistema (sati u danu)	9
Godišnja potrebna energija za grejanje QH,rad (kWh/a)	51.651,93
Godišnji toplinski gubici sistema za grejanje QH,ls (kWh/a)	36.641,97
Isporučena toplota QH (kWh/a)	88.293,90
Dozvoljena maksimalna godišnja potrošnja energije za grejanje QH,max (kWh/a)	8.464,50
Energija potrebna za rad cirkulacione pumpe Qaux (kWh/a)	0,00
Potrebna primarna energija za rad sistema grejanja Eprim (kWh/a)	8.829,39
Godišnja emisija CO2 (kg/a)	0,00

Слика 24. Систем грејања

Последњи корак попуњавања података подразумева дефинисање потребне енергије за припрему топле воде на годишњем нивоу, која се не узима у обзир приликом одређивања енергетског разреда објекта (слика 25). У оквиру овог прорачуна бира се поједностављен прорачун потребне енергије који узима у обзир одабрани тип зграде и потребну топлоту за припрему санитарне топле воде по јединици површине из Правилника о енергетској ефикасности зграда.

Godišnja potrebna toplota za pripremu tople vode

1 ☐ pojednostavljeni proračun

Temperatura vode iz vodovoda (°C): 10,0

Temperatura vode u rezervoaru (°C): 50,0

Godišnja potrošnja vode Vw (m³/a): 0

Godišnja potrebna toplota za pripremu tople vode (kWh): 0,00

2 ☒ pojednostavljeni proračun

Godišnja potrebna toplota za pripremu tople vode (kWh): 1.128,60

Слика 25. Припрема топле воде

На крају енергетске симулације у програму добија се прорачун укупне годишње испоручене енергије одређеног објекта (слика 26). Могућ је ручни унос потрошње електричне енергије одређених група потрошача који се не узимају у обзир, будући да су у

току енергетског прегледа они документовани (осветљење, хлађење/климатизација, вентилација и помоћни системи).

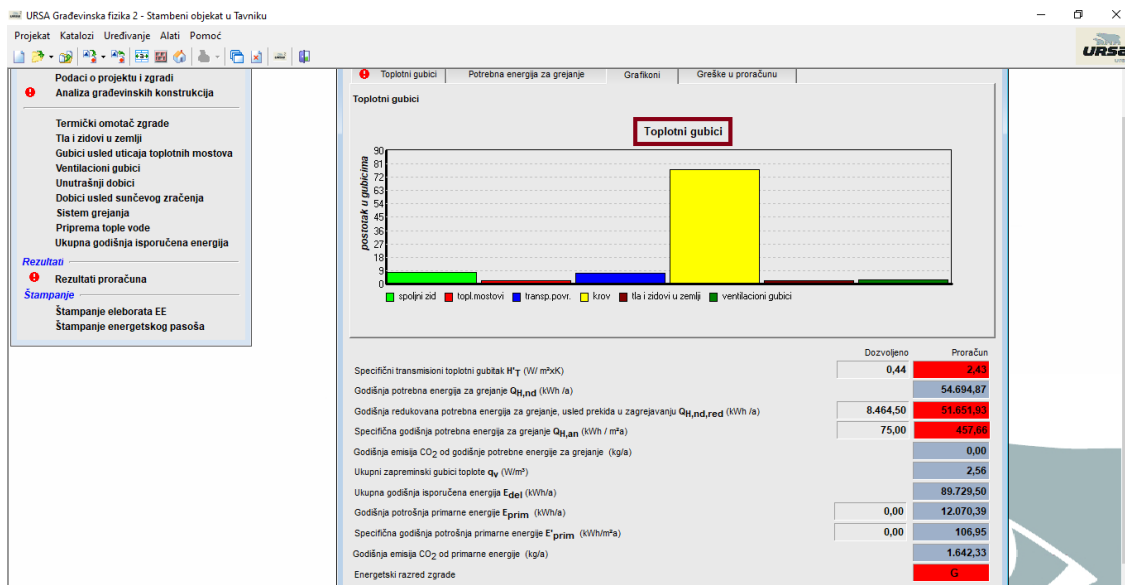
Слика 26. Укупна годишња испоручена енергија

Резултат енергетске симулације јесте одређен енергетски разред. Дакле, на слици 27 приказан је степен енергетске ефикасности објекта, као и утицај његовог грејања на животну средину (картица „топлотни губици“).

Слика 27. Резултати прорачуна

Приказ удела топлотних губитака налази се у оквиру картице „графикони” и итекако је важан како би се одредио сегмент преко кога се остварују највећи губици енергије а све у циљу примене мера за унапређење енергетске ефикасности (слика 28). Последња картица

„грешке у прорачуну” даје приказ евентуалних грешака које су настале у току рада док се у картици „потребна енергија за грејање” налази приказ месечних вредности добитака и губитака енергије али само за град Београд будући да за остале локације не постоје егзактни подаци.



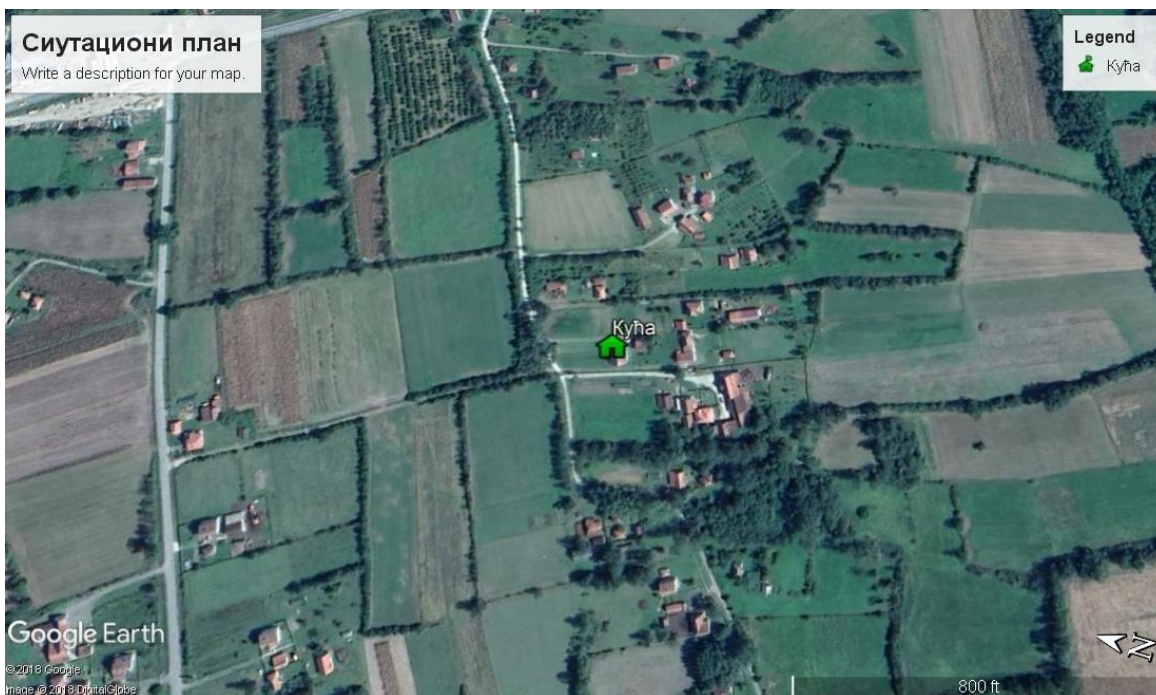
Слика 28. Резултати прорачуна-топлотни губици

3. Енергетски преглед једнопородичног стамбеног објекта у Тавнику

У даљем раду спроведен је енергетски преглед објекта у којем живи петочлана породица, а који подразумева прикупљање података који су неопходни за дефинисање степена енергетске ефикасности објекта. Да би се добила адекватна слика о тренутном енергетском стању објекта, односно његовој енергетској ефикасности прикупљени су рачуни за електричну и топлотну енергију, као и за воду, у периоду од октобра 2017. до октобра 2018. године.

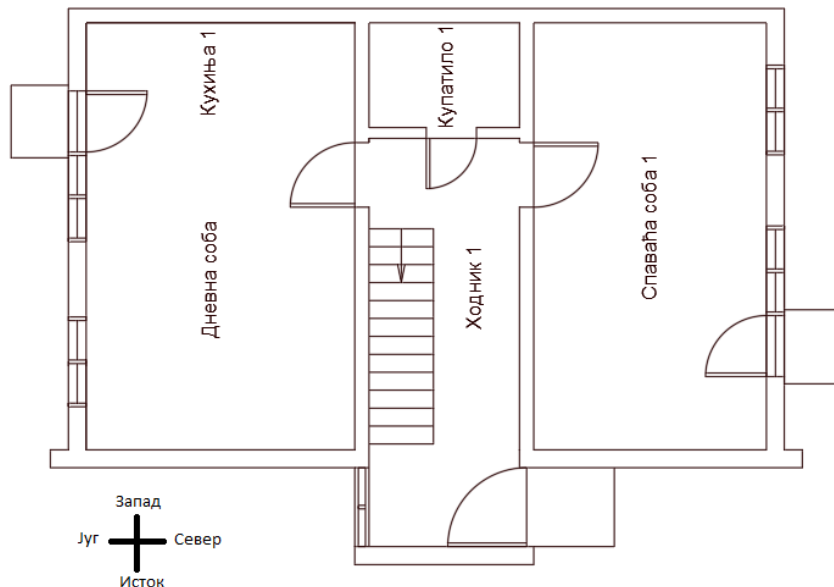
3.1. Општи подаци о објекту

Објекат на коме ће се спровести анализа енергетске ефикасности припада Месној заједници Тавник, број 14 (слика 29). Парцела на којој је изграђен објекат је у облику правоугаоника 13x85 m, површине 1.105 m². Парцела се налази поред сеоског пута, а сам објекат је смештен у дубини парцеле па је удаљеност од пута 50 m. Иза стамбеног објекта налази се помоћна зграда са гаражом, делом за смештај животиња и септичком јамом. Месна заједница Тавник се налази на територији општине Краљево. Удаљеност парцеле и објекта од града је око 15 km.

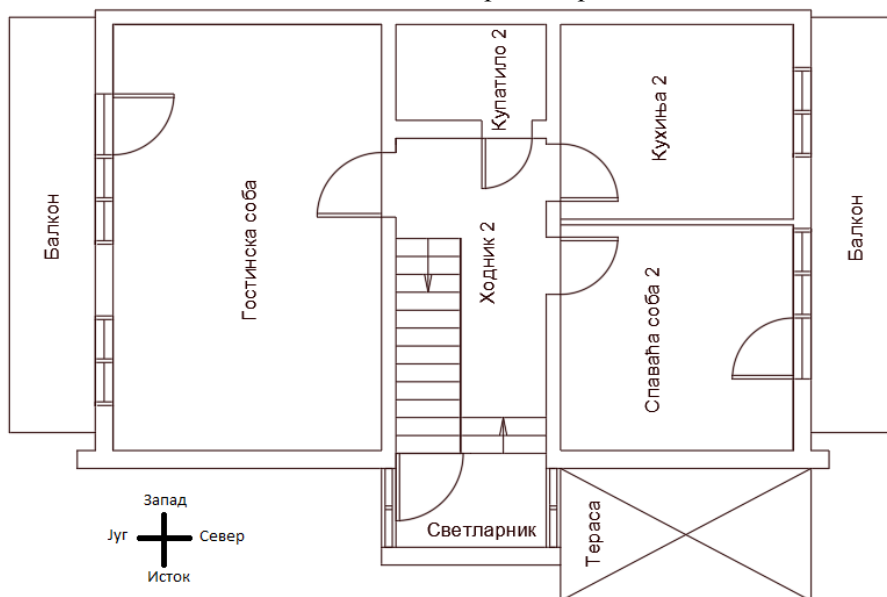


Слика 29. Ситуациони план објекта, Google Earth

Објекти који се налазе у близини наведеног су разнолике спратности, док је спратност наведеног објекта П+1+Пс (слика 30 и 31). Објекат на коме се врши анализа јесте појединачна кућа, корисне површине $112,86 \text{ m}^2$. Земљиште на ком се објекат налази је релативно равно. Градња објекта је започета крајем 1983. године, а завршена је неколико година касније, 1987. године. Од године завршетка радова па до 1999. године објекат није био насељен. Након 1999. године у објекту је живела трочлана, а данас петочлана породица. Дужина објекта је $6,4 \text{ m}$, али без дужине светларника која износи $1,35 \text{ m}$, док је ширина објекта 10 m . Темелј објекта је направљен од набијеног бетона МБ 100, на дубини 80 cm . Конструктивна концепција објекта је базирана на армирано бетонским стубовима који су ослоњени на армирано бетонску плочу. Стамбени објекат је правоугаоног облика са малом избочином (светларник) на источној страни. Објекат је двоспратан, а распоред просторија је следећи: у приземљу се налази дневна соба са кухињом, спаваћа соба, купатило и ходник, а на спрату се налазе спаваћа соба, гостинска соба, купатило, кухиња и ходник. Тераса на улазу у објекат је дограђена 2008. године, а спрат је преграђен у односу на приземље плочама од иверице, дебљине 1 cm , и постављена су врата која су заптивена полиуретанском пеном, како би се смањили топлотни губици. На тај начин је приземље и физички одвојено од спрата. Објекат је оријентисан тако да је спаваћа соба број један окренута ка северној страни, а дневни боравак са кухињом број један је окренут ка јужној страни. У близини објекта не постоји вегетација која би га лети штитила од утицаја сунчевог зрачења, већ се она налази у близини сеоског пута односно сокака. На осталој површини парцеле се налази зеленило (углавном трава), као и резервоар за складиштење воде који обезбеђује потребну количину воде објекту у тренутку нестајања воде из изворишта. Капацитет резервоара је 3 m^3 и у његовој близини се налази шахт са хидрофором. Резервоар је изграђен 2012. године.



Слика 30. Технички приказ-приземље



Слика 31. Технички приказ-први спрат

3.2. Омотач објекта

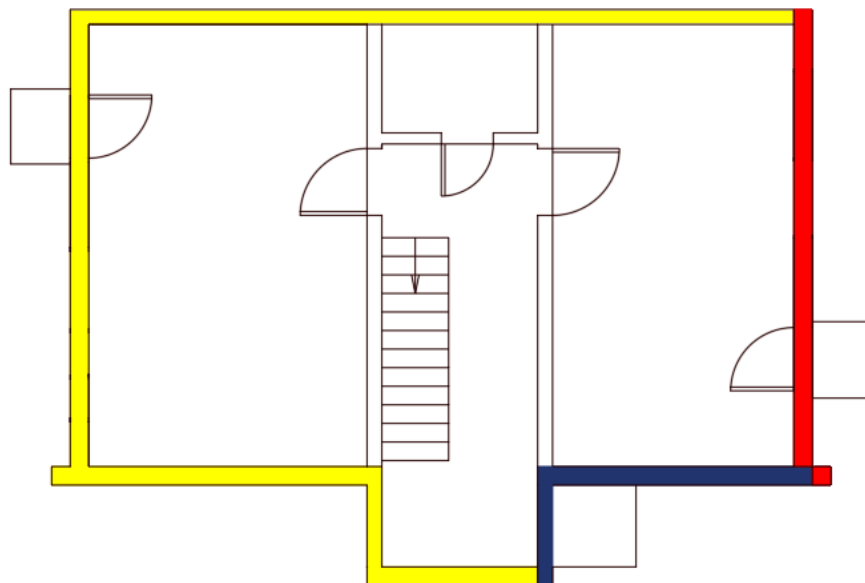
Омотач објекта обухвата све конструктивне елементе који унутрашњи простор одвајају од спољашњег ваздуха и тла на коме се објекат налази. Омотач објекта чине:

- спољашњи зидови,
- кровна конструкција,
- основа објекта,
- прозори и врата.

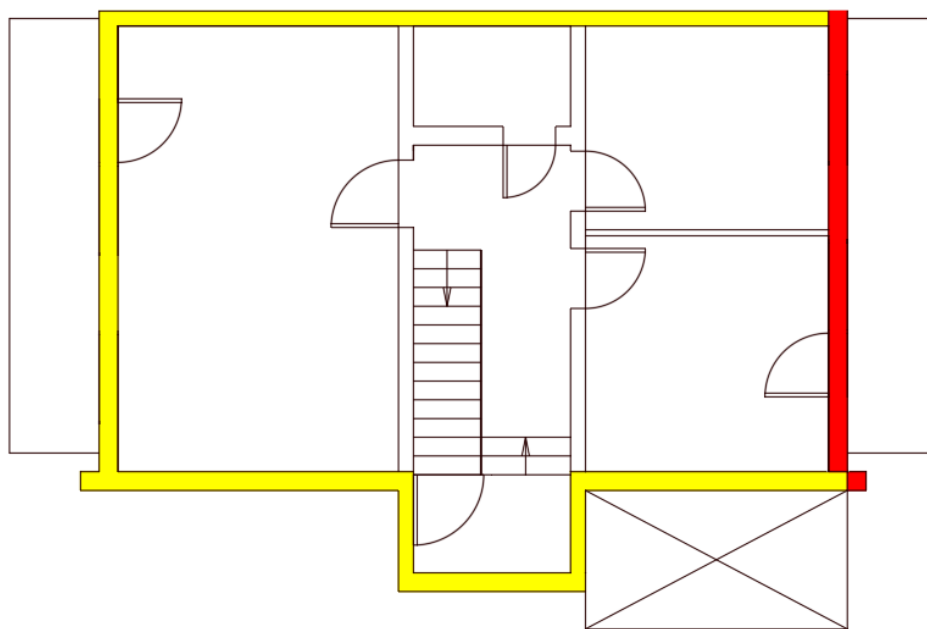
3.2.1. Спољашњи зидови

Након анализе спољних зидова утврђено је да су зидови масивне конструкције, састављени од гитер блока дебљине 25 cm, осим зидова на светларнику, чија је северна и јужна страна зидана блоком дебљине 19 cm, као и западни спољни зид. Димензије примењеног гитер блока су 25x19x19 cm. Зидане зидова гитер блоком изведено је у продужном малтеру, размере 1:3:9. Размера 1:3:9 представља однос цемента, креча и песка и то наведеним редом. Продужни малтер је отпоран на атмосферске утицаје, обезбеђује добру механичку чврстоћу и добру обрадивост. Назив продужни јесте јер је након прављења потребно време за очвршћавање (око 9 h). Објект је имао претходно наведен завршни слој све до 2013. године када је урађена термоизолација објекта са спољашње стране спољашњег зида, компактна фасада. Компактна фасада је изведена лепљењем изолационог материјала на зидну конструкцију, затим је додатно причвршћена коришћењем типлова. Следећи слој јесте лепак са арматурном мрежицом и завршна декоративна облога. Изолациони материјал јесте експандирани полистирен односно стиропор. Дебљина изолационог материјала није иста, већ се она разликује у зависности од оријентације зида. Дебљина изолације зида на северној страни је 8 cm, док је дебљина изолације свих осталих спољних зидова 5 cm (слика 32 и 33). Наведени зид је део спаваће собе један и он је дужине 6,4 m. Оно што се мора напоменути јесте да на зиду који је окренут ка истоку и који је део спаваће собе један, једним делом не постоји изолација, као ни на северном зиду светларника (слика 32). Разлог томе јесте што се ту налази тераса у оквиру које је постављена дрвена ламперија на спољашњој страни зида. Површина неизолованог зида на страни спаваће собе један је 11,9 m² (висина је 3,4 m, док је ширина зида 3,5 m), а површина неизолованог зида на светларнику, изузев површине врата, износи 1,865 m² (висина 2,9 m, ширина 1,35 m).

Преградни зидови нису исте дебљине као и спољашњи зидови. Преградни зидови су зидани блоком дебљине 19 cm, при чему је дебљина зида који одваја купатило један од ходника један 15 cm и само у овом случају коришћена је шупља опека димензија 25x12x6,5 cm, док је дебљина блока којим се одваја купатило два од ходника два 25 cm. Мора се истаћи да је преградни зид који дели спаваћу собу два и кухињу два од иверице, чија је дебљина 8 cm. Као што је већ напоменуто, приземље је од првог спрата одвојено плочама од иверице, дебљине 1 cm, док је простор испод кровне конструкције односно таван одвојен од првог спрата такође плочама од иверице дебљине 1 cm. На зиду у кухињи један су постављене керамичке плочице и то у висини од 1,6 m, док су оба купатила у потпуности обложена плочицама. Сви остали зидови осим претходно наведених су прекривени тапетама са унутрашње стране.



Слика 32. Приказ изолације приземља; љубичаста боја-без изолације, жута боја-5 ст, црвена боја-8 ст



Слика 33. Приказ изолације првог спрата; жута боја-5 ст, црвена боја-8 ст

На висини од 15 cm од површине терена темељ је пресвучен украсним каменом. Зидови испод прозора односно парапетни зидови (0,65 m) су истог материјала и дебљине као и спољашњи зидови. У оквиру објекта постоје два балкона правоугаоног облика, по један на северној и јужној страни. Димензије балкона су 1,2x5,8 m, тако да је површина сваког 6,96 m². Испод балкона на висини од 2,1 m од тла налази се спољашња јединица сплит система

на носачима, док је на висини од 2,1 m изнад балкона постављена друга спољашња јединица сплит система такође на носачима. Челични носачи су учвршћени у зидну конструкцију објекта, на јужној страни. Такође, постоји и светларник на источној страни објекта који се протеже дуж целе висине објекта.

Да би се у највећој мери смањили негативни ефекти топлотних мостова, термоизолација објекта мора бити изведена у континуитету. Уколико то није случај доћи ће до изражаја негативни ефекти, пре свега топлотни губици. Као што је већ наведено, на зиду (источни зид на страни спаваће собе један и северни зид светларника) испод терасе која се налази на улазу у објекат не постоји топлотна изолација већ је постављена дрвена ламперија, због промене материјала долази до појаве конструктивног топлотног моста. Топлотни мостови се још јављају испод балкона и између прозора и зидова. Такође, могуће место појаве топлотног моста јесте локација спољашњих јединица сплит система. Разлог томе јесу носачи који су за зидну конструкцију причвршћени шрафовима који пролазе кроз изолациони материјал.

3.2.2. Кровна конструкција

Кровна конструкција објекта је изведена као коса, на две воде највећим делом, док је само светларник прекривен кровом на три воде будући да се наслања на источни зид објекта. Направљена је од боровог дрвета. Кров је прекривен печеним, правоугаоним, фалцовани црепом димензија 25x40 cm и дебљине 1,5 cm. Топлотна изолација крова није изведена, као ни хидроизолација, а на самом крову не постоје никаква оштећења која би довела до продора влаге у тавански простор. Таван није намењен за становање. Спој кровне и зидне конструкције је изведен опшивањем алуминијумском ламперијом.

Да би се вршило одвођење атмосферске воде услед падавина постављени су хоризонтални односно сабирни и вертикални олуци од цинка, висећег типа и четвртастог облика. На објекту је постављено 3 кишне вертикале за одвођење воде на безбедну удаљеност од темеља. Олуци и вертикалне цеве се налазе у одличном стању. Кроз кровну конструкцију пролазе два димњака од пуне опеке, један на северној а други на јужној страни. Димњаци су лоцирани на западном зиду, у спаваћој соби један и кухињи један. Кроз кровну конструкцију пролази и носач који прихвата телефонски кабал. Мора се напоменути да на објекту не постоје кровни прозори али постоји светларник. Од када је објекат завршен 1987. године није рађена никаква интервенција на кровној конструкцији.

3.2.3. Подна површина

Подне површине у целокупном објекту су изведене од храстовог паркета, керамичких плочица и бетона, а растојање пода од плафона износи 2,5 m. Испод подова вршено је постављање шљунка у слоју од 10 до 15 cm и то набијањем, ради спречавања појаве влаге. У дневној соби број један, спаваћој соби број један, гостинској соби, спаваћој соби број два, кухињи број два и ходнику број два подне површине су изведене у виду паркета, уз

једну напомену. У ходнику број два подна површина која припада светларнику је од бетона и пресвучена је топлим подом. Све степенице у објекту имају завршни слој од бетона, али су обложене тзв. топлим подом. Оба купатила и кухиња број један су обложене плочицама, као и ходник број један који је додатно обложен топлим подом. Дебљина подне плоче износи 15 cm.

3.2.4. Врата и прозори

На стамбеном објекту су намештени и узидани дрвени прозори и врата. Улазна врата су једнокрилна величине 100x205 cm и застакљена су материјалом стакла чија је дебљина 6 mm. Улазна врата која одвајају приземље од спрата су димензија 88x196 cm. У објекту постоје и балконска врата која обезбеђују излаз на балконе на спрату, а такође обезбеђују излаз из приземља. Балконска врата су са дуплим рамом и застакљена су стаклом чија је дебљина 6 mm. Димензије балконских врата су 78x202 cm. Унутрашња врата у свим просторијама су једнокрилна, међутим разликују се њихове димензије. Унутрашња врата у дневном бораваку, спаваћој соби један и гостинској соби су димензија 85x198 cm. У просторијама: купатило, спаваћа соба и кухиња два врата су димензија 74x198 cm. Види се да су врата различитих димензија тако је и са вратима на купатилу један чије су димензије 65x198 cm. Дебљина рама улазних врата и унутрашњих врата је иста и износи 4 cm. На стамбеном објекту прозори су искључиво постављени на спољним зидовима. Постоје различите врсте прозора, као што су:

- двокрилни прозор са дуплим рамом, лажном пречком и дуплим балконским вратима,
- двокрилни прозори са дуплим рамом и лажном пречком,
- светларник-прозори са једним прозором који има могућност отварања.

У табели 1 дати су потребни подаци везани за прозоре.

Табела 1. Приказ карактеристика прозора

Тип прозора	Просторија	Димензије прозора/ врата [cm]	Оријентација
Двокрилни прозор са дуплим рамом и лажном пречком	Дневни боравак	118x135	Југ
Двокрилни прозор са дуплим рамом, лажном пречком и дуплим балконским вратима	Дневни боравак	118x135/78x202	Југ
Двокрилни прозор са дуплим рамом и лажном пречком	Спаваћа соба 1	118x135	Север
Двокрилни прозор са дуплим рамом, лажном пречком и дуплим балконским вратима	Спаваћа соба 1	118x135/78x202	Север
Светларник-прозор са једним прозором који има могућност отварања	Ходник 1	110x140	Југ
Двокрилни прозор са дуплим рамом и лажном пречком	Гостинска соба	118x135	Југ
Двокрилни прозор са дуплим рамом, лажном пречком и дуплим балконским вратима	Гостинска соба	118x135/78x202	Југ

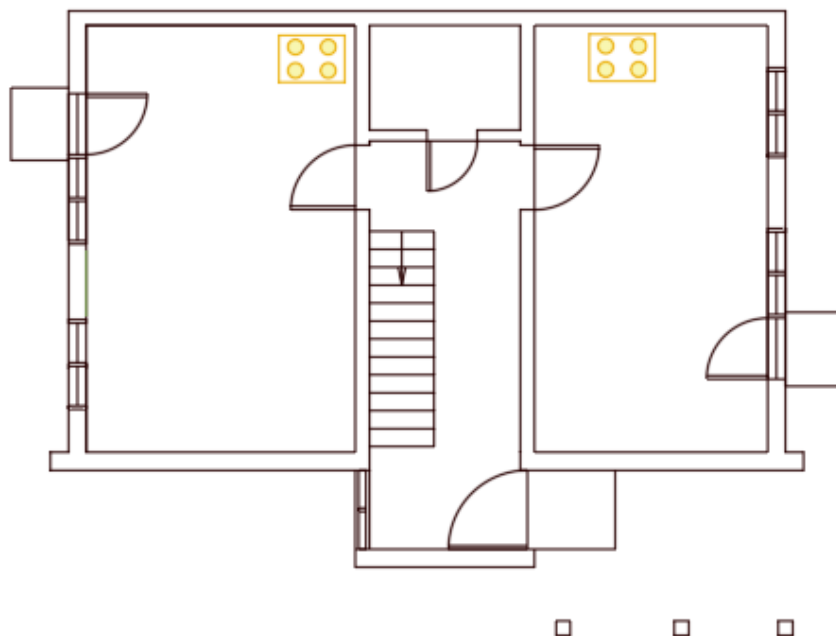
Двокрилни прозор са дуплим рамом и лажном пречком	Кухиња 2	118x135	Север
Двокрилни прозор са дуплим рамом, лажном пречком и дуплим балконским вратима	Спаваћа соба 2	118x135/78x202	Север
Светларник-прозор са једним прозором који има могућност отварања	Ходник 2	100x170	Север
Светларник-прозор са једним прозором који има могућност отварања	Ходник 2	100x170	Југ
Светларник-прозор са једним прозором који има могућност отварања	Светларник -таван	100x170	Север
Светларник-прозор са једним прозором који има могућност отварања	Светларник -таван	100x170	Југ

Прозори не поседују никаква видна оштећења, али нису термички изоловани, услед чега их карактеришу високи топлотни губици и добици. Међутим, у скорије време вршено је побољшање карактеристика прозора додавањем еластичних изолатора на покретним површинама, а на непокретним површинама је постављен тзв. „кит” (смеса гипса и малтера), који спречавају неконтролисани продор ваздуха и на тај начин су у знатној мери смањени топлотни губици. Овај вид унапређења енергетске ефикасности постојећих прозора је урађен само у приземљу. Приликом постављања врата која одвајају приземље од спрата око оквира врата вршено је постављање полиуретанске пене, како би се спречио неконтролисани продор ваздуха. Целокупна столарија је премазана масном бојом са додатком лака.

3.3. Систем грејања

Систем грејања се према месту производње и коришћења топлоте може поделити на: локално, централно и даљинско грејање. Имајући у виду да се објекат налази у сеоском подручју систем даљинског грејања се елиминише као опција грејања објекта, тако да као опција остаје локално и централно грејање.

У оквиру наведеног објекта не постоји систем централног грејања већ се објекат греје посредством појединачних уређаја. У објекту постоје два извора топлоте и то су шпорети на чврсто гориво, „Пламен”, чија је номинална топлотна снага 8 kW, док је максимална топлотна снага 11 kW. Номинални степен корисности је 71,4%. Грејна тела су израђена од сивог лива, у одличном су стању и без икаквих оштећења, која би утицала на одавање топлоте. Оба уређаја се налазе у приземљу, један се налази у кухињи један, док се други уређај налази у спаваћој соби један (слика 34). Посредством наведених уређаја греје се само приземље. Поред обезбеђивања топлотне енергије за грејање објекта, уређаји се користе и за припрему хране. Температура у просторијама није увек иста већ се она подешава у зависности од захтева и то ручном регулацијом протока ваздуха. У погону су само у току грејне сезоне, конкретно од месеца октобра па до половине априла месеца.



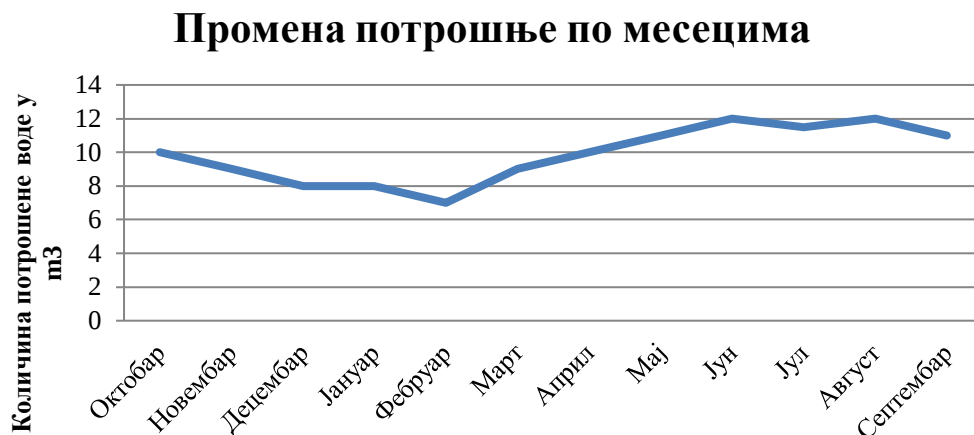
Слика 34. Приказ локација извора топлоте

Режим рада је такав да уређаји стартују са радом сваког дана у 7 h, при чему се чисти ложиште и избацује пепео, а завршавају у 22 h, тако да је време рада уређаја у току дана у просеку 15 h. Уколико се узме у обзир да грејна сезона траје шест и по месеци, добија се да је укупно време ангажовања 2.925 h. Уређај се пуни енергентом неколико пута у току дана. Као што је већ назначено, уређаји као енергент троше чврсто гориво односно огревно дрво (храст). Огревна дрва се обезбеђују сваке године неколико месеци пре грејне сезоне, тачније у месецу августу. Затим, остају на отвореном месец дана, како би се што је више могуће одстранила влага, а након тога се уситњавају и складиште. Енергент се складишти у оквиру помоћне зграде где константно струји ваздух који га суши. Циркулација ваздуха је изузетно битна због смањења процентуалног садржаја влаге што за последицу има боље сагоревање. У току грејне сезоне потрошено је 13 m^3 огрева. Топлотна моћ горива је 2.100 kWh/m^3 , добија се да је укупна потрошња топлотне енергије 27.300 kWh . На основу претходно наведених података добија се да потрошња топлотне енергије по члану домаћинства износи $5.460 \text{ kWh/корисник}$. Цена енергента је износила 4.680 РСД/m^3 . Када се узме у обзир да је потрошено 13 m^3 огрева долази се до закључка да је укупни трошак за топлотну енергију 60.840 РСД , док је специфични трошак топлотне енергије $12.168 \text{ РСД/корисник}$. Коначни закључак је да просечна цена топлотне енергије за домаћинство износи $2,229 \text{ РСД/kWh}$.

Након завршетка грејне сезоне приступа се демонтажи димних цеви са димњака од опеке, њиховом чишћењу, чишћењу ложишта и грејне плоче. Пре почетка сваке грејне сезоне приступа се монтажи димних цеви на димњак и чишћењу грејне плоче.

Објекат поседује термо-акумулациону пећ (ТА пећ) и купатилску грејалицу. Наведени уређаји електричну енергију претварају у топлотну, међутим ТА пећ се не користи за грејање просторија у објекту, док се купатилска грејалица користи за грејање купатила два када се троши вода од стране мале деце.

налази у приземљу. Просечна расподела потрошње воде по члану домаћинства приказана је на слици 11. На слици 36 приказана је укупна потрошња воде за период од октобра 2017. до октобра 2018. године. Укупна потрошња воде обухвата потрошену воду из водовода и воду из резервоара, $127,5 \text{ m}^3$. Са дијаграма се може закључити да је потрошња воде највећа у летњим месецима, тачније у месецу јуну, јулу и августу и креће се од $11,5$ до 12 m^3 .



Слика 36. Приказ укупне потрошње воде за 12 месеци

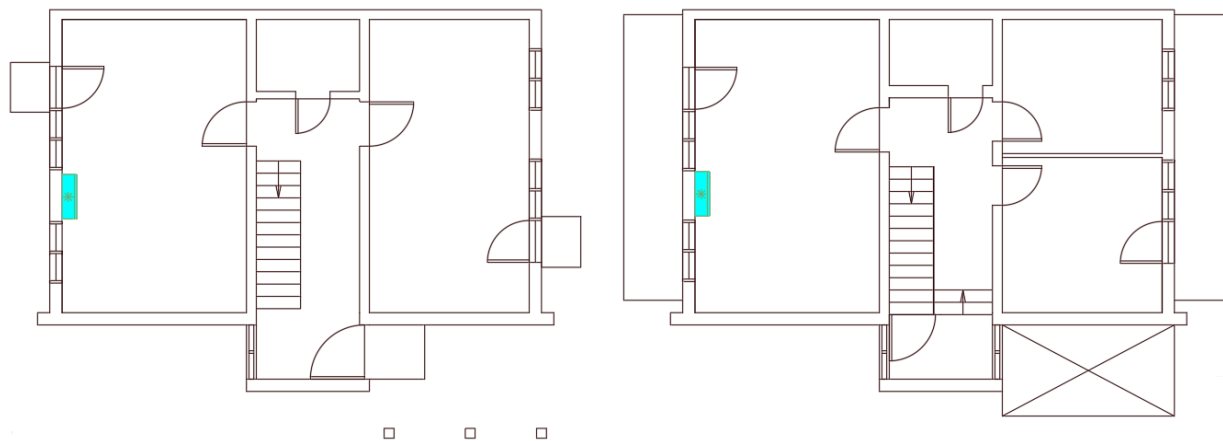
Просечна месечна потрошња воде износи око 10 m^3 , док је специфична потрошња воде $25,5 \text{ m}^3/\text{корисник/год.}$. Уколико се узме у обзир да је цена $35 \text{ РСД}/\text{m}^3$ воде, укупни финансијски издатак за воду је $4.462,5 \text{ РСД}$.

3.5. Систем хлађења/климатизације

Клима уређаји-сплит системи су уређаји чија је основна улога хлађење просторија у току лета, међутим могу да се користе и за грејање просторија. Састоје се из испаривача, кондензатора, компресора, вентилатора и пригушног вентила. Унутрашњу јединицу чине испаривач, радијални вентилатор док спољашњу јединицу чине кондензатор, аксијални вентилатор и компресор, и оне су међусобно повезане цевима, кроз које протиче радни флуид, и електричним инсталацијама.

У објекту постоје два идентична клима уређаја која се пре свега користе за хлађење просторија. Ради се о сплит системима марке „Crown” чији је капацитет хлађења 3.200 W (11.000 BTU), односно грејања 3.350 W (11.500 BTU), док је улазна снага хлађења 1.220 W односно грејања 1.250 W , а снага уређаја је 1.650 W . Максимални проток ваздуха је $500 \text{ m}^3/\text{h}$, док је бука коју емитује унутрашња јединица једнака 10 dB . Радни медијум сплит система је фреон. Фактор хлађења (EER) је $2,62$, док је фактор грејања (COP) $2,68$. Температурни опсег при којем уређај може ефикасно да ради креће се од -5 до $+45^\circ\text{C}$. Уређај поседује јонизатор (филтер) који има функцију уклањања прашине и честица из ваздуха. Димензије унутрашње јединице су $795 \times 280 \times 190 \text{ mm}$.

Пошто се ради о сплит системима постоје две унутрашње јединице и две спољашње јединице. Један сплит систем се налази на јужном зиду дневног боравка између два прозора, док се други систем налази на идентичној позицији али у гостинској соби на другом спрату. Иако су постављени на јужној страни објекта (слика 37), спољашња јединица сплит система који се налази у дневном боравку није обасјана сунчевим зрацима, док је друга спољашња јединица сплит система који се налази у гостинској соби повремено обасјана сунчевим зрацима.



Слика 37. Приказ локација клима уређаја

Сплит системи се углавном користе у летњим месецима за хлађење просторија, иако имају опцију грејања до сада никада нису коришћени за грејање. Сплит систем који се налази у дневном боравку се много више користи од система који се налази у гостинској соби, јер је он у употреби само када су славља. Међутим, у претходно анализираном периоду уређаји су веома мало коришћени због лошијих временских услова у току лета, тако да је укупно време рада износило 10 h, односно појединачно време рада је 5 h. За наведено време рада уређаји су појединачно потрошили 8,25 kWh. Када су у погону температура хлађења се увек подешава на најнижу могућу односно 16°C. Време рада клима уређаја је у просеку 20 min, затим се они искључују, а када температура поново порасте поново се укључују. Уређаји су инсталирани 2013. године и налазе се у добром стању. Од године уградње па до данас филтери су редовно чишћени и дезинфиковани сваке године, међутим провера радног флуида није вршена.

3.6. Систем вентилације

Вентилација јесте процес обезбеђивања уноса свеже количине ваздуха, смањења влажности и отклањања непријатних мириса, а све у циљу постизања одговарајућег осећаја угодности. Вентилација може бити механичка, када се посредством вентилатора ваздух принудно убацује или избацује из просторије, и природна.

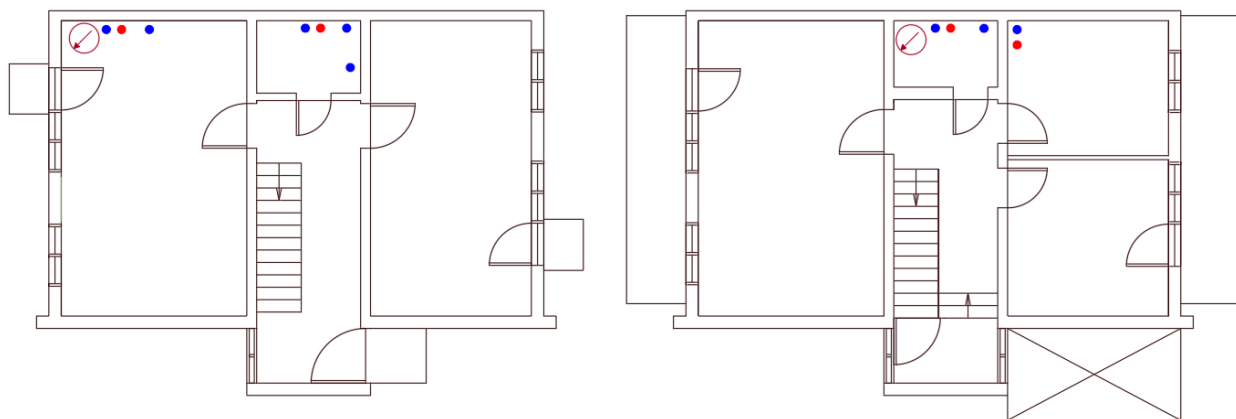
Стамбени објект не поседује систем за вентилацију. Природна вентилација односно замена устајалог ваздуха свежим спољашњим ваздухом се остварује отварањем прозора.

Предност природне вентилације је што нема додатних трошкова и нема стварања буке приликом рада система вентилације, међутим мана наведеног система јесте што се не може извршити адекватна регулација односно управљање. Непријатни мириси из купатила одводе се уз помоћ вентилационе цеви (гравитационо). Поред купатила, из кухиње се врши одвођење масног ваздуха и водене паре приликом спремања хране преко кухињског вентилатора односно аспиратора. Купатилски и кухињски вентилатори су примери исисавајуће вентилације.

3.7. Систем за припрему санитарне топле воде

Системи за припрему санитарне топле воде (СТВ) односно топле потрошне воде могу бити локални и централни. Локални систем припреме СТВ подразумева коришћење појединачног грејача воде односно бојлера који има функцију припремања СТВ за неколико потрошача. У домаћинствима се у највећој мери користе електрични акумулациони бојлери који припремају воду за купатило и кухињу. Централна припрема СТВ обавља се на једном централном месту. Најчешће је то котао који поред обезбеђивања топле воде за грејање има могућност и припреме СТВ у посебном резервоару или у ретким случајевима то може бити посебан котао само за припрему СТВ.

Стамбени објекат поседује локални систем припреме санитарне топле воде. У објекту се налазе два електрична акумулациона бојлера (слика 38). Један мањи акумулациони бојлер се налази у кухињи један док је већи акумулациони бојлер лоциран у купатилу два. Мањи акумулациони бојлер обезбеђује СТВ само за потрошно место у кухињи један. Снага наведеног бојлера је 1.500 W, док запремина резервоара износи 10 l. Акумулациони бојлер већег капацитета обезбеђује СТВ за неколико потрошних места (купатило један и два, и кухиња два) и његова снага је 2.000 W, а запремина резервоара износи 80 l. Режим рада купатилског бојлера је такав да је он укључен 24 h сваког дана у години што га ставља на прво место по потрошњи електричне енергије у објекту. Укључивање бојлера је једноставно, и врши се преко прекидача који се налази испред купатила. Потрошња електричне енергије наведеног бојлера је 2.920 kWh за годину дана. Кухињски бојлер се укључује по потреби, најчешћи период рада јесте 20 min у току сваког дана, тако да за то време рада бојлер за годину дана потроши око 109,5 kWh електричне енергије. Регулација кухињског бојлера се разликује од купатилског бојлера јер се његово стартовање врши убацивањем утикача у утичницу. Старост бојлера је око 30 година, и за то време грејач на кухињском бојлеру никада није чишћен од наслага каменца, док је грејач купатилског бојлера неколико пута чишћен од наслага каменца све до његовог отказа, када је пре две године замењен новим грејачем и уједно је замењен резервоар. Чишћењу грејача оба бојлера се не приступа уколико се не уочи лошији рад истих.



Слика 38. Приказ локација акумулационих бојлера и потрошних места у објекту

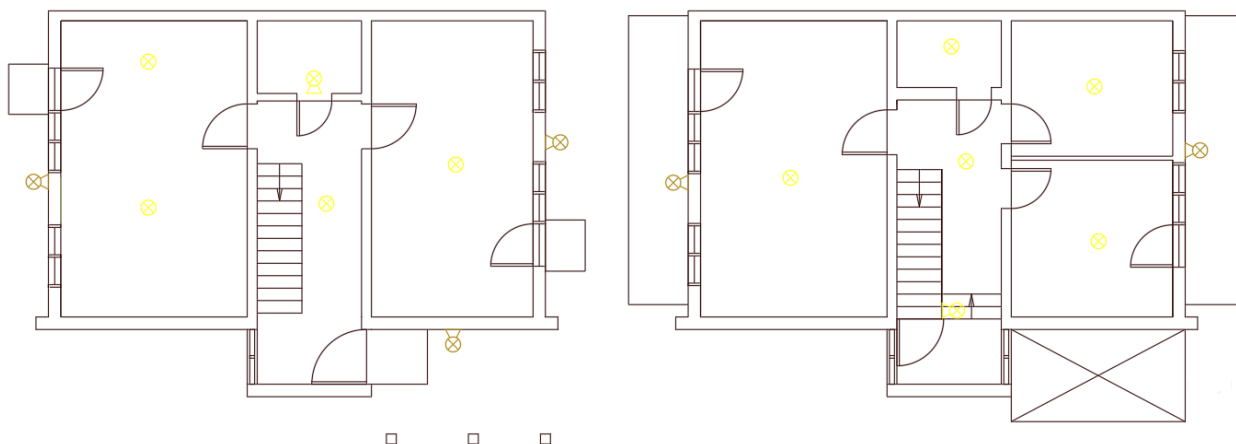
На слици 39 дато је значење симбола.



Слика 39. Значење симбола

3.8. Систем расвете (унутрашње и спољашње)

Добра расвета просторије треба да представља приоритет сваког дома. Осветљење је један од најбитнијих аспеката који утиче како на ентеријер тако и на атмосферу (светлосни комфор). Ентеријер и атмосфера чине једну страну медаље, док другу страну представља уштеда енергије а самим тим и уштеда новца. На слици 40 приказан је распоред сијаличних места у целокупном објекту.



Слика 40. Систем расвете; жута боја-унутрашња расвета, наранџаста боја-спољашња расвета

У оквиру табеле 2 дат је приказ броја сијалица и одређених карактеристика.

Табела 2. Приказ броја, типа сијалице, укупне снаге, годишњег ангажовања и годишње потрошње

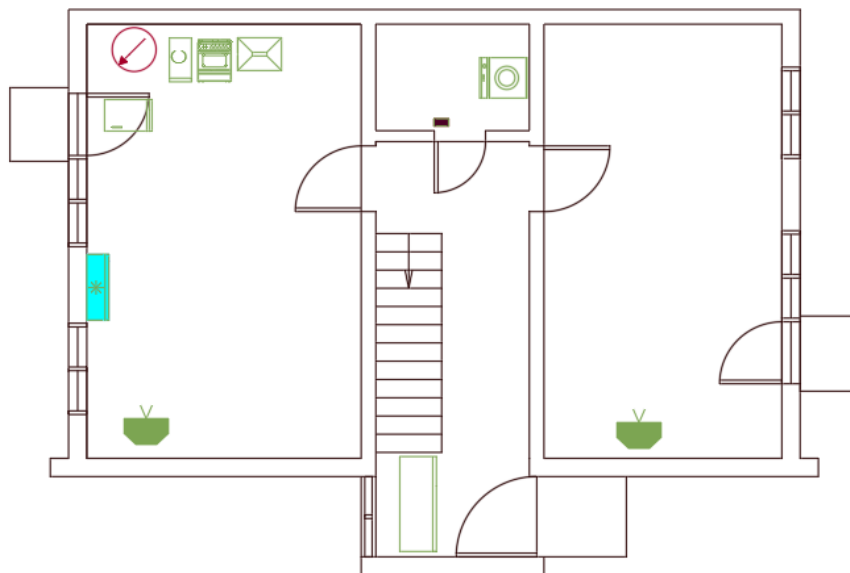
Просторија	Број	Тип	Укупна снага [W]	Годишње временско ангажовање [h]	Просечна годишња потрошња [kWh]
Дневна соба	1	CFL	23	2.160	49,68
Кухиња 1	1	CFL	23	1.440	33,12
Ходник 1	1	CFL	23	2.160	49,68
Купатило 1	1	IL	100	720	72
Спаваћа соба 1	1	CFL	23	1.800	41,4
Гостинска соба	3	IL	60	120	21,6
Купатило 2	1	CFL	23	270	6,21
Кухиња 2	1	CFL	23	90	2,07
Спаваћа соба 2	1	CFL	23	30	0,69
Ходник 2	2	CFL	23	300	13,8
				Укупно на осветљење годишње	290,25

Као што се може закључити из табеле 2, у објекту се у највећој мери користе компактне флуо сијалице (CFL) снаге 23 W, чији је светлосни флуks 1.050 lm, а температура боје односно боја светлости је 2.700 K. Једино се у гостинској соби и купатилу један примењују инкадесцентне сијалице, разлог томе јесте што у купатилу један светлосно тело није одговарајуће димензије за CFL сијалицу, док се систем расвете у гостинској соби веома мало користи.

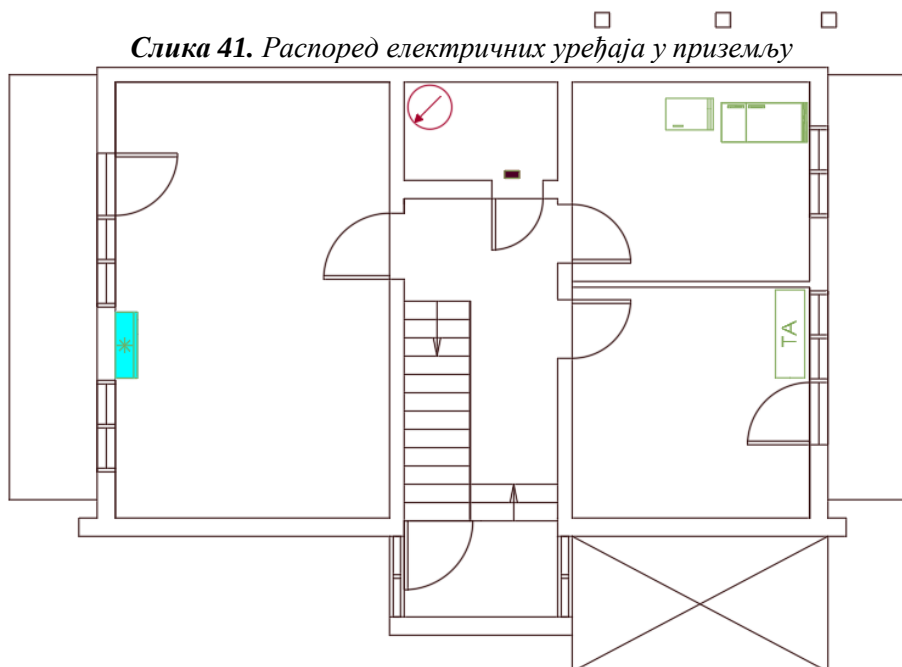
Инсталација сијаличних места је изведена бакарним проводницима и прекидачима разних врста у зависности од потребе (једнополни и серијски). Расветна тела су постављена у свим унутрашњим просторијама, на балконима и тераси. Постоје различите врсте расветних тела почев од зидних расветних тела, плафоњера па до лустера. Систем расвете је стар колико и сам објекат као и одређен број расветних тела. Расветна тела у спаваћој соби један, ходнику један и кухињи један односно плафоњере су замењене новијим расветним телима тачније плафоњерама. Замена расветних тела извршена је пре 4 године, налазе се у добром стању и редовно се приступа њиховом чишћењу. Одржавањем се значајно доприноси побољшању рада система расвете. У објекту не постоји интелигентни систем управљања као ни аутоматска регулација, већ се регулисање осветљења врши ручном тј. локалном регулацијом. За спољашњу расвету се углавном користе инкадесцентне сијалице снаге 75 W, изузев извора светлости на тераси где је примењена компактна флуо сијалица снаге 12 W, светлосног флуksа 865 lm и температуре боје 2.700 K. Од спољашње расвете највише се користи извор светлости испред улазних врата на тераси, док су остали спољашњи извори светлости у доста мањој мери ангажовани. Регулација спољашње расвете обавља се из унутрашњости објекта применом једнополних прекидача. Одржавање спољашње расвете је нешто мањег интензитета. Ако се упореди потрошња инкадесцентне сијалице у купатилу један чија је снага 100 W са компактном флуо сијалицом у дневној соби чија је снага много мања 23 W, види се знатно већа потрошња електричне енергије инкадесцентне сијалице (за 31%) иако је њено време рада чак три пута мање (табела 2). Укупна потрошња електричне енергије у току 12 месеци износи 290,25 kWh, а финансијски издатак је 2.333,3 РСД.

3.9. Електрични уређаји

У стамбеном објекту постоји доста различитих електричних уређаја неопходних за нормално функционисање чланова домаћинства (слика 41 и 42). Електрични уређаји у домаћинству се могу поделити према врсти претворене електричне енергије на: електро-термичке и електро-механичке.



Слика 41. Распоред електричних уређаја у приземљу



Слика 42. Распоред електричних уређаја на спрату

На слици 43 дата су значења сваког симбола.

	Телевизор		Електрични шпорет
	Клима уређај		Машина за прање судова
	Бојлер		Мали фрижидер
	Велики фрижидер		Аспиратор
	ТА пећ		Машина за прање веша
	Купатилска грејалица		
	Замрзивач		

Слика 43. Значење симбола

Електро-термички уређаји су уређаји који укупну електричну енергију претварају у топлотну. Најзначајнији део електро-термичких уређаја јесте грејна жица (грејач) која је увијена у спиралу и која има велики специфични отпор због чега се електрична енергија претвара у топлотну. У електро-термичке уређаје спадају:

- електрични решо,
- електрични штедњак,
- електрична грејалица,
- електрична пегла,
- електрични бојлер,
- ТА пећ,
- инкадесцентна сијалица итд.

За разлику од електро-термичких уређаја електро-механички уређаји електричну енергију претварају у механичку. У електро-механичке уређаје спадају:

- машина за веш,
- машина за судове,
- клима уређај,
- вентилатор,
- усисивач итд [16].

Време рада електричних уређаја је веома различито, једни уређаји се укључују свакодневно док се други уређаји укључују у зависности од потребе и годишњег доба односно временских прилика. Велики број електричних уређаја троши електричну енергију када су прикључени на електричну мрежу а нису укључени (телевизор, DVD плејер, монитори рачунара итд.) и то је такозвана „standby” фаза. Један од највећих потрошача у наведеној фази јесте и телевизор који може да потроши око 30% електричне енергије у односу када је укључен.

У табели 3 приказани су детаљнији подаци о уређајима које поседује домаћинство, тип, називна снага, време рада и просечна потрошња електричне енергије на годишњем нивоу.

Табела 3. Листа електричних уређаја у домаћинству

Уређаји	Тип уређаја	Називна снага [W]/потрошња по циклусу односно дану [kWh]	Просечно ангажовање [h], [дан]	Просечна годишња потрошња струје [kWh]
1.Припрема топле воде				
Купатилски бојлер	КИКИ	2.000	1.460 (h)	2.920
Кухињски бојлер	ГОРЕЊЕ	1.500/0,3	365 (дан)	109,5
			Укупно	3.029,5
2.Грејање и хлађење простора				
Клима уређај 1	CROWN	1.650	5 (h)	8,25
Клима уређај 2	CROWN	1.650	5 (h)	8,25
Купатилска грејалица 1	КОНЧАР	1.250	0	0
Купатилска грејалица 2	КОНЧАР	1.250	5 (h)	6,25
ТА пећ	СИГМА	3.000	0	0
			Укупно	22,75
3.Припрема и чување хране				
Електрични шпорет-рингла	ГОРЕЊЕ	1.000	90 (h)	90
Електрични шпорет-рерна	ГОРЕЊЕ	1.000	150 (h)	150
Мали фрижидер-кухиња 1	ГОРЕЊЕ	85/0,8	365 (дан)	292
Мали фрижидер-кухиња 2	ГОРЕЊЕ	77/0,75	3 (дан)	2,25
Велики фрижидер-кухиња 2	ГОРЕЊЕ	67/0,2	365 (дан)	73
Замрзивач	ГОРЕЊЕ	1.100/1,8	365 (дан)	657
Аспиратор	ELICA	80	365 (дан)	29,2
Машина за прање судова	WHIRPOOL	1.750/1,1	365 (дан)	401,5
			Укупно	1.694,95
4.Вешерај				
Веш машина	ГОРЕЊЕ	2.400/3	260 (дан)	780
Пегла	КОНЧАР	1.000	30 (h)	30
			Укупно	810
5.Електронски уређаји				
Телевизор	VOX	75	2.920 (h)	219

Телевизор	PHILIPS	30	4.380 (h)	131,4
Лаптоп	HP	40	192 (h)	7,68
Рутер	HUAWEI	5	8.760 (h)	43,8
Модем	HUAWEI	5	8.760 (h)	43,8
Модем	HUAWEI	5	8.760 (h)	43,8
Фен	FEP	500	26 (h)	13
Усисивач	LIV	1.200	60 (h)	72
Апарат за галете	VIVAX	850	36 (h)	30,6
			Укупно	605,08

Укупна инсталисана снага свих уређаја у домаћинству износи 23,569 kW док је потрошач са највећом снагом термо-акумулациона пећ (ТА пећ) чија је снага 3.000 W. Међутим наведени уређај се не користи за грејање просторија у објекту, тако да је уређај са највећом снагом који се користи веш машина, чија је снага 2.400 W. Једини уређај који се користи за грејање просторија, тачније купатила два јесте купатилска грејалица. Употреби грејалице се прибегава када се у купатилу два користи топла вода од стране мале деце у зимском периоду. Највећи потрошач у објекту јесте уређај из области припреме санитарне топле воде, купатилски бојлер. Купатилски бојлер је за годину дана потрошио 2.920 kWh.

На основу приложених података у табели 3 закључује се да је укупна потрошња електричне енергије од стране електричних уређаја за период од годину дана 6.162,28 kWh, док је специфична потрошња електричне енергије 1.232,456 kWh/корисник.

У табели 4 дат је приказ уређаја који утичу на топлотни биланс објекта, док уређаји који се нису нашли у наведеној табели не утичу на топлотни биланс објекта. Уређаји који утичу на топлотни биланс објекта у ствари емитују одређену количину топлоте у току свог рада. Највећи емитер топлоте у току рада јесте веш машина.

Табела 4. Приказ уређаја који утичу на топлотни биланс објекта

Редни број	Врста уређаја
1.	Електрични шпорет-рингла и рерна
2.	Машина за прање судова
3.	Веш машина
4.	Пегла
5.	Фен
6.	Апарат за галете
7.	Телевизор
8.	Усисивач

Сви уређаји у оквиру објекта се налазе у добром стању изузев машине за прање веша. Разлог томе јесте веома честа појава кварова на уређају, као што су цурење воде, прекиди у раду и избацивање осигурача. Из свега наведеног планирана је замена уређаја новим и енергетски ефикаснијим уређајем, детаљнији опис у оквиру мера за унапређење енергетске ефикасности.

3.10. Систем снабдевања електричне енергије и мерење потрошње

Бројило које се користи у домаћинству јесте електро-механичко бројило код којег се бројчаник покреће помоћу точка, који се окреће услед индукције настале као последица протицања струје кроз бројило. Недостатак оваквог бројила јесте што су они за данашње услове доста непрецизни, као и немогућност повезивања на даљинске системе читавања бројила и управљања потрошњом. Прикључак објекта на електро мрежу је изведен преко надземног кабла. На улазу у стамбени објекат односно на тераси испред улазних врата налази се метални главни разводни ормар (ГРО). У главном разводном ормару је смештено наизменично трофазно електрично бројило активне енергије 3x220/380 V, са три главна аутоматска осигурача од 32 А. Произвођач бројила је Штевец, а тип бројила је Т29 CDV-3. Константа мерења бројила је 120 obr./kWh. У оквиру ходника један налази се разводна табла са аутоматским осигурачима 10, 20 и 25 А, који штите уређаје од превеликих струја.

Потрошња електричне енергије очитане на бројилу, по месецима за анализирани период дата је у табели 5.

Табела 5. Потрошња електричне енергије

Месец	Датум очитавања	Зелена зона BT [kWh]	Зелена зона HT [kWh]	Плава зона BT [kWh]	Плава зона HT [kWh]	Укупно енергије [kWh]	Укупно енергије [РСД]	Укупно [РСД]
Октобар	2.11.2017.	233	117	56	28	434	2.127,02	3.436,87
Новембар	2.12.2017.	233	117	70	35	455	2.267,87	3.662,53
Децембар	4.1.2018.	256	129	63	31	479	2.351,34	3.764
Јануар	2.2.2018.	225	113	1	0	339	1.518,87	2.667,92
Фебруар	3.3.2018.	225	113	46	23	407	1.972,74	3.315,28
Март	2.4.2018.	233	117	27	13	390	1.834,13	3.105,14
Април	2.5.2018.	234	116	69	35	454	2.263,40	3.675,52
Мај	2.6.2018.	241	121	119	59	540	2.813,39	4.367,64
Јун	2.7.2018.	233	117	122	61	533	2.791,05	4.302,52
Јул	2.8.2018.	242	120	201	101	664	3.645,10	5.421,40
Август	2.9.2018.	242	120	217	109	688	3.806,07	5.576,83
Септембар	2.10.2018.	233	117	144	72	566	3.012,38	4.527,96
	Укупно	2.830	1.417	1.135	567	5.949	30.403,36	47.823,61

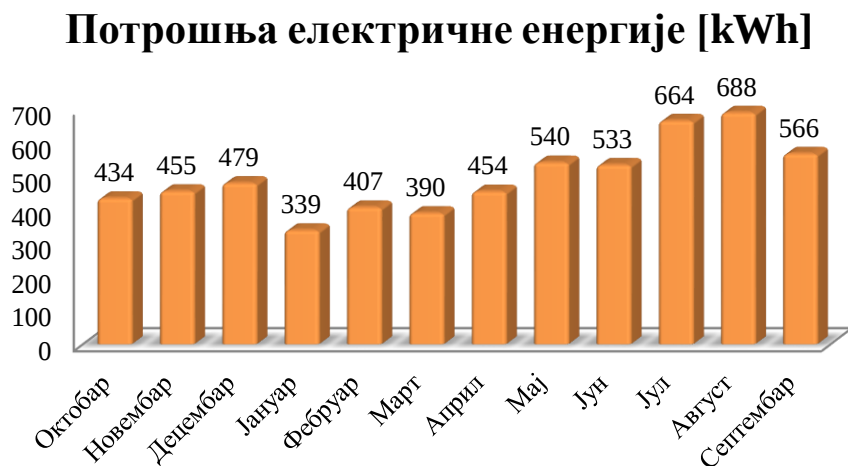
Из табеле се може закључити да се потрошња електричне енергије одвија највећим делом у периоду више тарифе (од 7 h до 23 h) електричне енергије када се потрошена енергија плаћа по знатно већој цени 5,962 РСД, док се знатно мања количина електричне енергије троши у периоду ниже тарифе када је цена електричне енергије 1,491 РСД. У табели је дат приказ колики је издатак само за потрошену електричну енергију, док је у последњој колони дат приказ укупног финансијског трошка за плаћање електричне енергије. Наведене цифре се разликују због трошкова обрачунске снаге (536,01 РСД), трошка јавног снабдевача (132,76 РСД), надокнаде за повлашћене произвођаче електричне енергије (30-65 РСД), акцизе (7,5%), износа ПДВ-а (20%), одређеног попуста (109-224 РСД). Међутим,

није дат приказ потрошње електричне енергије у црвеној зони (зона прекомерне потрошње) јер потрошња електричне енергије никада није прешла границу од 1.600 kWh.

Приликом остварења прикључка на електро-дистрибутивну мрежу у договору са дистрибуцијом и на основу потрошача који се налазе у објекту и који су планирани, договорена је одобрена снага од 17,25 kW. Обрачунска снага сваког месеца у току анализираних периода била је 11,04 kW, тако да није долазило до прекорачења одобрене снаге и плаћања по тарифном систему прекомерно преузете снаге. Напонски ниво електричне енергије којом се објекат снабдева јесте 220/380 V и он припада категорији широке потрошње. У свим домаћинствима која су прикључена на мрежу ниског напона (до 1 kV) користе се бројила за директно мерење, уколико струјно оптерећење не прелази максималну струју бројила за директно мерење. У категорији широке потрошње, домаћинства која су повезана на мрежу ниског напона до 1 kV, не врши се мерење реактивне енергије, већ само активне енергије. Главни разводни ормар са бројилом се налази у тераси објекта, на улазу у домаћинство, на истом месту радник дистрибуције читава тренутно стање бројила што значи да он мора ући у двориште објекта. У објекту не постоји систем управљања вршном енергијом односно максималним оптерећењем којим би се одређени уређаји укључивали или искључивали посредством управљачких система или временских прекидача.

Електрична инсталација објекта стара је око 30 година, колико и сам објекат и за то време није реконструисана осим редовне замене бројила 2018. године, месеца августа. Ради се о двотарифном бројилу које тренутно мери само вишу тарифу због квара на уклопном сату бројила. Квар је пријављен дистрибуцији међутим одговор је био да трошкове поправке уклопног сата сноси сам власник, па је и то један од разлога зашто бројило није дато на поправку. Међутим електро-дистрибуција не обрачунава укупно потрошену количину електричне енергије у вишој тарифи већ одређени проценат, око 33%, потрошене електричне енергије сврстава у нижу тарифу. Серијски број новог бројила је 7629594.

Како би се боље уочила потрошња енергије по месецима, на слици 44 дат је графички приказ потрошње по месецима.



Слика 44. Графички приказ потрошње енергије

Приказани подаци указују да је потрошња електричне енергије највећа у летњим месецима (мај, јун, јул, август и септембар). У наведеним месецима потрошња електричне енергије је увек преко 530 kWh. Може се закључити да је потрошња електричне енергије највећа у августу (688 kWh) и јулу (664 kWh). У месецу августу потрошња расте због већег интензитета коришћења уређаја за припрему и чување хране, уређаја за припрему СТВ, чишћења, а све ради припреме верског празника, док се у месецу јулу потрошња повећава због коришћења електричног шпорета за припрему хране, клима уређаја итд.

Укупна потрошња петочланог домаћинства за годину дана износи 5.949 kWh, док сваки члан домаћинства троши 1.189,8 kWh електричне енергије. Стварна потрошња електричне енергије је мања од процењене (анализиране) за 8,46% (503,53 kWh). Финансијски издатак за наведену количину стварно потрошене електричне енергије износи 47.823,61 РСД односно специфични трошак електричне енергије износи 9.564,72 РСД/корисник. На основу претходно наведених података прорачуном се одређује просечна цена електричне енергије петочланог домаћинства, 8,04 РСД. На слици 45 приказана је расподела анализиране потрошње електричне енергије по областима. Највећа количина електричне енергије, чак 47% (3.029,5 kWh) се троши у области система за припрему санитарне топле воде (бојлери) и припреме и чувања хране, 26% (1.694,95 kWh). Наведена два сектора троше скоро три четвртине укупно потрошене електричне енергије (73%). Осталих 27% потрошене електричне енергије је подељено између 4 области, вешерај 13%, електронски уређаји 9%, расвета 5% и грејање и хлађење простора нешто мало више од нула процената односно 22,75 kWh. Потрошња области грејања и хлађења је изузетно мала из разлога што се електрична енергија у објекту веома мало или нимало користи за грејање, док се електрична енергија у већој мери користи за хлађење објекта. На основу графичког приказа закључује се да се највише пажње мора обратити на наведена два сектора која троше највише електричне енергије, а то значи да се код њих мора спровести што је могуће више енергетских мера које би те секторе учиниле што је могуће ефикаснијим.



Слика 45. Расподела потрошње електричне енергије

4. Израда енергетског пасоша

Програм **URSA GF 2** намењен је изради елабората енергетске ефикасности објекта у зградарству према Правилнику о енергетској ефикасности зграда и према одговарајућим ISO стандардима. Осим израде елабората енергетске ефикасности програм се користи за израду енергетског пасоша према Правилнику о условима, садржини и начину издавања потврда о енергетским својствима зграда. Након сагледавања тренутне ситуације објекта урађена је анализа у софтверу у циљу израде енергетског пасоша. Као излаз односно резултат добија се потрошња топлотне енергије објекта а самим тим и енергетски разред којем објекат припада. Затим су предложене одговарајуће мере за смањење потрошње енергије односно унапређење енергетске ефикасности објекта и дефинисан је нови енергетски разред објекта [17].

У наредном делу рада описани су кораци који су спровођени у оквиру наведеног програма. Анализа енергетске ефикасности се спроводи на породичној кући чија је корисна површина $112,86 \text{ m}^2$. Да би се дефинисали подаци који су неопходни за одређивање енергетског разреда објекта морају се унети параметри који описују стварно стање објекта. Анализирани објекат се налази на територији општине Краљево, сходно томе узимају се климатски услови за наведено подручје. Бруто грејана запремина објекта је $396,26 \text{ m}^3$, док је нето грејана запремина $282,15 \text{ m}^3$.

Површина спољашњих нетранспарентних грађевинских елемената, износи $312,4 \text{ m}^2$. Спољашњи зидови се углавном састоје из гитер блока, продужног малтера и изолационог материјала, осим делова зида који су назначени у претходном делу рада. Коефицијент пролаза топлоте се креће од $0,392$ до $1,684 \text{ W/m}^2\text{K}$. Кровна конструкција објекта је коса, на две воде, и састоји се из дрвене грађе и црепа дебљине $1,5 \text{ cm}$. Укупна површина крова је $98,87 \text{ m}^2$, док је коефицијент пролаза топлоте $6,445 \text{ W/m}^2\text{K}$. Површина транспарентних површина на објекту износи $29,39 \text{ m}^2$. На објекту су уграђени дрвени прозори различитих типова, равномерно распоређени на јужној и северној страни објекта, па је сходно томе њихов коефицијент пролаза топлоте различит, креће се у опсегу од $4,44$ до $4,78 \text{ W/m}^2\text{K}$. Заптивеност је задовољавајућа. Балконска врата су укупне површине $1,57 \text{ m}^2$, коефицијент пролаза топлоте износи $3,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Дрвена улазна врата су површине $2,05 \text{ m}^2$, при чему су застакљена и то у површини од $0,21 \text{ m}^2$, коефицијент пролаза топлоте је $2,39 \text{ W/m}^2\text{K}$. Уношењем свих параметара добијена је структура термичког омотача, која се састоји од: косе кровне конструкције, дрвене столарије, спољашњих зидова (слика 46). На следећој слици су уједно приказани трансмисиони топлотни губици енергије преко омотача објекта.

Toplotni gubici omotača zgrade

U spisak stavite sve elemente zgrade koji razdvajaju unutrašnji od spoljašnjeg prostora, osim konstrukcija prema negrejanom podrumu ili tlu

Šifra	Konstrukcija	Transpar. konstr.	Površina (m²)	Nagib	Orijent.	Faktor korekcije temper. Fxi	Koeficijent prolaza toplote (W/Km²)	Toplotni mostovi uzeti u obzir	Transmisioni toplotni gubici (W/K)	Faktor zasenčenja
▶ Dvostruki ram s	Dvostruki ram sa laznom precom	☒	6.36	0	J	1	4.780	☐	30.40	0.90
Svetlarnik proz	Svetlarnik prozor-hodnik jedan	☒	1.54	0	J	1	4.470	☐	6.88	0.90
Svetlarnik proz	Svetlarnik prozor-hodnik dva	☒	1.70	0	J	1	4.440	☐	7.55	0.90
Svetlarnik proz	Svetlarnik prozor-hodnik dva	☒	1.70	0	S	1	4.440	☐	7.55	0.90
Dvostruki ram s	Dvostruki ram sa laznom precom	☒	6.36	0	S	1	4.780	☐	30.40	0.90
Balkonska vrata	Balkonska vrata	☒	3.14	0	J	1	3.170	☐	9.95	0.90
Balkonska vrata	Balkonska vrata	☒	3.14	0	S	1	3.170	☐	9.95	0.90
Ulazna vrata	Ulazna vrata	☒	2.05	0	S	1	2.390	☐	4.90	0.90
Svetlarnik proz	Svetlarnik prozor-potkrovlje	☒	1.70	0	J	1	4.440	☐	7.55	0.90
Svetlarnik proz	Svetlarnik prozor-potkrovlje	☒	1.70	0	S	1	4.440	☐	7.55	0.90
Spoljni zid-juzn	Spoljni zid-juzna strana	☐	26.66	0	J	1	0.549	☐	14.64	0.90
Spoljni zid-sev	Spoljni zid-severna strana	☐	26.66	0	S	1	0.392	☐	10.45	0.90
Krov-juzna strai	Krov-juzna strana	☐	47.13	31	J	1	6.445	☐	303.75	0.90
Krov-severna s	Krov-severna strana	☐	47.13	31	S	1	6.445	☐	303.75	0.90
Spoljni zid dnev	Spoljni zid dnevne sobe-istocna strana	☐	29.16	0	I	1	0.549	☐	16.01	0.90
Spoljni zid svetl	Spoljni zid svetlarnika-istocna strana	☐	16.63	0	I	1	0.549	☐	9.13	0.90
Spoljni zid svetl	Spoljni zid svetlarnika-juzna strana	☐	11.69	0	J	1	0.580	☐	6.78	0.90
Spoljni zid svetl	Spoljni zid svetlarnika bez izolacije-severna stra	☐	1.87	0	S	1	1.684	☐	3.15	0.90
Spoljni zid svetl	Spoljni zid svetlarnika sa izolacijom-severna stra	☐	3.71	0	S	1	0.580	☐	2.15	0.90
Spoljni zid spav	Spoljni zid spavace sobe jedan-istocna strana	☐	13.75	0	I	1	0.549	☐	7.55	0.90
Spoljni zid spav	Spoljni zid spavace sobe jedan bez izolacije-istoc	☐	11.90	0	I	1	1.445	☐	17.20	0.90
Krov svetlarnik	Krov-juzna strana	☐	0.83	31	J	1	6.445	☐	5.35	0.90
Krov svetlarnik	Krov-severna strana	☐	0.83	31	S	1	6.445	☐	5.35	0.90
Ukupno			341.79						888.42	

Dodaj Promeni Briši Dupliraj odabrano konstrukcij

Слика 46. Приказ структуре термичког омотача објекта, URSA

Под на тлу није увршћен у структуру омотача већ је унет у посебном делу програма. Подна површина износи 56,7 m² и преко ње се губи одређена количина топлотне енергије (слика 47).

Tla i zidovi u zemlji

Konstrukcija	Površina (m²)	Obim (m)	Ubf (W/m²K)	Ubw (W/m²K)	Toplotni mostovi uzeti u obzir	Toplotni gubici (W/K)	Odgovara
Kuhinja jedan	6,260	10,840	1,714	0	☐	5,365	☐
Spavaca soba jedan	19,375	18,400	1,224	0	☐	11,858	☐
Kupatilo jedan	3,066	7,120	1,897	0	☐	2,908	☐
Hodnik jedan	11,949	15,580	1,451	0	☐	8,669	☐
Dnevna soba	16,050	19,400	1,403	0	☐	11,259	☐
56,700						40,059	

Слика 47. Губици топлотне енергије преко подних површина, URSA

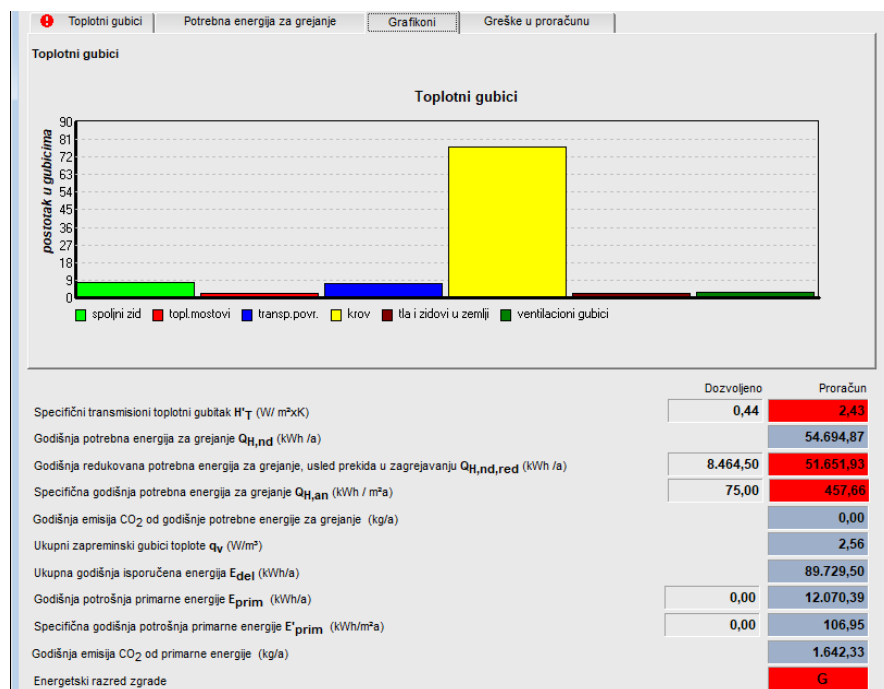
На основу приказаних података да се закључити да су највећи трансмисиони губици преко кровне конструкције. Губици енергије услед утицаја топлотних мостова су 39,85 W/K, док је коефицијент вентилационог губитка топлоте H_v, 46,55 W/K. Насупрот губицима енергије, добици услед сунчевог зрачења су 8.100,44 kWh, а унутрашњи добици су 1.405,67 kWh/a. На слици 48 дати су подаци који се односе на годишњу потребно енергију за грејање објекта, специфичну годишњу енергију за грејање, емисију угљендиоксида услед коришћења примарне енергије итд. На основу наведених информација посредством софтвера, одређен је енергетски разред објекта, а то је „G”.

 Toplotni gubici	Potrebna energija za grejanje	Grafikoni	Greške u proračunu
Površina omotača zgrade A (m ²)			398,49
Grejana zapremina zgrade V_e (m ³)			396,26
Korisna površina zgrade A_f (m ²)			112,86
Faktor oblika zgrade f_o (m ⁻¹)			1,01
Udeo transparentnih površina u površini omotača zgrade (%)			5,28
Koeficijent toplotnog gubitka kroz omotač zgrade L_D (W/K)			928,27
Koeficijent toplotnog gubitka kroz tlo L_S (W/K)			40,06
Koeficijent transmisioing gubitka toplote $H_T = L_D + L_S$ (W/K)			968,33
Koeficijent ventilacionog gubitka toplote H_V (W/K)			46,55
Ukupni koeficijent toplotnog gubitka $H = H_T + H_V$ (W/K)			1.014,89
Faktor redukcije u zagrevavanju $\alpha_{H,red}$			0,944

	Dozvoljeno	Proračun
Specifični transmisioni toplotni gubitak H^*T (W/ m ² ·K)	0,44	2,43
Godišnja potrebna energija za grejanje $Q_{H,nd}$ (kWh /a)		54.694,87
Godišnja redukovana potrebna energija za grejanje, usled prekida u zagrevavanju $Q_{H,nd,red}$ (kWh /a)	8.464,50	51.651,93
Specifična godišnja potrebna energija za grejanje $Q_{H,an}$ (kWh / m ² a)	75,00	457,66
Godišnja emisija CO ₂ od godišnje potrebne energije za grejanje (kg/a)		0,00
Ukupni zapreminski gubici toplote q_v (W/m ²)		2,56
Ukupna godišnja isporučena energija E_{del} (kWh/a)		89.729,50
Godišnja potrošnja primarne energije E_{prim} (kWh/a)	0,00	12.070,39
Specifična godišnja potrošnja primarne energije E^*_{prim} (kWh/m ² a)	0,00	106,95
Godišnja emisija CO ₂ od primarne energije (kg/a)		1.642,33
Energetski razred zgrade		G

Слика 48. Приказ резултата анализе у програму URSA

На слици 49 дат је дијаграм који показује да су највећи тоplotни губици управо преко кровне конструкције као што је претходно речено, око 80% од укупних тоplotних губитака.



Слика 49. Дијаграмски приказ удела тоplotних губитака, URSA

5. Мере за побољшање енергетске ефикасности у домаћинствима

Зашто се енергија мора рационално трошити:

- зато што је енергија великим делом необновљива,
- зато што сви требају бити друштвено одговорни,
- зато што сви требају бити економски одговорни,
- зато што сви требају бити одговорни према животној средини,
- зато што то технолошки прогрес омогућава,
- зато што издаци за енергију ангажују знатан део породичних прихода,
- зато што ће се тако повећати сигурност снабдевања земље енергијом, нарочито у случају великих природних непогода и међународних криза и смањити зависност од увоза енергије итд.

Енергетски ефикасан објекат је објекат који троши минималну количину енергије уз обезбеђење потребних услова комфора (слика 50). Коришћење енергије и енергетска ефикасност у стамбеним зградама/објектима обично се директно повезује са крајњим начинима искоришћења те енергије као што су: загревање простора, хлађење, осветљење, електрични уређаји и сл. Енергетска ефикасност се односи на:

1. енергетски ефикасне уређаје који имају висок степен корисног дејства тј. мале губитке приликом трансформације једног облика енергије у други,
2. мере, техничка решења и понашања која имају за циљ да сведу потрошњу енергије на минимум, а да се при томе не нарушава квалитет живота и ниво комфора, већ се задржава или се чак повећава ниво удобности.



Слика 50. Енергетска ефикасност [18]

Постоји низ мера која, уз мања или већа улагања, дугорочно решавају главобоље са високим рачунима за грејање и електричну енергију а истовремено чувају планету. Према обиму улагања постоје три групе мера за повећање енергетске ефикасности објеката:

1. мере које не захтевају улагања-мере домаћинског управљања енергијом,
2. мере које захтевају мала улагања (прост период отплате до 3 године),
3. мере које захтевају велика улагања (прост период отплате преко 3 године).

5.1. Мере за смањење потрошње топлотне енергије

Мере које не захтевају улагања:

- смањивање собне температуре за 1°C у сезони грејања годишње може уштедети од 3 до 5% енергије за грејање,
- подешавање оптималне вредности температуре у границама од 18 до 20°C,
- избегавање заклањања и покривања грејних тела завесама, намештајем или неким другим елементима јер се смањује пренос топлоте и повећава потрошња енергије,
- спуштање ролетни ноћу и навлачење завеса ради спречавања одавања топлоте (зими),
- искључивање грејања ноћу или када нема никога кући,
- затварање прозора и врата у просторијама које се греју,
- краткотрајно проветравање просторија потпуним отварањем прозора и врата штеди се енергија али и спречава појава прехладе (5-10 min),
- блокирање димњака који нису у употреби у циљу спречавања уласка хладног ваздуха,
- у току летњег периода у инсталације система грејања може ући ваздух који може смањити капацитет грејања (пола радијатора је хладно) зато је потребно одзрачивати радијаторе и сву инсталацију итд.

Мере чији је период отплате до 3 године:

- изоловати нише радијатора код старијих стамбених објеката који немају спољашњу изолацију (изолациона фолија) и кутије ролетни (стиропор, стиродур итд.),
- обезбедити добро заптивање прозора и врата посредством еластичних изолатора (покретне површине) и полиуретанске пене, силикона или „кит” смесе (непокретне површине), али и добро заптивање отвора за приступ тавану, локације око цеви и електричних инсталација одређеним материјалима,
- проверити и поправити окове на прозорима и вратима ради бољег дихтовања,
- уградити регулационе вентиле у систем развода топлотне енергије (балансирање система грејања) који спречавају неуједначену дистрибуцију топлоте и смањују потрошњу топлотне енергије,
- уградити мерне и регулационе уређаје за радијаторе, тј. потрошаче топлотне енергије (термостатски вентил или термостат) у циљу одржавања одговарајуће унутрашње температуре просторија, засебно, у зависности од оријентације, намене и слично, постиже се уштеда од 20%,
- уградити мерач утрошка топлотне енергије код система даљинског грејања у циљу плаћања само утрошене количине топлотне енергије-стимулише се штедња,
- редуковати губитке топлоте кроз прозоре уградњом ролетни ради бољег изоловања просторија и постављањем завеса ноћу (зими), како би се смањила топлотна проводљивост прозора,
- уградити клапне у котловским каналима димних гасова у циљу бољег искоришћења топлоте димних гасова,

- редовно сервисирати систем грејања јер се чишћењем ложишта котла од гаражи и чађи повећава пренос топлоте и степен корисности котла (смањење потрошње енергента),
- одржавати грејна тела у просторијама што подразумева чишћење радијатора од наслага прашине које могу повећати отпор проласку топлоте, замена и поправка кварова и сл.,

Мере чији је период отплате преко 3 године:

- изолација простора за живот, који се греје: спољашњи зидови, кров, под (стиропор, стиродур, минерална вуна...),
- замена столарије и браварије енергетски ефикаснијом, постиже се побољшање услова комфора (буђ, промаја),
- замена топлотних извора (нпр. замена старих конвенционалних котлова ефикаснијим, нискотемпературним или кондензационим котловима са или без промене енергента) односно прелазак са грејања електричном енергијом (ТА пећи) на централно грејање било којим другим енергентом,
- замена необновљивих енергената обновљивим (сунце, биомаса, геотермална енергија) при чему нпр. топлотна пумпа у комбинацији са нискотемпературним котлом даје висок степен корисности,
- изградити ветробран на улазу у објект тј. предпростор који треба да спречи директан улазак хладног ваздуха у објект зими,
- санација/обнова активних димњака како би се обезбедила довољна количина ваздуха за сагоревање и повећала ефикасност извора топлоте,
- изолација цеви за топлу воду и резервоара материјалом „plamaflex” који поред топлотне изолације обезбеђује звучну изолацију, спречава орошавање и штити од корозије,
- рекулперација топлоте димних гасова котла употребом економајзера при чему се повећава степен корисности котла и отпадне топлотне енергије,
- соларни системи се могу користити за догревање у системима грејања поготово у прелазним месецима (пролеће и јесен) при чему тако добијена енергија може уштедети око 30% енергената намењених за грејање и слично [5][19].

5.2. Мере за смањење потрошње електричне енергије

Припрема хране (кување):

- уколико је могуће пожељно је користити микроталасне пећнице јер су оне и до 50% ефикасније од обичних шпорета из разлога што је време припреме хране краће,
- енергија се расипа ако је дно посуде мање од површине рингле, величина посуде треба бити једнака величини рингле на шпорету и количини хране која се спрема,
- свака посуда треба имати поклопац приликом кувања јер се може смањити потрошња за 20%, јело се брже спрема и смањује се кондензација паре у кухињи,

- када вода достигне тачку кључања треба смањити топлоту рингле како би се задржало кључање јер вода при 100°C прелази у водену пару, мање енергије се троши уколико рингла није укључена на максимуму,
- пре краја кувања пожељно је искључити ринглу/рерну јер се акумулира топлотна енергија која се расипа уколико се рингла/рерна искључи оног тренутка када је склоњена посуда,
- избегавати отварање рерне јер се сваким отварањем снижава температура и повећава потрошња,
- чистити рерну јер се тако смањује се потрошња енергије, спречава се дуготрајно загревање услед наслага нечистоћа итд.

Чување хране (фрижидери и замрзивачи):

- потрошња енергије зависи од величине фрижидера због чега је неопходно приликом куповине прилагодити га сопственим потребама, 1 особа (100-150 l), 2 до 4 особе (220-280 l) и 5 особа (до 300 l),
- расхладни уређаји се не смеју постављати поред било које врсте извора топлоте (радијатор, шпорет, сунчева енергија и сл.) јер што је простор хладнији за 1 °C постиже се уштеда од 6% електричне енергије,
- због циркулације ваздуха, одговарајуће размене топлотне енергије са ваздухом и мање потрошње пожељно је удаљити уређаје од зида на минимум 10 cm и чистити измењивач топлоте (кондензатор) два пута годишње,
- нижа подешена температура при којој фрижидер ради не значи боље чување хране већ већу потрошњу енергије због чега је потребно подесити температуру на 3-5°C,
- обезбедити добро дихтовање врата, избегавати често отварање фрижидера и у фрижидер стављати само охлађена јела,
- фрижидер и замрзивач не смеју бити пренатрпани намирницама јер ће то спречити циркулацију ваздуха и ефикасан рад уређаја,
- редовно уклањати насlage леда јер се продужава животни век уређаја и штеди енергија уколико фрижидер нема опцију без стварања леда („no frost”) итд.

Осветљење:

- заменом класичних инкадесцентних сијалица штедљивим сијалицама смањује се потрошња енергије, продужава век трајања и обезбеђује лепша атмосфера док је овај ефекат додатно изражен коришћењем LED сијалица,
- сијалице енергетске класе „А” троше до 40% мање енергије од сијалица класе „D”,
- коришћењем система контроле осветљења (нпр. димер) може се смањити интензитет светлости у зависности од потребе али и потрошња енергије,
- боја зидова треба бити што светлија, тамне боје упијају светлост што за последицу може имати постављање већег броја извора светлости, веће снаге,
- искључивање вештачког светла уколико није потребно и смањивање броја активних извора светлости,
- чишћењем и одржавањем расветних тела повећава се ефикасност извора светлости која може бити умањена за 50%,

- избегавање коришћења вештачког светла тј. употребом природног светла смањује се потрошња електричне енергије а при том је пријатније и здравије за очи...

Прање рубља и посуђа:

- заменом старих машина модернијим доприноси се смањењу потрошње енергије за 50 тј. 70% и емитовању буке у зависности од карактеристика,
- потрошња веш машине и машине за судове не зависи од испуњености зато је неопходно оптимално напунити ове уређаје,
- коришћењем новијих средстава за прање веша обезбеђује се ефикасније прање и на нижим температурама што резултира смањеном потрошњом енергије,
- машина за прање посуђа троши одређену количину воде која се мора загрејати али је то знатно мање него приликом ручног прања посуђа (око 80%),
- прикључењем машине за судове на топлу воду смањује се потрошња енергије,
- машине за сушење веша су велики потрошачи електричне енергије због чега је рационалније веш сушити напољу итд.

Хлађење просторија:

- топлотном изолацијом омотача и заменом транспарентних површина не смањује се само потрошња топлотне енергије већ и електричне енергије,
- приликом куповине уређаја за климатизацију неопходно је у циљу смањења потрошње енергије изабрати уређај са што већим фактором хлађења/грејања (EER-Energy Efficiency Ratio, COP-Coefficient Of Performance),
- клима уређаји са инвертером у односу на класичне уређаје могу потрошити од 20 до 40% мање енергије,
- пожељно је да је објект окружен високом вегетацијом која би спречавала прегревање објекта лети, уколико пак она не постоји потребно је уградити ролетне и завесе и спустити их у току дана,
- непотребно је задати најнижу температуру клима уређају (нпр. 16°C) са аспекта здравља, јер разлика унутрашње и спољашње температуре не сме бити већа од 7°C , као ни са аспекта потрошње енергије будући да повећање задате температуре од 1°C повећава потрошњу енергије за 10%,
- ефикасност рада уређаја смањује се уколико је изложен неком извору топлоте односно сунчевој енергији,
- редовним чишћењем спољашње јединице (филтер, вентилатор) обезбеђује се неометан пролазак ваздуха и ефикасан рад уређаја-смањује се потрошња енергије,
- климатизација нема сврхе уколико су прозори и/или врата отворена, потрошња енергије је узалудна...

Мали кућни апарати и остало:

- приликом замене старих CRT телевизора најбоље је одабрати LCD телевизор јер се смањује потрошња енергије за 70%, док је приликом куповине рачунара најбоље одабрати лаптоп будући да он троши мању количину енергије (што бољи енергетски разред),

- коришћењем циркулационих пумпи у систему грејања са променљивим бројем обртаја смањује се потрошња енергије,
- електрични уређаји у „standby” режиму рада (телевизор, DVD плејер, рачунар и монитор, пуњачи телефона...) непотребно троше око 20% електричне енергије због чега је у Аустрији потрошено 1 милијарда kWh електричне енергије (1,5% укупне годишње потрошње),
- редовним чишћењем кеса усисивача обезбеђује се ефикасан рад уређаја и смањује потрошња енергије...

Припрема СТВ:

- уградњом соларних система за припрему топле воде може се смањити потрошња електричне енергије за 50%, систем у летњем периоду задовољава потребе топле воде 100%, у прелазном периоду 50-70% а у зимском 10-25%,
- проточни бојлери су велике снаге због чега су велики потрошачи електричне енергије, зато их треба заменити акумулационим бојлерима,
- приликом куповине бојлера неопходно је прилагодити његов капацитет броју корисника, изабрати онај са бољом изолацијом,
- локација бојлера треба бити што ближе потрошним местима како би се смањили губици приликом дистрибуције и смањила потрошња електричне енергије,
- у циљу обезбеђивања довољне количине топле воде уз смањење потрошње енергије потребно је подесити термостат на што нижу температуру (око 50°C),
- спречавањем настанка каменца (снижавањем задате температуре) и чишћењем смањује се потрошња енергије и продужава животни век уређаја,
- туширањем уместо купања смањује се потрошња топле воде што захтева дужи рад бојлера и већу потрошњу електричне енергије...

Уградњом фотонапонских панела електрична енергија се производи преко соларне енергије, дакле из обновљивог извора при чему је за једно просечно домаћинство потребно 12 панела за задовољење свих потреба електричном енергијом односно око 6 панела за задовољење половине потреба, уколико се ради о систему који није аутономан већ је прикључен на електро мрежу. Увођење централног управљачког (интелигентног) система може допринети уштеди топлотне (30%) и ел. енергије (5%) кроз оптимално коришћење. Када се врши замена енергетски неефикасних уређаја потребно је да они буду што ефикаснији како би предузета мера допринела унапређењу енергетске ефикасности [8][20].

5.3. Мере за смањење потрошње воде

Вода је неопходна за живот, неопходан ресурс за економију, а такође игра важну улогу у циклусу регулације климе. Упркос томе што вода чини 70% површине Земље, пијаће воде нема у великим количинама. Универзална применљивост воде и неодговорно опхођење овим ресурсом довели су до непрестаног смањивања залиха чисте воде. Дакле, рањивост људског друштва уско је повезана са расположивим количинама воде у будућности.

Људске активности повећавају притисак на водне ресурсе ради задовољења сопствених потреба због чега је неопходно постићи ефикасност у коришћењу воде. Ефикасно коришћење воде у стамбеним и објектима друге намене спроводи се кроз:

1. ефикасно коришћење од стране потрошача (потрошачке навике и понашање),
2. употребу ефикасније опреме и уређаја,
3. одржавање исправности опреме [21].

Водећи творци политике управљања водом у први план истичу побољшање ефикасности коришћења воде. Године 2007. Комисија Европских заједница саопштила је да је главни изазов ове политике давање предности уштедама воде и мерама ефикаснијег коришћења воде у односу на било које друге алтернативе. Постоје различити механизми:

- образовање и јавна свест,
- ограничење употребе воде,
- одрживи дизајн објекта,
- цена.

Образовање и јавна свест су саставни део управљања потражњом воде због потенцијала да се масовно промени понашање ради уштеде воде. Најбоље решење јесте укључивање јавности као заинтересоване стране у пројекат уштеде воде, а то се постиже постављањем конкретних циљева на нивоу града односно заједнице при чему сваки појединац прати своју потрошњу воде и упоређује је са циљем града/заједнице.

Град Сарагоса, у Шпанији, се 1995. године суочавао са недостатком воде али је донета одлука да се да приоритет мерама уштеде воде а не проширивању система водоснабдевања. Дакле, циљ је био уштеда 1 милион m^3 воде за годину дана променом понашања, дефинисањем цена, увођењем субвенција и унапређењем постојеће водоводне мреже. У 2009. години град је уштедео 1,6 милиона m^3 воде у поређењу са референтном годином. Пројекат подизања јавне свести укључивао је ангажовање образовних институција (чак 70%), угоститељских радњи и домаћинстава у циљу информисања о технологијама за уштеду воде и давање подршке променама у понашању. Подразумевао је ангажовање заједнице у смислу стварања 50 најбољих решења за уштеду воде у свим секторима, као што је:

- систем за хлађење који користи рециклирану воду,
- рециклирање воде у аутоперионима,
- ефикасније одржавање водоводне мреже,
- образовање у школама,
- ефикасније коришћење воде у индустрији папира итд.

Град је издао одредбу за уштеду воде и за ове потребе израдио водиче намењене различитим секторима како би се корисницима помогло у ефикасном процењивању и управљању потрошњом воде. Резултат је смањење потрошње воде по особи са 113 на 96 l у 2007. години (15%) и то је била најнижа вредност у Шпанији.

Аустралија тј. држава Викторија је кроз пројекат управљања потражњом смањила потрошњу воде по становнику за невероватних 57% (са 423 на 180 l) у 2007. години.

Међутим, следећи циљ је био смањење потрошње на 155 l/корисник. Примењени механизми су слични као и у Сарагоси:

- партиципација друштва (телевизија, радио, новине),
- информативне емисије о новим технологијама,
- едукација деце,
- обавезно означавање ефикасности потрошње воде уређаја при чему је најефикаснији онај који има 5 звездица и сл.

Ограничења у потрошњи воде су још једна мера у циљу уштеде воде и углавном се односе на заливање зелених површина, градских паркова, чишћење улица и тротоара и прање аутомобила. На пример, у Аустралији, прскалице за наводњавање су потпуно забрањене, баште се могу заливати само два пута недељно без употребе црева, аутоперионице морају да користе мање од 70 l воде по аутомобилу, за пуњење базена неопходно је одобрење града итд. Непоштовање ових одредби резултира новчаним казнама које могу бити 1.400 евра. Ове мере се односе на пределе који су погођени тешким сушама али се оне примењују и када их нема.

Дизајн стамбених зграда подразумева коришћење тоалета који не користе воду или је то веома мало и рециклирање воде из веш машине, лавабоа, кухиње и сл. („сива” вода) која се употребљава за испирање тоалета и наводњавање. Пошто више од две трећине комуналних потреба не захтева квалитетну воду за пиће, отпадне воде су потенцијално драгоцени ресурс. Такође постоје субвенције и попусти приликом имплементације ових система али и приликом куповине ефикасних славина и осталих уређаја.

Велика Британија је 2006. године увела нови грађевински стандард („Стандард за одрживе домове”) који обавезује имплементацију енергетских мера и мера за смањење потрошње воде. Стандард садржи бодовни систем путем којег се израчунавају остварене уштеде уградњом ефикаснијих уређаја и система и минимални резултати неопходни за издавање дозволе за изградњу зграде. На овај начин архитекте имају слободу одабира мера али одређен ниво морају испунити. Стандард је подржан али постоје напори да се он примени и на обнову постојећих зграда како би се побољшала ефикасност постојећег стамбеног фонда.

У Мелбурну је дефинисано увођење иновативних идеја приликом нове градње:

- инсталација система за рециклирање „сиве” воде која би се користила само за испирање тоалета и наводњавање башти,
- коришћење ефикасних уређаја (енергија и вода),
- садња биљака које су отпорне на сушу,
- прикупљање кишнице за испирање тоалета и сл.

У Скандинавији и Северној Европи постоји тенденција употребе вакуумских тоалета што резултира смањеном потрошњом воде за 40%. Постоје 2 врсте тоалета:

1. први систем подразумева директно одвођење отпада до јединице за компостирање путем цевовода,

2. други систем се односи на ручно пражњење посуда и транспорт до локације за компостирање по принципу данашњег система прикупљања отпада.

Постоје стамбене зграде у Шведској које у оквиру пројекта „Gerbers Housing” користе први систем код кога се отпад централизовано сакупља а затим се врши компостирање. Поједине општине у Норвешкој спровеле су централизовано прикупљање и компостирање отпада из ове врсте тоалета тако да локални пољопривредник преузима отпад и врши компостирање. Неколико стамбених зграда у Немачкој користи вакумске тоалете који употребљавају само 15% воде у односу на конвенционалне тоалете.

На Кипру је несташница воде приморала владу да реализује акцију давања субвенција за инсталацију локалних система рециклирања „сиве” воде. Субвенције су износиле 75% од укупне цене уградње система и допринеле су смањењу потрошње воде за око 40%. Процене су да је овај начин добијања воде 4 пута јефтинији него обезбеђивање чисте пијаће воде.

Градска скупштина Лас Вегаса промовише коришћење биљака које су отпорне на сушу односно немају потребу за заливањем, рециклажу воде у аутоперионицама, на следећи начин:

- накнада од 1,5 америчких долара за сваки метар зелене површине који је замењен биљкама које су отпорне на сушу,
- бесплатна опрема (таблете за откривање цурења воде, ниско проточни туш, 2 аератора за купатило...).

Поред стимулација град је дефинисао казне уколико се кварови на мрежи или инсталацијама у домовима не поправе, затим је формирао тим који патролира градом и кажњава људе уколико се расипа вода али који и едукује друштво.

Држава Викторија спроводи субвенције и попусте на куповину система ефикаснијег коришћења воде као део стратегије, као што је бесплатна замена обичног туша ниско проточним, за куповину машине која ефикасније троши воду, за куповину водокотлића са двоколичинским испирањем, система пречишћавања „сиве” воде, система за прикупљање кишнице итд. Улагања су износила приближно 7 милиона долара а циљ је био да се уштеди више од пола милиона m^3 воде.

Одговарајуће **цене** представљају кључни аспект ефикасног управљања потражњом. Праведну цену воде одређују три елемента: повраћај трошкова, подстицај ефикасног коришћења и правичност. Европска унија је 2000. године дефинисала водну политику (Оквирна директива о водама ЕУ). Један од главних циљева политике јесте постизање цене воде која ће надоместити стварне трошкове који укључују третман, инфраструктуру, испоруку, штету нанету екосистему услед експлоатације воде и трошкове ресурса који утичу на пораст цене воде будући да се све више воде троши. Такође, цена треба да подстакне ефикасну употребу. Ценовник воде у Сарагоси је подељен по нивоима па тако домаћинство које троши 6 m^3 месечно плаћа (0,333 евра) дупло мање по m^3 од домаћинства које троши више од 12,5 m^3 (0,799 евра) односно чак 5 пута мање од домаћинства које месечно потроши више од 18,5 m^3 воде (1,6 евра). Према подацима из 2013. године цена воде у Немачкој по m^3 износи 5,34 евра [22].

Сажетак мера:

1. дефинисати циљ дневне потрошње воде по кориснику на нивоу града,
2. имплементирати јавне образовне активности у циљу промене обрасца потрошње воде,
3. дефинисати стратегију подстицања ефикаснијих система (субвенције и попусти),
4. спровести ограничења употребе воде и дефинисати казне за прекорачења,
5. имплементирати системе за пречишћавање сиве „воде”,
6. увести грађевински стандард (нове и постојеће зграде) који ће приморати на ефикаснију потрошњу воде,
7. означавати уређаје по ефикасности потрошњи воде,
8. дефинисати цену воде која ће подстаћи ефикаснију потрошњу.

Дакле, нереално је очекивати да ће домаћинства одједном постати свесна озбиљности несташице воде. Потребно је да се држава односно власт укључи, редефинише водну политику и пружи неопходну подршку грађанима како би сви заједно допринели ефикаснијем коришћењу воде [23].

У следећем делу рада приказане су техничке мере и решења која доприносе смањењу потрошње воде.

Уградња ефикаснијих уређаја

Аератори као и уређаји који раде по принципу аерације користе се за смањење протока и побољшање осећаја приликом туширања или прања руку. Конструкција уређаја за распршивање млаза воде састоји се из металног кућишта са навојем и мреже која уводи ваздух у ток воде. Кућиште може бити од: пластике, метала и комбинација пластике и метала. Такође, постоје и перлатори код којих је могуће мануелно подешавати проток воде као и они који се монтирају директно на отвор славине, на умиваонику и судопери и они који се монтирају испод мешалице хладне и топле воде у купатилу. По конструкцији се разликују перлатори који се могу раставити и они који су фиксни. Принцип рада је такав да се при протицању воде у њему ствара подпритисак који усисава ваздух кроз отворе на телу при чему се ваздух меша са водом и остварује се редукција протока. Предности су: конструкција нема покретних делова и млаз воде је пријатнији приликом туширања или прања руку („меканији”). Мана перлатора чији се делови не могу раставити јавља се код тзв. „тврдих” вода које имају висок садржај каменца. У том случају може доћи до његовог трајног оштећења. За разлику од ових уређаја постоје перлатори који нису направљени из једног дела и чије се чишћење реализује растављањем на делове и прањем [24].

Уградња перлатора односно аератора лако се имплементира као мера смањења потрошње воде, навртањем на постојећу славину. Просечни максимални проток воде на славини износи 20 l/min при динамичком притиску од 3,5 bar. Стандардни перлатори обезбеђују проток од 10 до 13 l/min, док модернији перлатори додатно смањују максимални проток на 6 до 8 l/min. Поред аератора постоје и ручице за туш са унутрашњом аерацијом које смањују просечни проток воде за 2,5 l/min. Инсталација наведених мера није компликована стога нема трошкова уградње. Постоје различите врсте перлатора и елемената који доприносе смањењу потрошње воде:

- **перлатор распршивач** се монтира на излаз славине и дејством аерације доприноси смањењу протока воде у судопери, умиваонику,
- **перлатор млазница** је међу-елемент који се поставља на црево туша и ограничава проток воде,
- **покретни (окретни) распршивач** је перлатор који се користи на славини у кухињи и знатно више доприноси смањењу протока воде од обичног перлатора али се то не примећује због туш наставка,
- **покретни распршивач са наставком** је још једна врста перлатора која се користи у кухињи-судопери, веома је флексибилан и покретљив захваљујући цреву које повезује туш наставак са славином,
- **туш глава** поседује посебне унутрашње млазнице које боље распоређују воду мешањем са ваздухом,
- **туш стоп** је мали вентил који се монтира директно испод мешалице топле и хладне воде на славини при чему се елиминише поновно подешавање температуре воде након сваког искључивања славине. Активирањем туш стопа млаз воде нестаје, а деактивирањем млаз воде се појављује али непромењене температуре. На овај начин избегава се беспотребно истицање воде док се врши подешавање температуре,
- **вентил за штедњу воде** се поставља уместо обичне главе за отварање и затварање славине па се тако млаз воде знатно боље контролише и спречава се цурење [25].

На следећим сликама приказани су претходно описани елементи, респективно (прве две слике се односе на перлатор распршивач).



Слика 51. Приказ елемената за смањење потрошње воде [25]

Веш машина и машина за прање судова

Приликом набавке машине за прање веша и судова предност треба дати оној која је енергетски ефикаснија односно која штеди енергију и воду. Веш машине старије од 10 година по неким проценама троше око 110 l воде по циклусу прања, док новије веш машине троше од 35 до 50% мање воде. Такође, машине за прање веша са предњим пуњењем су ефикасније од машина са пуњењем одозго. Прањем судова у машини троше се знатно мање количине воде у поређењу са ручним прањем. Компарација прања 12

комплекта посуђа приказује да се ручним прањем потроши од 22 до 35 l воде више у односу на машинско прање (15-28 l). Ако се претпостави да су остварене просечне уштеде по једном прању се уштеди око 70 l воде [26].

Водокотлић

Стандардни водокотлићи за испирање шкољке потроше 10 l воде и потрошња се не може променити а да се не наруши ефикасност рада. Потрошња воде по употреби водокотлића може се смањити коришћењем модерних водокотлића који исти учинак постижу са мањом количином воде. На слици 52 приказан је новији ниско монтажни водокотлић произвођача „Geberit” за предзидну монтажу. Фабрички подешена количина воде за испирање износи 9 l али се она може подешавати у опсегу од 6 до 9 l. Његовом употребом смањује се потрошња воде од 10 до 40% [27].



Слика 52. Приказ водокотлића AP 110 RIO [27]

Најефикасније решење јесте употреба водокотлића са двоколичинским испирањем (слика 53). Штедљиви водокотлић је тако осмишљен да за једно испирање може потрошити од 40 до 70% мање воде у односу на стандардне водокотлиће. Дакле, тоалет се може испрати мањом количином воде (3 l) и већом количином воде (6 l). Наведене вредности се могу повећати за 1,5 l. Предност и једног и другог уређаја јесте што се обезбеђује ниско-шумни режим рада и што поседују кондензациону изолацију па нема појаве влаге на њима [27].

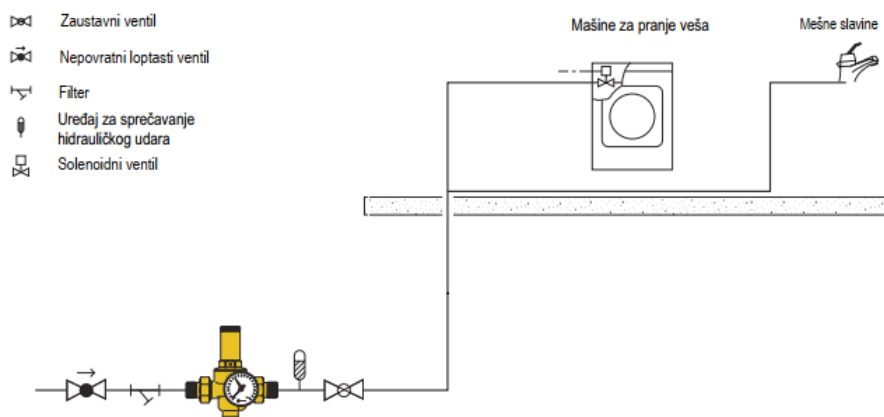


Слика 53. Приказ водокотлића AP116 2K 6L [27]

Уградња регулатора притиска за кућне водоводне инсталације

Сврха уградње регулатора притиска (слика 54) јесте контрола притиска у смислу појаве високе вредности у кућним инсталацијама, изнад 6 bar, који повећава ризик од настанка кварова на инсталацијама и уређајима и повећава излазни притисак на потрошним местима. Основна особина уређаја јесте одржавање вредности излазног притиска

константном. Потрошња воде се смањује за 5-15%. Уколико се вредност притиска повиси изнад максималне регулатор ће реаговати као вентил и спречити проток флуида. Приликом инсталације уређаја неопходно је испразнити систем од воде и ваздуха, поставити зауставне вентиле испред и иза регулатора ради лакшег одржавања, уређај се не сме поставити наопако, затим се врши активирање зауставног вентила иза уређаја и подешавање жељене вредности излазног притиска (око 3,5 bar) чија се вредност проверава на манометру. Није препоручљиво снизити притисак испод 3 bar због смањења ефикасности (нпр. дуже туширање). Уобичајене карактеристике уређаја: максимални улазни притисак (16-25 bar), излазни притисак 3,5 bar, могућа регулација притиска у опсегу од 0,5 до 6 bar, могућа уградња манометра. Приликом инсталације уређаја неопходно је испразнити систем од воде и ваздуха, поставити зауставне вентиле испред и иза регулатора ради лакшег одржавања, затим се врши активирање зауставног вентила иза уређаја и подешавање жељене вредности излазног притиска чија се вредност проверава на манометру који се налази на уређују или се уграђује после уређаја. Проблем који доводи до цурења воде и пораста притиска иза регулатора јесте таложење нечистоћа на седишту вентила због чега је неопходно уградити филтер ради лакшег одржавања [28].



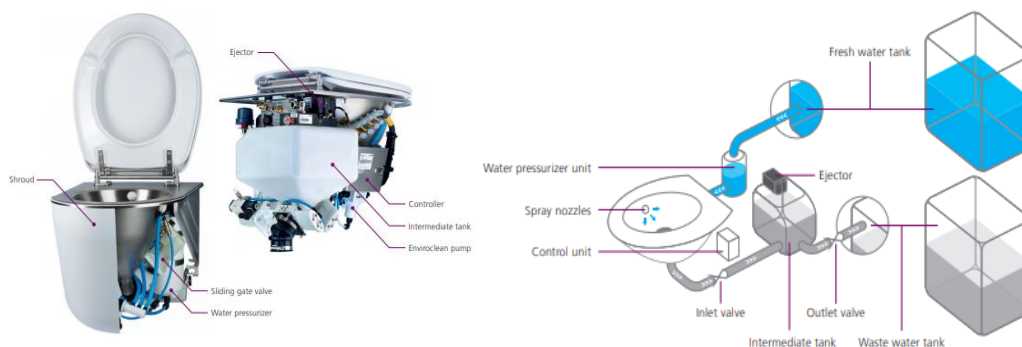
Слика 54. Примена регулатора притиска [28]

Уградња индивидуалних обрачунских водомера

Потрошња воде се може смањити само њеним мерењем, међутим ова мера је кратког даха због чега је, ради даље уштеде воде, потребно променити систем наплате потрошње воде. Уградњом индивидуалних водомера у стамбеним зградама смањује се потрошња воде од 20 до 40% али се пружа и могућност праћења потрошње воде и правовремено идентификовање квара или цурења. Свако плаћа свој рачун па води бригу о стању славина, водокотлића и мења своје навике. Пре уградње сва потрошна места се требају прикључити на вертикалу на коју је постављен водомер у супротном је потребно више водомера. Међутим, препреке се јављају у виду потребне документације, сагласности свих станара и сл. Најбоље решење јесте уградња водомера са даљинским читавањем. Путем оваквог надзора потрошње воде може се издати упозорење од овлашћених лица уколико потрошња воде буде абнормална. Уколико не постоји надзор потрошње воде упозорење да постоји квар на мрежи домаћинство прима на крају месеца са рачуном за воду, тада је већ касно [29].

Вакуумски тоалети

Вакуумски тоалети су тоалети који за чишћење односно одвођење отпадне воде и/или фекалија користе вакуум систем тј. раде на принципу усисавања при чему користе веома мале количине воде, од 0,5 до 1,5 л. Отпадни материјал се транспортује до резервоара за привремено сакупљање при чему се касније може користити за компостирање. Предности: обезбеђују исти ниво удобности као и конвенционални тоалети, велика уштеда воде, већи ниво хигијене, смањује се ризик од зачепљења цеви, цеви се могу уградити вертикално, олакшава поновну употребу урина и фекалија. Будући да цевовод не зависи од гравитације (нагиб) могу се постављати на мањој дубини што смањује напоре и трошкове приликом отклањања кvara. Недостаци: високи трошкови уградње, зависност напајања електричном енергијом, простор за резервоар. Тоалети овог типа се могу користити свуда, почев од бродова и авиона па до појединачних кућа и стамбених зграда. На слици 55 приказан је један тип вакуумског тоалета са саставним деловима који се може употребити у домаћинству. Принцип рада је следећи, након притиска на дугме у средњем резервоару ствара се вакуум који фекалије са водом за испирање усисава. Затим се из средњег резервоара под притиском отпад транспортује у резервоар за отпадну воду где се тренутно складишти [30][31].

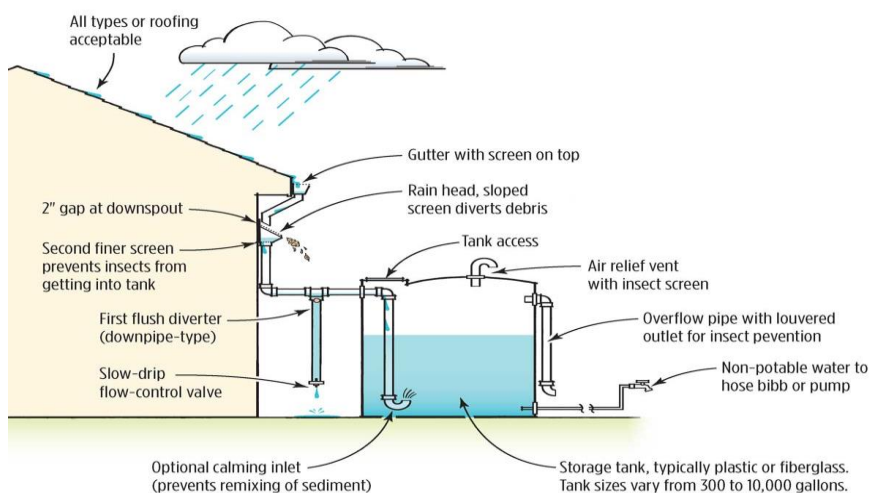


Слика 55. Вакуумски тоалет [31]

Систем за прикупљање кишнице

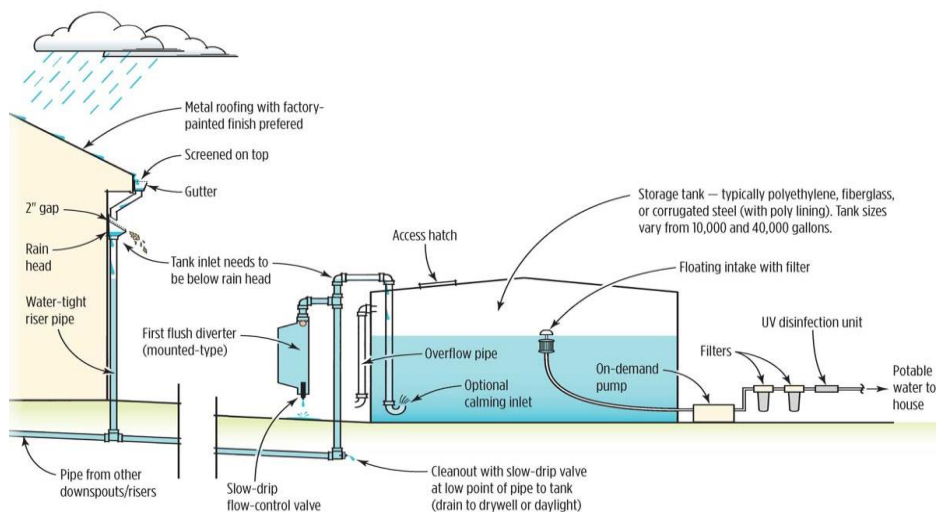
Киша је бесплатан ресурс али неискоришћен. Све што је потребно да би се он искористио јесте систем за прикупљање кишнице и као такав представља део одрживог развоја. Незамисливо је да се чиста пијаћа вода користи за испирање тоалета или прање аутомобила, из тог разлога идеја сакупљања кишнице је и више него оправдана и еколошки прихватљива јер систем смањује потрошњу воде али и минимизује потрошњу енергије за испумпавање воде, пречишћавање и дистрибуцију до потрошача, и ерозију тла. Будући да је кишница, вода добијена сакупљањем кише у резервоару за воду, она не може у потпуности заменити питку воду из водовода јер приликом падавина, капи кише пролазе кроз атмосферу и купе нечистоће па кишница није добра за пиће и припремање хране уколико се ради о класичном систему који у свом саставу не подразумева третман воде. Зависно од начина сакупљања та вода се може корисно искористити. Кишница за разлику од обичне воде нема минералних састојака (нпр. хлор) и зато је идеална за наводњавање, прање веша, туширање, испирање тоалета, прање аута итд. На овај начин смањује се утицај на животну средину. Постоје два система прикупљања кишнице. Имплементација

првог система (слика 56) подразумева постављање сита односно мреже на постојећи систем одвода воде са крова како би се одвојиле крупне нечистоће (лишће, грање...). Кровна конструкција може бити прекривена било којим покривним материјалом. Затим се поставља елемент тзв. кишна глава који је постављен под одређеним углом тако да одбија нечистоће које се нису издвојиле (каменчићи, песак...), након тога кишница пролази кроз последњи елемент за механичко пречишћавање, финије сито, који спречава улазак инсеката у резервоар. Након што је вода механички пречишћена транспортује се до резервоара али се у међувремену уз помоћ посебног вентила врши одвођење првог таласа воде будући да се на крову накопља прашина. На крају ове цеви налази се вентил за успоравање протока воде. Затим кишница улази у резервоар преко посебног регулатора који смирује ток како не би дошло до мешања и подизања талога. На врху резервоара налази се отвор за приступ резервоару услед одржавања као и вентил за испуштање ваздуха. Резервоар поседује преливну цев са заштитом која спречава улазак инсеката а која одводи вишак воде услед испуњења капацитета. На излазу из резервоара налази се цев која се прикључује на пумпу која разводи воду до потрошних места.



Слика 56. Систем за сакупљање кишнице-није за пиће [32]

Супротно претходном систему постоји систем за прикупљање кишнице која се након третмана може користити за пиће (слика 57). Дакле, кровна конструкција у овом случају може бити прекривена само металним кровним панелима. Механички процес пречишћавања кишнице је идентичан, док тзв. кишна глава мора бити изнад нивоа отвора на резервоару да би се задовољили хидро-динамички услови. Затим се кишница путем водонепропусне цеви транспортује преко сабирне цеви која се налази у земљи до резервоара где се поново пре уласка у резервоар испушта први талас кишнице који је покупио прљавштину са крова. Вода улази у резервоар преко регулатора који смирује ток воде и спречава подизање талога. Резервоар поседује отвор за улаз и преливну цев. Након активирања пумпе вода се из резервоара путем ротирајућег усисног вентила са филтером транспортује на третман који подразумева коришћење низа филтера и уређаја за дезинфекцију воде УВ зрацима. Након тога вода је спремна за употребу. Системи за сакупљање кишнице захтевају редовно одржавање, као што су чишћење кровне површине, цевовода и резервоара како би се спречило задржавање воде или оштећење система [32].



Слика 57. Систем за сакупљање кишнице-за пиће [32]

Наравно, постоји једноставнији систем али не толико ефикасан, као што је прикупљање воде у бурадима која су прикључена на олуке, али и системи са подземним резервоаром. Да би се одредила исплативост система неопходно је знати просечну количину падавина за одређен регион и површину крова, на основу ових података кућа у Тавнику на годишњем нивоу може прикупити од 15.565 до 20.750 l воде [33]. Дакле, системи за сакупљање кишнице стварају навику штедње воде па тако подстичу развој еколошки прихватљивијих навика.

Систем за наводњавање

Уколико домаћинство поседује веће површине под баштама и слично може имплементирати сензор за кишу који аутоматски искључује систем услед падавина. Најпре је неопходно направити шему заливног система а затим приступити обележавању места за постављање прскача, затим се поставља цев у претходно ископан канал чије је дно испуњено песком али и каблови за електро магнетне вентиле и сензор за кишу. Затим се врши монтирање обујмица за прскаче и испирање цеви како би се уклониле све нечистоће које могу утицати на ефикасност рада система. Следећи корак јесте постављање прскача и затрпавање канала земљом. Да би се могло управљати системом постављају се електро магнети који се повезују са контролором и врши се његово програмирање (режим рада). Сензор за кишу се поставља на сунчаном месту и он аутоматски гаси систем услед падавина [34].

Следећи поступци и мере за штедњу воде у домаћинствима заправо захтевају промену свакодневних навика корисника и не укључују посебне техничке мере и поступке:

- приликом прања зуба неопходно је затворити славину при чему се може уштедети 10 до 25 l воде, као и приликом бријања, умивања итд.,
- приликом подешавања температуре воде на славинама, нпр. у току лета, одређена количина воде оде у неповрат због чега је добро воду хладити у фрижидеру,
- веома је битно заменити купање у кади туширањем јер се купањем у просеку потроши око 160 l воде што је за 4 пута више него што је потребно за туширање,

- уколико је купање замењено туширањем потребно је да туширање буде кратко односно не предугачко (испод 5 min),
- у току nanoшења сапуна и шампона беспотребно је оставити славину или туш отвореним,
- избегавање испирања тоалета уколико није потребно и не користити тоалет као канту за смеће (бацање разних отпадака и пуштање воде),
- елиминисањем средстава за чишћење шкољке тоалета, нпр. таблета за водокотлиће може се спречити оштећење гумица и цурење воде,
- укључивање машине за прање само када је оптимално напуњена одећом и правим одабиром програма може се смањити потрошња воде тј. уколико веш није много прљав може се прескочити предпрање и смањити потрошња воде за 56%,
- уколико постоји опција подешавања количине воде потребно је одабрати минималну количину за прање веша,
- покретање машине за прање посуђа само када је напуњена,
- редовно проверавање исправности и заптивености црева уређаја за снабдевање водом,
- приликом куповине машине за прање посуђа/веша одабрати ону са што бољом ефикасношћу коришћења воде,
- уколико се суђе ипак пере ручно може се други део судопере напунити водом уколико је она дводелна и касније само испрати односно користити већу посуду за прање судова при чему се употребљена вода може користити за заливање биљака,
- прање воћа и поврћа може се вршити у мањим посудама да би се употребљена вода искористила за заливање биљака,
- свакодневно заливање је непотребно у зависности од врсте биљке и влажности тла па се може вршити у размаку од неколико дана, такође заливање се треба вршити пре 9 h и после 21 h како би се избегло испаравање воде,
- коришћењем покривке органског (лишће) или неорганског (камен) порекла (тзв. малч) у баштама, спречава се испаравање површине тла и смањује се потреба за наводњавањем за 50% [35],
- значајну уштеду воде доноси прање аутомобила уколико се уместо црева користи канта са водом, око 300 l по прању,
- прање аутомобила вршити на травњаку а не на бетону како би потрошена количина воде била искоришћена од стране биљака (пречишћавање) итд [36].

Одржавање исправности опреме и инсталација је последња ефикасна мера која доприноси смањењу потрошње воде. Велике количине воде могу се потрошити услед кварова на водоводним инсталацијама (табела 6). Из тог разлога потребно је контролисати потрошњу воде. Потрошња воде се читавам путем водомера. У касним ноћним сатима нема потрошње па је то идеално време за контролу система. Уколико се мерач покреће а ниједан извор воде није активан значи да вода неконтролисано отиче. Чак и мало отицање воде није занемарљиво јер цурење једне капи воде по секунди указује да годишњи губици воде могу бити око 2.000 l. Кључ продуктивности воде је смањење потрошње и ограничење употребе. Уобичајене мере одржавања исправности подразумевају: обезбедити да тастер на водокотлићу ради нормално, обезбедити исправност заптивне гуице односно не дозволити да дође до заглављивања и отицања воде што се лако може проверити стављањем боје за храну у водокотлић, затим редовно проверавати исправност

и заптивеност црева уређаја за снабдевање водом, замена или поправка славине уколико вода капље и слично.

Табела 6. Губици воде [29]

Интензитет цурења	Временски период	Губици [l]
	min	0,0035
	h	0,21
	дан	5,1
	месец	157
	година	1.880
	min	0,0115
	h	0,7
	дан	17
	месец	510
	година	6.115
	min	0,075
	h	4,540
	дан	108,5
	месец	3.292
	година	39.500
	min	0,26
	h	15,8
	дан	380
	месец	11.517
	година	138.200
	min	0,83
	h	50
	дан	1.180
	месец	35.625
	година	427.550
	min	1,35
	h	81,5
	дан	1.955
	месец	59.292
	година	711.500

6. Мере за побољшање енергетске ефикасности анализираног објекта

У Републици Србији станоградња је доживела своју експанзију шездесетих, седамдесетих и осамдесетих година двадесетог века. У тадашње време је императив био да се за што краће време и на најјефтинији начин стамбено збрине што већи број људи, док се мало пажње посвећивало енергетској ефикасности. Људи постају свесни да морају да обраћају више пажње на енергетску ефикасност објеката како би смањили трошкове коришћења енергије и смањили утицај на животну средину. Куће и зграде уколико нису енергетски ефикасне, троше веома велику количину енергије. Ако нису адекватно изоловане или немају одговарајући систем грејања, практично се током зимског периода не може

постићи жељени комфор, односно долази до расипања енергије. Истовремено се плаћају већи рачуни за комфор који није постигнут. Већина објеката у Србији јесте у ствари баш таква, „расипник енергије”.

Постоје различите мере које уз одређена улагања могу утицати на ефикасније коришћење ресурса. На објекту су у циљу смањења потрошње енергије и воде, а тиме и финансијских трошкова примењене следеће мере енергетске ефикасности:

- 1) изолација крова,
- 2) замена постојеће столарије,
- 3) изолација неизолованих спољашњих зидова и/или побољшање тренутне изолације објекта,
- 4) замена електричних уређаја енергетски ефикаснијим,
- 5) имплементација ефикасније опреме у области потрошње воде.

У даљем раду описана је комплетна санација објекта 1 и 2 чија је главна разлика у изолацији неизолованих зидова односно побољшању тренутне изолације док се прве две мере не мењају.

6.1. Изолација крова

Топлотна изолација крова осим што спречава топлотне губитке зими и топлотне добитке лети, она унапређује или одржава функцију крова, као што је заштита од падавина. Топлотна изолација крова разликује се у зависности од конструкције крова, да ли је он раван или кос. Објекат поседује коси кров од боровог дрвета, на две воде и на њему ће бити примењена топлотна изолација као мера унапређења енергетске ефикасности.

Уколико се узме у обзир да је објекат грађен 80-тих година прошлог века, кровна конструкција је само прекривена црепом дебљине 1,5 cm. Анализом у програму је одређено да су највећи губици топлотне енергије преко кровне конструкције па ће се из тог разлог и извршити изолација крова. Термичка изолација косог крова ће бити изведена постављањем паропропусне-водонепропусне фолије (URSA SECO PRO) дебљине 0,8 mm изнад рогова конструкције, која омогућава дифузију водене паре из конструкције и истовремено штити конструкцију од кише и снега. Затим се врши постављање минералне вуне (URSA TSP) између рогова конструкције, а затим и испод рогова конструкције и то унакрсно, како би се спречило појављивање топлотних мостова. Укупна дебљина изолационог материјала јесте 20 cm. Након изолационог материјала ка топлијој страни врши се постављање парне бране (PE фолија), дебљине 0,4 mm, која контролише водену пару испод изолационог материјала и делимично је пропушта кроз изолациони материјал. На крају се врши постављање гипс-картонске плоче дебљине 1,5 cm. Изолацијом косог крова постигнуто је значајно смањење трансмисионих губитака термичког омотача, са 888,42 W/K преко кровне конструкције, на чак 266,43 W/K. Губици топлотне енергије преко кровне конструкције су уједно имали највећи удео у губицима од свих осталих делова омотача зграде, скоро 80%. Ова мера унапређења енергетске ефикасности даје

најбоље резултате од свих наведених и највише доприноси побољшању енергетског разреда објекта јер након примене наведене мере објекат прелази у енергетски разред „F”.

6.2. Замена прозора и врата

Основне функције прозора су: обезбеђивање уласка дневне светлости у објекат, замена устајалог ваздуха свежим ваздухом, визуелни контакт људи са околином, заштита унутрашњег простора од временских непогода, затим смањење топлотних губитака и обезбеђивање звучне изолације. Да ли је прозор енергетски ефикасан или не одређују основне карактеристике прозора:

- коефицијент пролаза топлоте,
- врста стакла,
- материјал од којег је направљен рам и оквир,
- оптичке и соларне карактеристике стакла.

Прозори и врата представљају најосетљивије делове омотача објекта и утичу на вентилационе и трансмисионе топлотне губитке. У објекту су уграђени дрвени прозори и врата чији је коефицијент пролаза топлоте изузетно висок, од 2 до 4 W/m²K. Као мера енергетске ефикасности предлог је да се постојећа столарија и браварија замене PVC прозорима и вратима чији је број комора шест. Коефицијент пролаза топлоте наведеног оквира је 1,2 W/m²K. Стакло које се користи је троструко нискоемисионо стакло дебљине 4 mm, пуњено ксеноном (4-8-4-8-4 mm-Xe), чији је коефицијент пролаза топлоте 0,5 W/m²K. Након замене дрвене столарије и браварије PVC прозорима и вратима са шест комора, трансмисиони губици су смањени са 266,43 W/K на 170,2 W/K, односно за 96,23 W/K. Након замене столарије и браварије објекат је додатно енергетски унапређен, јер сада припада енергетском разреду „E”.

6.3. Изолација неизолованих делова зидова и/или побољшање тренутне изолације

Термоизолација објекта представља меру енергетске ефикасности и односи се на постављање слојева изолације са што нижим коефицијентом провођења топлоте како би се смањили губици топлоте зими и прегревање објекта лети. На појединим сегментима омотача објекта као што су: спољни зидови, кровна конструкција и основа објекта примењује се топлотна изолација. Као термоизолациони материјал се може користити: минерална вуна, експандирани полистирен, полиуретанска пена итд. Спољашњи зидови могу бити изоловани са унутрашње и спољашње стране. Унутрашња изолација се примењује само онда када је немогуће извести спољашњу изолацију. Извођење спољашње изолације зида може бити: компактном и вентилисаном фасадом. Стамбени објекат је термоизолован компактном фасадом и то експандираним полистиреном дебљине 5 и 8 cm, али не у континуитету због чега долази до појаве топлотних мостова. Процес извођења

компактне фасаде претходно је описан у оквиру прегледа омотача објекта тј. спољашњих зидова.

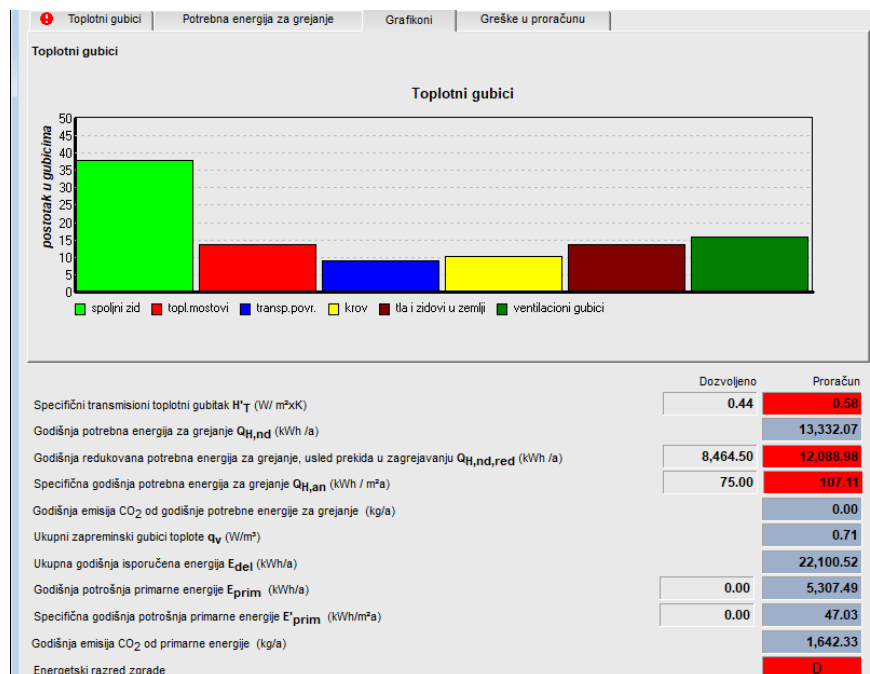
Имајући у виду да објекат не поседује изолацију на појединим деловима зидова, извршиће се изолација наведених делова експандираним полистиреном дебљине 15 cm. Примењеном мером неће се у великој мери смањити трансмисиони губици енергије али се она изводи због потенцијалне могућности појаве топлотних мостова а самим тим и негативних последица. Након примењене мере за унапређење енергетске ефикасности трансмисиони губици су смањени за 17,09 W/K и сада износе 153,11 W/K. Укупно умањење трансмисионих губитака које је постигнуто изоловањем крова, заменом столарије и изоловањем само неизолованих делова зидова износи 735,31 W/K. Одређена количина сунчеве енергије бива апсорбована од стране објекта, највећим делом путем прозора и врата, међутим сада је редукована и износи 2.983,03 kWh. Унутрашњи добици, коефицијент вентилационих губитака, губици услед утицаја топлотних мостова и губици преко пода су непромењени. Годишња потребна редукована енергија за грејање објекта пре спровођења енергетских мера унапређења износила је $Q_{H,nd,red} = 51.651,93 \text{ kWh/a}$, а након спровођења енергетских мера (комплетна санација објекта, случај 1) она је смањена за 39.562,95 kWh/a и износи $Q_{H,nd,red} = 12.088,98 \text{ kWh/a}$. Сви потребни подаци се налазе на слици 58 и 59.

 Toplotni gubici	Potrebna energija za grejanje	Grafikoni	Greške u proračunu
Površina omotača zgrade A (m ²)			398.50
Grejana zapremina zgrade V_g (m ³)			396.26
Korisna površina zgrade A_f (m ²)			112.86
Faktor oblika zgrade f_0 (m ⁻¹)			1.01
Udeo transparentnih površina u površini omotača zgrade (%)			5.28
Koeficijent toplotnog gubitka kroz omotač zgrade L_D (W/K)			192.96
Koeficijent toplotnog gubitka kroz tlo L_S (W/K)			40.06
Koeficijent transmisijonog gubitka toplote $H_T = L_D + L_S$ (W/K)			233.01
Koeficijent ventilacionog gubitka toplote H_V (W/K)			46.55
Ukupni koeficijent toplotnog gubitka $H = H_T + H_V$ (W/K)			279.57
Faktor redukcije u zagrevavanju $\alpha_{H,red}$			0.907

	Dozvoljeno	Proračun
Specifični transmisijoni toplotni gubitak H'_T (W / m ² ·K)	0.44	0.58
Godišnja potrebna energija za grejanje $Q_{H,nd}$ (kWh /a)		13,332.07
Godišnja redukovana potrebna energija za grejanje, usled prekida u zagrevavanju $Q_{H,nd,red}$ (kWh /a)	8,464.50	12,088.98
Specifična godišnja potrebna energija za grejanje $Q_{H,an}$ (kWh / m ² a)	75.00	107.11
Godišnja emisija CO ₂ od godišnje potrebne energije za grejanje (kg/a)		0.00
Ukupni zapreminski gubici toplote q_V (W/m ³)		0.71
Ukupna godišnja isporučena energija E_{del} (kWh/a)		22,100.52
Godišnja potrošnja primarne energije E_{prim} (kWh/a)	0.00	5,307.49
Specifična godišnja potrošnja primarne energije E'_{prim} (kWh/m ² a)	0.00	47.03
Godišnja emisija CO ₂ od primarne energije (kg/a)		1,642.33
Energetski razred zgrade		D

Слика 58. Приказ резултата анализе у програму **URSA**, након спровођења мера унапређења енергетске ефикасности, санација 1

Циљ програмске анализе јесте одређивање топлотних потреба објекта и удела губитака енергије. На основу ових параметара одређен је енергетски разред објекта „D” са специфичном годишњом потребном енергијом за грејање $Q_{H,an} = 107,11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (слика 58). Сегмент омотача објекта преко кога се одаје највише енергије су спољни зидови, 37%.



Слика 59. Дијаграмски приказ удела топлотних губитака након спровођења мера енергетске ефикасности, URSA, санација 1

Објекат је већ поседовао изолацију спољашњих зидова, међутим није поседовао изолацију појединих делова зидова која је урађена у претходном делу унапређења енергетске ефикасности. У току анализе у софтверу прорачуном је одређено да тренутна изолација објекта не задовољава граничне вредности коефицијента пролаза топлоте, из тог разлога је урађено побољшање изолације целокупног објекта истим термоизолационим материјалом како би се постигла укупна дебљина од 15 cm. За потребе ове мере неопходно је користити стиропор дебљине 15, 10 и 7 cm у зависности од постојеће дебљине изолације. Овај вид унапређења енергетске ефикасности није уобичајен јер објекат већ поседује изолацију, међутим након наведене мере губици енергије су додатно смањени за 77,89 W/K, односно на вредност од 92,31 W/K.

Након спровођења изолације крова, замене столарије и побољшања тренутне изолације (комплетна санација објекта, случај 2) топлотни губици енергије су смањени за 796,11 W/K, при томе је побољшан енергетски разред објекта. Уколико би се наведене мере примениле и у стварности објекат би прешао из најлошијег енергетског разреда у разред „D” и при том прескочио чак три енергетска разреда. Специфична годишња потребна енергија за грејање је смањена у односу на претходни случај изоловања, за 30,13 kWh/m²a и износи $Q_{H,an} = 76,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, али и поред тога не би дошло до побољшања енергетског разреда без обзира што би се значајно побољшала топлотна изолација целог објекта. Унутрашњи добици, коефицијент вентилационих губитака и губици услед утицаја топлотних мостова су и даље непромењени, док су добици услед сунчевог зрачења додатно смањени због повећања дебљине изолационог материјала, 2.556,67 kWh. Годишња потребна редукована енергија за грејање објекта пре спровођења ових енергетских мера унапређења износила је $Q_{H,nd,red} = 51.651,93 \text{ kWh/a}$, након спровођења

енергетских мера она је смањена додатно, за 42.963,61 kWh/a и износи $Q_{H,nd,red} = 8.688,32 \text{ kWh/a}$. Сви потребни подаци налазе се на слици 60 и 62.

✓	Toplotni gubici	Potrebna energija za grejanje	Grafikoni	Greške u proračunu
Površina omotača zgrade A (m ²)				398,50
Grejana zapremina zgrade V_g (m ³)				396,26
Korisna površina zgrade A_f (m ²)				112,86
Faktor oblika zgrade f_o (m ⁻¹)				1,01
Udeo transparentnih površina u površini omotača zgrade (%)				5,28
Koeficijent toplotnog gubitka kroz omotač zgrade L_D (W/K)				132,16
Koeficijent toplotnog gubitka kroz tlo L_S (W/K)				37,44
Koeficijent transmisivnog gubitka toplote $H_T = L_D + L_S$ (W/K)				169,60
Koeficijent ventilacionog gubitka toplote H_V (W/K)				46,55
Ukupni koeficijent toplotnog gubitka $H = H_T + H_V$ (W/K)				216,15
Faktor redukcije u zagrevavanju $\alpha_{H,red}$				0,891

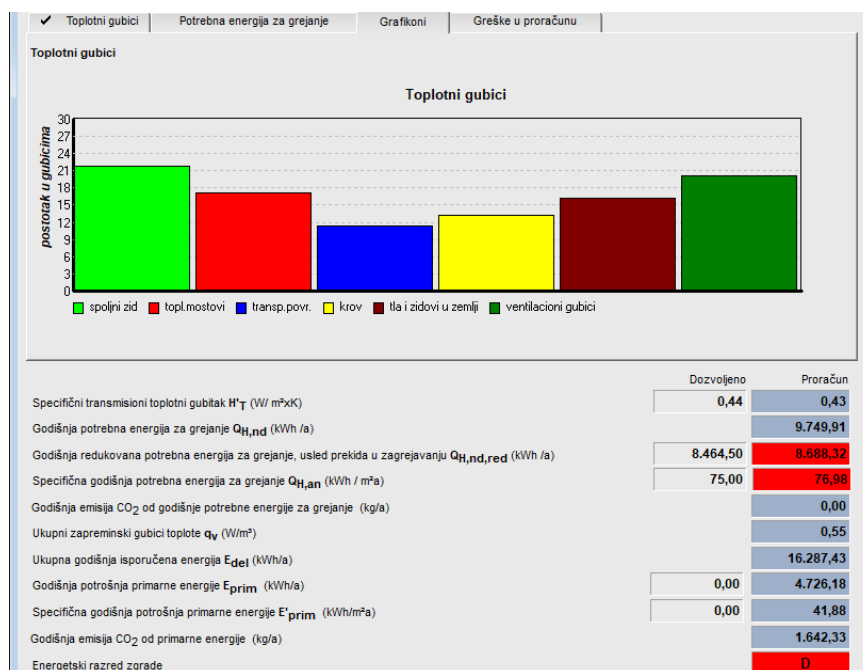
	Dozvoljeno	Proračun
Specifični transmisivni toplotni gubitak H'_T (W/ m ² ·K)	0,44	0,43
Godišnja potrebna energija za grejanje $Q_{H,nd}$ (kWh /a)		9.749,91
Godišnja redukovana potrebna energija za grejanje, usled prekida u zagrevavanju $Q_{H,nd,red}$ (kWh /a)	8.464,50	8.688,32
Specifična godišnja potrebna energija za grejanje $Q_{H,an}$ (kWh / m ² ·a)	75,00	76,98
Godišnja emisija CO ₂ od godišnje potrebne energije za grejanje (kg/a)		0,00
Ukupni zapreminski gubici toplote q_V (W/m ³)		0,55
Ukupna godišnja isporučena energija E_{del} (kWh/a)		16.287,43
Godišnja potrošnja primarne energije E_{prim} (kWh/a)	0,00	4.726,18
Specifična godišnja potrošnja primarne energije E'_{prim} (kWh/m ² ·a)	0,00	41,88
Godišnja emisija CO ₂ od primarne energije (kg/a)		1.642,33
Energetski razred zgrade		D

Слика 60. Приказ резултата анализе у програму **URSA**, након спровођења мера унапређења енергетске ефикасности, санација 2

Слика 61 даје податке топлотних губитака преко подних површина у објекту. Сада су топлотни губици мало мањи него у што је то било у претходном случају, а разлог јесте повећање дебљине зида постављањем термоизолационог материјала укупне дебљине 15 cm.

Tla i zidovi u zemlji							
Konstrukcija	Površina (m ²)	Obim (m)	Ubf (W/m ² ·K)	Ubw (W/m ² ·K)	Toplotni mostovi uzeti u obzir	Toplotni gubici (W/K)	Odgovara
Dnevna soba	16,050	19,400	1,307	0	☐	10,489	☐
Kuhinja jedan	6,260	10,840	1,571	0	☐	4,917	☐
Kupatilo jedan	3,066	7,120	1,718	0	☐	2,634	☐
Spavaca soba jedan	19,375	18,400	1,171	0	☐	11,344	☐
Hodnik jedan	11,949	15,580	1,348	0	☐	8,054	☐
	56,700					37,438	

Слика 61. Приказ топлотних губитака преко подних површина, **URSA**



Слика 62. Дијаграмски приказ удела топлотних губитака након спровођења мера енергетске ефикасности, **URSA**, санација 2

На слици 62 је уз помоћ дијаграма приказан удео топлотних губитака у укупним губицима. Након спроведених мера закључује се да су сада губици и даље највећи преко спољних зидова али у мањој мери него када је само делимично побољшана изолација, затим доминирају вентилациони губици, топлотни мостови итд. Међутим имајући у виду да су топлотни губици у великој мери смањени, и да сада износе 92,31 у односу на 888,42 W/K, може се рећи да су топлотни губици мали и претежно изједначени.

Као главна разлика која је уочена у оквиру дефинисања мера за унапређење енергетске ефикасности објекта јесте да се побољшањем тренутне изолације објекта као мере која је део комплетне санације 2 постиже додатно смањење годишње потребне редукване енергије за грејање у износу од 3.400,66 kWh/a у односу на делимично изоловање, што је последица додатног смањења губитака енергије. У суштини не долази до великих промена јер није могуће додатно побољшати енергетски разред објекта постављањем изолације дебљине 15 cm.

6.4. Електрична енергија

Претходно предложене мере су се односиле на унапређење енергетске ефикасности објекта како би се смањила потрошња топлотне енергије за грејање просторија, међутим у даљем тексту су приказане одређене мере које могу утицати на смањење потрошње електричне енергије. Приликом куповине уређаја главни критеријум управо јесте цена уређаја, док је потрошња електричне енергије, може се рећи небитна. Имајући у виду да један kWh кошта између 1,5 и 9 РСД у оквиру зелене и плаве зоне потрошње (виша и нижа

тарифа), уштеда која се може постићи помоћу енергетски ефикасних уређаја је позамашна, зато су уређаји, између осталог, подељени у енергетске разреде, од „А” до „G”. Енергетске класе или разреди имају улогу обавештавања потрошача о потрошњи енергије уређаја који жели да купи, колико ефикасно искоришћава воду и ниво буке који емитује у току рада, па ће одлука купца бити рационалнија.

У објекту је потребно извршити замену старих и енергетски неефикасних уређаја новим и енергетски ефикаснијим уређајима. Домаћинство поседује неколико уређаја који су стари више од 10 година, и то су: купатилски бојлер, кухињски бојлер, машина за прање веша, мали фрижидери, електрични шпорет и телевизор („VOX”). Од наведених уређаја највећи и најстарији потрошачи електричне енергије јесу уређаји за припрему санитарне топле воде односно купатилски бојлер, из области припреме хране мали фрижидер и из области вешераја, машина за прање веша. Ове потрошаче је потребно у што краћем року заменити енергетски ефикаснијим потрошачима.

Купатилски бојлер

Уређај за припрему санитарне топле воде (купатилски бојлер) у оквиру годину дана потроши око 3.000 kWh електричне енергије и он је уједно највећи потрошач у објекту. Замена постојећег бојлера новим бојлером исте запремине уштедела би се одређена количина електричне енергије, јер су бојлери у последњих неколико година као и сви остали уређаји технолошки напреднији. Међутим, куповином новог бојлера не би се уштедела велика количина енергије па се зато треба радити на промени животних навика и побољшању тренутног стања бојлера. Укључивање бојлера у временском периоду само када је његов рад потребан и у време ниже тарифе, као и побољшањем односно заменом старе изолације бојлера, редовнијим чишћењем грејача, могуће су уштеде, како енергетске тако и новчане. Уколико је бојлер намењен само за туширање и купање онда је боље укључивати бојлер по потреби, међутим све зависи од броја чланова домаћинства и потребне количине топле воде због чега је бојлер константно укључен у разматраном домаћинству. Финансијски је исплативије бојлер укључивати повремено и у време ниже тарифе. Одржавање бојлера је важно па се тако чишћењем грејача уклањају наслаге каменца које отежавају размену топлоте при чему се смањује радни век грејача. Индикатор да је грејач обложен наслагама минерала јесте необично зујање приликом рада уређаја. Потрошња електричне енергије за грејање воде директно је повезана са жељеном температуром воде. Наравно, што је вредност задате температуре нижа и потрошња енергије за грејање је нижа, међутим, ова вредност је блиско повезана са стварањем каменца и услова за размножавање бактерија. Са порастом температуре расте и количина створеног каменца, док се опадањем стварају услови за размножавање бактерија. При температури од 32 до 42°C бактерије се размножавају док се при вредностима изнад 60°C уништавају али се тада стварају велике количине каменца које ометају рад грејача. Најбоља опција јесте постављање вредности задате температуре воде на што нижу а затим једном у току недеље извршити термичку дезинфекцију воде високим температурама у трајању од 1 h [21].

Машина за прање веша

Домаћинство поседује машину за прање веша која по циклусу рада троши 3 kWh електричне енергије. У току годину дана веш машина у просеку ради 260 дана при чему

потроши 780 kWh електричне енергије. Предложена мера јесте замена уређаја новим марке „CANDY” CS4 1072 D3 2, чији је енергетски разред „A+++”. Потрошња енергије овог уређаја је више од три пута мања него код старог уређаја, 0,9 kWh по циклусу прања. Цена уређаја је 33.000 РСД [37].

Мали фрижидер

У оквиру кухиње један налази се мали фрижидер запремине 92 l који остварује годишњи рад без прекида. Потрошња наведеног уређаја на дневном нивоу износи 0,8 kWh електричне енергије. Потрошња на годишњем нивоу износи 292 kWh. Предложена мера унапређења енергетске ефикасности јесте замена фрижидера новим марке „TESLA”, чија је потрошња у току дана 0,3 kWh електричне енергије. Цена уређаја је 16.000 РСД [37].

6.5. Вода

Ваздух и вода су основни природни ресурси за опстанак сваког живог бића. Вода је толико важна да човек без хране може издржати до 26 дана али без воде ни 7 дана. Почетак трећег миленијума (21. век) многи виде као век борбе за доминацијом над водним ресурсима јер ко буде газдовао водом креираће нови светски поредак. Тренутно стање у свету је такво да се сваких 20 година потребе за водом дуплирају. Република Србија је земља која не спада у земље сиромашне водом, међутим резерве воде су ограничене па иако Србија није толико велика и моћна да би се укључила у светске империјалистичке токове може много учинити да постојеће водне ресурсе домаћински троши и да о њима брине. Сваки појединац је дужан да наредним генерацијама обезбеди довољне количине здраве и питке воде према томе свако може учинити минималан напор како би дао свој допринос у очувању природног добра. Као што се с правом очекује од друштва да обезбеди довољне количине здраве и чисте воде тако се од сваког појединца очекује да се одговорно према њој односи. У претходном делу рада описане су мере за смањење потрошње воде, неке имају мали а неке велики ефекат. Највећи удео у потрошњи воде имају три активности: испирање тоалета, прање веша, купање и туширање (79%). Управо су области са највећом потрошњом воде најпогодније за смањење потрошње. Према проценама највећа потрошња се остварује као последица застарелих уређаја па су из тог разлога за анализирано домаћинство одабране мере које подразумевају коришћење ефикасније опреме што свакако не значи да се не требају мењати животне навике. Предложене мере су:

1. замена конвенционалних модерним водокотлићима („Geberit”) који редукују потрошњу воде у просеку од 25 до 55% и чија је цена од 2.000 до 5.400 РСД, у зависности од типа (слика 52 и 53),
2. куповина ефикаснијег модела машине за прање рубља која у просеку троши око 42,5% мање воде („CANDY”) чија је цена 33.000 РСД,
3. уградња перлатора за туш (перлатор млазница) који смањује проток воде за око 35% а онда и потрошњу, цена је 624 РСД (слика 51).

Цена питке воде у Србији износи у просеку 71 РСД. Повећањем ефикасности коришћења воде не могу се постићи значајне финансијске уштеде али се значајно може смањити потрошња воде [38]. Дакле, у овом случају финансијски аспект не би требало да буде на првом месту већ важност воде за сваки живи организам јер: „Оно што је ретко, скупо је. Вода као најважнија ствар на свету, напротив, нема цену.” (Платон, 427-347. год. п.н.е.)

7. Техно-економска анализа

Применом различитих мера могуће је побољшати енергетску ефикасност, при чему треба водити рачуна о финансијским аспектима примењених мера. Веома често инвестициона улагања су доста висока због чега нису економски исплатива. Зато је потребан систематичан приступ приликом избора мера које ће довести до смањења потрошње енергије или неког другог ресурса на годишњем нивоу у неком објекту, а које ће с друге стране бити исплативе и имати што краћи период повраћаја инвестиције. Циљ спровођења техно-економске анализе јесте утврђивање исплативости улагања у одређену меру за побољшање енергетске ефикасности потрошње топлотне енергије, електричне енергије и за смањење потрошње воде. Разматрани су ефекти сваке примењене мере појединачно, а затим је одређен период отплате инвестиција као главни показатељ исплативости одређене инвестиције [39].

7.1. Анализа мера унапређења ЕЕ топлотне енергије

Анализом постојећег стања у софтверу одређене су енергетске потребе објекта за грејање на годишњем нивоу на основу чега је одређен енергетски разред објекта. Енергетски разред објекта дефинише се на основу специфичне годишње потребне енергије за грејање која за наведени објекат износи:

$$Q_{H,an} = 457,66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Наведени резултат сврстава објекат у најлошији енергетски разред „G”. Лоша енергетска својства објекта последица су великих топлотних губитака енергије пре свега путем кровне конструкције, столарије и неадекватне изолације објекта. Дакле, објекат је енергетски неефикасан због чега изискује веће финансијске трошкове и нарушава комфор. Зарад смањења финансијских губитака и унапређења услова живота дефинисане су мере повећања енергетске ефикасности објекта управо на сегментима омотача који имају највећи удео у губицима енергије. Годишња потребна енергија за грејање објекта услед прекида у раду система грејања износи:

$$Q_{H,nd,red} = 51.651,93 \text{ kWh/a}$$

7.1.1. Топлотна изолација крова

Прва мера унапређења енергетске ефикасности објекта односи се на топлотно изоловање кровне конструкције укупне површине скоро 100 m². Карактеристике и цена коришћеног материјала дати су у табели 7.

Табела 7. Финансијски трошак изолације крова

Материјал	Дебљина[cm]	Цена[РСД/m ²]	Укупна цена[РСД]
Паропропусна-водонепропусна фолија	0,08	185	18.500
Тврдо пресована минерална стаклена вуна	20	2.472	247.200
Полиетиленска фолија	0,04	131	13.100
Гипс-картонска плоча	1,5	312	31.200
			310.000

Термичким изоловањем кровне конструкције постиже се смањење укупних трансмисионих губитака топлотне енергије термичког омотача објекта за 70% односно трансмисиони губици енергије само преко кровне конструкције смањени су за 97,61% и износе 15,23 W/K. Специфична годишња потребна енергија за грејање и годишња потребна редукована енергија за грејање су редуковане за 3 пута и сада износе:

$$Q_{H,an} = 151,78 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$Q_{H,nd,red} = 17.129,94 \text{ kWh/a}$$

Енергетски разред објекта је „F”. На основу оствареног смањења годишње потребне редуковане енергије за грејање, просечне цене топлотне енергије домаћинства, 2,229 РСД/kWh, и инвестиционих улагања која за изолацију крова износе 310.000 РСД може се израчунати остварена финансијска уштеда спроведене мере:

$$Q_{H,nd,red,razlika} = Q_{H,nd,red,1} - Q_{H,nd,red,2} \text{ [kWh/a]}$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 51.651,93 - 17.129,94$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 34.521,99 \text{ kWh/a}$$

$Q_{H,nd,red,1}$ [kWh/a] - првобитна годишња редукована потребна енергија за грејање

$Q_{H,nd,red,2}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање након изолације крова

$Q_{H,nd,red,razlika}$ [kWh/a] - смањење годишње потребне редуковане енергије за грејање

$$T = Q_{H,nd,red,razlika} * 2,229 \text{ [РСД/год.]}$$

$$T = 34.521,99 * 2,229$$

$$T = 76.950 \text{ РСД/год.}$$

T [PCД/год.] - остварена финансијска уштеда

Период повраћаја инвестиције се добија из односа финансијских улагања и остварене уштеде и износи 4,03 године [40].

7.1.2. Замена прозора и врата

Следећа мера која доприноси рационалнијој потрошњи топлотне енергије јесте замена дрвене столарије модерном PVC столаријом. У табели 8 дата је врста столарије, димензије, бројно стање и цена.

Табела 8. Финансијски трошак замене столарије

Врста столарије	Димензије [cm]	Број	Цена [PCД]	Укупна цена [PCД]
Двокрилни прозор	120x140	8	26.910	215.280
Двокрилни прозор-светларник	100x170	5	24.453	122.265
Балконска врата	80x200	4	21.294	85.176
Улазна врата	100x205	1	41.301	41.301
				464.022

Укупни трансмисиони губици топлотне енергије су смањени заменом старе столарије за 10,83%, док су трансмисиони губици енергије само преко транспарентних површина умањени за 78,4% (26,47 W/K). Специфична годишња потребна енергија за грејање и годишња потребна редукована енергија за грејање су смањене за 7,9% и сада износе:

$$Q_{H,an} = 421,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$Q_{H,nd,red} = 47.570,62 \text{ kWh/a}$$

Енергетски разред објекта након ове мере остаје „G”. На основу оствареног смањења годишње потребне редуковане енергије за грејање, просечне цене топлотне енергије домаћинства, 2,229 PCД/kWh, и инвестиционих улагања која за ову меру износе 464.022 PCД може се израчунати остварена финансијска уштеда спроведене мере:

$$Q_{H,nd,red,razlika} = Q_{H,nd,red,3} - Q_{H,nd,red,4} \text{ [kWh/a]}$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 51.651,93 - 47.570,62$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 4.081,31 \text{ kWh/a}$$

$Q_{H,nd,red,3}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање пре замене столарије

$Q_{H,nd,red,4}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање након замене столарије

$Q_{H,nd,red,razlika}$ [kWh/a] - смањење годишње потребне редуковане енергије за грејање

$$T = Q_{H,nd,razlika} * 2,229 \text{ [РСД/год.]}$$

$$T = 4.081,31 * 2,229$$

$$T = 9.097 \text{ РСД/год.}$$

T [РСД/год.] - остварена финансијска уштеда

Период повраћаја инвестиције износи 51 годину [41].

7.1.3. Изолација неизолованих спољашњих зидова

Наредна мера јесте изоловање спољашњих зидова који нису првобитно изоловани, укупне површине скоро 15 m². У табели 9 дат је неопходан материјал за спровођење ове мере.

Табела 9. Финансијски трошак делимичне демит фасаде

Материјал	Количина/m ² *	Цена [РСД/m ²]/ [РСД/25kg]	Укупна цена [РСД]
Лепак за стиропор СТ 83	3	450	1.350
EPS стиропор 15 cm	15*	590*	8.850
Пластични типл 20 cm	90	13,5	1.215
Лепак за фасаду СТ 85	2	920	1.840
Арматурна мрежица	16,5*	45*	743
Завршни малтер	2	2.780	5.560
			19.558

Обезбеђивањем континуитета топлотне изолације укупни трансмисиони губици топлотне енергије су смањени за 1,93%, а трансмисиони губици енергије само преко спољашњих зидова умањени су за 13,31% (111,43 W/K). Специфична годишња потребна енергија за грејање и годишња потребна редукована енергија за грејање су смањене за око 1,8% и сада износе:

$$Q_{H,an} = 449,34 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$Q_{H,nd,red} = 50.712,82 \text{ kWh/a}$$

Енергетски разред објекта остаје непромењен, „G”. На основу оствареног смањења годишње потребне редуковане енергије за грејање, просечне цене топлотне енергије домаћинства, 2,229 РСД/kWh, и инвестиционих улагања која за ову меру износе 19.558 РСД може се израчунати остварена финансијска уштеда спроведене мере:

$$Q_{H,nd,red,razlika} = Q_{H,nd,red,5} - Q_{H,nd,red,6} \text{ [kWh/a]}$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 51.651,93 - 50.712,82$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 939,11 \text{ kWh/a}$$

$Q_{H,nd,red,5}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање пре побољшања изолације

$Q_{H,nd,red,6}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање након побољшања изолације

$Q_{H,nd,red,razlika}$ [kWh/a] - смањење годишње потребне редуковане енергије за грејање

$$T = Q_{H,nd,red,razlika} * 2,229 \text{ [РСД/год.]}$$

$$T = 939,11 * 2,229$$

$$T = 2.093 \text{ РСД/год.}$$

T [РСД/год.] - остварена финансијска уштеда

Период повраћаја инвестиције је 9,34 године [40][42][43].

7.1.4. Побољшање тренутне изолације

Последња мера унапређења енергетске ефикасности која смањује енергетске потребе објекта је изолација спољашњих неизолованих зидова и побољшање топлотне изолације, укупне површине скоро 215 m². У табели 10 дат је неопходан материјал за спровођење ове мере.

Табела 10. Финансијски трошак демит фасаде

Материјал	Количина/m ² *	Цена [РСД/m ²]/[РСД/25kg]	Укупна цена [РСД]
Лепак за стиропор СТ 83	43	450	19.350
EPS стиропор 15 cm	15*	590*	8.850
EPS стиропор 10 cm	173*	393*	67.990
EPS стиропор 7 cm	27*	249*	6.725
Пластични типл 20 cm	1.290	13,5	17.415
Лепак за фасаду СТ 85	30	920	27.600
Арматурна мрежица	236,5*	45*	10.643
Завршни малтер	26	2.780	72.280
			230.853

Побољшањем топлотне изолације укупни трансмисиони губици топлотне енергије су смањени за 8,77%, а трансмисиони губици енергије само преко спољашњих зидова умањени су за 70,36% (38,1 W/K). Специфична годишња потребна енергија за грејање и годишња потребна редукована енергија за грејање су смањене за око 8,5% и сада износе:

$$Q_{H,an} = 418,90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$Q_{H,nd,red} = 47.276,58 \text{ kWh/a}$$

Енергетски разред објекта је „G”. На основу оствареног смањења годишње потребне редуковане енергије за грејање, просечне цене топлотне енергије домаћинства, 2,229 РСД/kWh, и инвестиционих улагања која за ову меру износе 230.853 РСД може се израчунати остварена финансијска уштеда спроведене мере:

$$Q_{H,nd,red,razlika} = Q_{H,nd,red,7} - Q_{H,nd,red,8} \text{ [kWh/a]}$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 51.651,93 - 47.276,58$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 4.375,35 \text{ kWh/a}$$

$Q_{H,nd,red,7}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање пре побољшања изолације

$Q_{H,nd,red,8}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање након побољшања изолације

$Q_{H,nd,red,razlika}$ [kWh/a] - смањење годишње потребне редуковане енергије за грејање

$$T = Q_{H,nd,red,razlika} * 2,229 \text{ [РСД/год.]}$$

$$T = 4.375,35 * 2,229$$

$$T = 9.753 \text{ РСД/год.}$$

T [РСД/год.] - остварена финансијска уштеда

Временски период повраћаја инвестиције износи 23,67 година [40][42][43].

7.1.5. Комплетна санација објекта

У претходном делу рада извршена је појединачна техно-економска анализа свих мера унапређења енергетске ефикасности. Међутим, у овом делу рада анализира се период отплате инвестиције када би се извршила комплетна санација објекта која би се састојала из свих претходно наведених мера али у два случаја:

1. комплетна санација објекта са изоловањем само неизолованих зидова,
2. комплетна санација објекта са побољшањем тренутне изолације зидова.

Дакле, реализацијом првог случаја санације објекта постиже се смањење укупних трансмисионих губитака топлотне енергије за 82,7%, па износе 153,11 W/K. Специфична годишња потребна енергија за грејање и годишња потребна редукована енергија за грејање су редуковане за нешто више од 4 пута и сада износе:

$$Q_{H,an} = 107,11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$Q_{H,nd,red} = 12.088,98 \text{ kWh/a}$$

Енергетски разред објекта је „D”. На основу оствареног смањења годишње потребне редуковане енергије за грејање, просечне цене топлотне енергије домаћинства, 2,229 РСД/kWh, и инвестиционих улагања која за наведени случај износе 793.580 РСД може се израчунати остварена финансијска уштеда спроведене мере (табела 11).

Табела 11. Финансијски трошак комплетне санације објекта са изолацијом неизолованих зидова

Мере за побољшање ЕЕ	Цена [РСД]
Топлотна изолација крова	310.000
Замена столарије	464.022
Топлотна изолација неизолованих зидова	19.558
	793.580

$$Q_{H,nd,red,razlika} = Q_{H,nd,red,9} - Q_{H,nd,red,10} \text{ [kWh/a]}$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 51.651,93 - 12.088,98$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 39.562,95 \text{ kWh/a}$$

$Q_{H,nd,red,9}$ [kWh/a] - првобитна годишња потребна редукована енергија за грејање

$Q_{H,nd,red,10}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање након санације објекта

$Q_{H,nd,red,razlika}$ [kWh/a] - смањење годишње потребне редуковане енергије за грејање

$$T = Q_{H,nd,red,razlika} * 2,229 \text{ [РСД/год.]}$$

$$T = 39.562,95 * 2,229$$

$$T = 88.186 \text{ РСД/год.}$$

T [РСД/год.] - остварена финансијска уштеда

Период повраћаја инвестиције је 8,99 година.

У другом случају се побољшава тренутна изолација објекта. Овакав начин санације објекта још више доприноси смањењу трансмисионих губитака топлотне енергије преко термичког омотача објекта и то за 89,61% (92,31 W/K). Специфична годишња потребна енергија за грејање и годишња потребна редукована енергија за грејање су редуковане за приближно 6 пута и сада износе:

$$Q_{H,an} = 76,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$Q_{H,nd,red} = 8.688,32 \text{ kWh/a}$$

Енергетски разред објекта остаје „D”. У табели 12 дати су новчани трошкови санације објекта.

Табела 12. Финансијски трошак комплетне санације објекта са унапређењем тренутне изолације зидова

Мере за побољшање ЕЕ	Цена [РСД]
Топлотна изолација крова	310.000
Замена столарије	464.022
Унапређење тренутне топлотне изолације зидова	230.853
	1.004.875

На основу оствареног смањења годишње потребне редуковане енергије за грејање, просечне цене топлотне енергије домаћинства, 2,229 РСД/kWh, и инвестиционих улагања може се израчунати остварена финансијска уштеда спроведене мере:

$$Q_{H,nd,red,razlika} = Q_{H,nd,red,9} - Q_{H,nd,red,10} \text{ [kWh/a]}$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 51.651,93 - 8.688,32$$

$$Q_{H,nd,red,razlika} = 42.963,61 \text{ kWh/a}$$

$Q_{H,nd,red,9}$ [kWh/a] - првобитна годишња потребна редукована енергија за грејање

$Q_{H,nd,red,10}$ [kWh/a] - годишња потребна редукована енергија за грејање након санације објекта

$Q_{H,nd,red,razlika}$ [kWh/a] - смањење годишње потребне редуковане енергије за грејање

$$T = Q_{H,nd,red,razlika} * 2,229 \text{ [РСД/год.]}$$

$$T = 42.963,61 * 2,229$$

$$T = 95.766 \text{ РСД/год.}$$

T [РСД/год.] - остварена финансијска уштеда

Период повраћаја инвестиције износи 10,91 година.

7.1.6. Анализа добијених резултата

Од свих наведених мера само се изолацијом кровне конструкције постиже побољшање енергетског разреда објекта и то за један корак, док остале мере само уколико се изведу истовремено доприносе побољшању наведеног параметра.

Табела 13. Упоредни приказ периода отплате инвестиција

Мера енергетске ефикасности	Период отплате инвестиција [год.]
Топлотна изолација крова	4,03
Замена прозора и врата	51
Изолација неизолованих спољашњих зидова	9,34
Побољшање тренутне изолације	23,67
Комплетна санација 1	8,99
Комплетна санација 2	10,91

На основу спроведене техно-економске анализе може се закључити да је у случају парцијалне санације објекта, најисплативије улагање у топлотну изолацију кровне конструкције. Постојеће зграде не морају припадати енергетском разреду „С” као нове зграде, али се након спровођења реконструкције, адаптације, санације или енергетске санације очекује унапређење енергетског разреда зграде за минимално један ниво што је још једна предност ове мере [44]. Из табеле 13 јасно се може уочити да је период отплате инвестиције најкраћи код топлотне изолације крова. Финансијски трошкови ове мере јесу велики (310.000 РСД), међутим предности спровођења исте оправдавају уложена средства јер је годишња потребна редукована енергија за грејање редукована за чак 3 пута. Све остале мере имају знатно дужи период отплате уложених средстава, углавном због високих трошкова инвестиције и/или малих новчаних средстава која се уштеде на годишњем нивоу као последица одређене инвестиције и због тога је мало вероватно да ће се оне парцијално реализовати, поготово се то односи на замену столарије. Ова мера захтева изузетно велика улагања, која нису реална јер пре свега не доприносе у великој мери смањењу потребне редуковане енергије за грејање односно не доприносе побољшању енергетског разреда објекта. Уколико би се извршила комплетна санација објекта, која подразумева топлотну изолацију крова, замену столарије и изолацију зидова који првобитно нису обухваћени односно унапређење топлотне изолације објекта, период повраћаја инвестиције би био 8,99 односно 10,91 година. Веома важна напомена односи се на комплетну санацију објекта, случај 2, која изискује већа финансијска улагања у износу од 211.295 РСД, а не доприноси побољшању енергетског разреда већ он остаје исти за оба случаја. Дакле, препоручује се имплементација комплетне санације објекта, случај 1 јер је период отплате инвестиције релативно кратак. Ова санација има исти ефекат као и други случај међутим улагања су знатно мања и објекат већ поседује топлотну изолацију тако да није неопходно побољшати постојећу што представља још једну предност ове мере. И поред тога што је замена столарије изузетно скупа, а период отплате дуг, она је у сету мера прихватљива јер доприноси побољшању енергетског разреда објекта из „Е” у „D” па тако повећава вредност објекта односно смањује загађење животне средине.

7.2. Анализа мера унапређења ЕЕ електричне енергије

У оквиру анализе дефинисане су енергетске и финансијске уштеде, а затим и период који је потребан како би купљени уређај сам себе отплатио (табела 14). Планирана је куповина два нова уређаја:

1. машина за прање веша,
2. мали фрижидер.

Табела 14. Карактеристике нових-старих уређаја

Просечна остварена цена електричне енергије=8,04 РСД/kWh		
Машина за прање веша		
	Стари уређај	Нови уређај
Време рада [дан]	260	260
Потрошња по циклусу прања [kWh]	3	0,9
Укупна потрошња, $U_{1,2}$ [kWh/год.]	780	234
Мали фрижидер		
	Стари уређај	Нови уређај
Време рада [дан]	365	365
Дневна потрошња [kWh]	0,8	0,3
Укупна потрошња, $X_{1,2}$ [kWh/год.]	292	109,5

Укупна енергетска уштеда остварена коришћењем нове веш машине износи:

$$U = U_1 - U_2 [\text{kWh/год.}]$$

$$U = 546 \text{ kWh/год.}$$

Инвестиција износи 33.000 РСД, а финансијска уштеда која се остварује коришћењем новог уређаја на годишњем нивоу износи:

$$F_1 = U * 8,04 [\text{РСД/год.}]$$

$$F_1 = 4.389,84 \text{ РСД/год.}$$

Не може се занемарити смањење потрошње воде које настаје као последица ефикасности уређаја због чега се и уштеда од 295,75 РСД мора урачунати:

$$F_1 = 4.685,59 \text{ РСД/год.}$$

Укупна енергетска уштеда остварена коришћењем новог фрижидера износи:

$$X = X_1 - X_2 [\text{kWh/год.}]$$

$$X = 182,5 \text{ kWh/год.}$$

Инвестиција износи 16.000 РСД, а финансијска уштеда која се остварује коришћењем новог уређаја на годишњем нивоу износи:

$$F_2 = X * 8,04 \text{ [РСД/год.]}$$

$$F_2 = 1.467,3 \text{ РСД/год.}$$

Период отплате инвестиције рачуна се као однос уложених финансија и финансијске уштеде и за веш машину износи 7,04 године, док за мали фрижидер износи 10,91 годину. Уколико би се наведене мере спровеле заједно на годишњем нивоу би се уштедело 728,5 kWh електричне енергије и 8,5 m³ воде односно 6.152,89 РСД. Период повраћаја инвестиције износи 7,96 година што указује да је ова солуција боља него парцијална инвестиција [37].

7.3. Анализа мера унапређења ЕЕ потрошње воде

Веома је битно знати оквирну потрошњу воде након спроведених мера и пре него што се реализују како би се правовремено донела одлука о инвестирању. Домаћинство за 1 m³ потрошене воде плаћа 35 РСД. Просечна структура потрошње воде у домаћинствима у Србији приказана је на слици 11, при чему специфична потрошња воде износи 140 l/кор./дан. Међутим, специфична потрошња воде у домаћинству у Тавнику износи 70 l/кор./дан али структура потрошње је непромењена и бројчане вредности приказане су у табели 15.

Табела 15. Структура потрошње воде објекта у Тавнику

Сврха коришћења	Удео [%]	Удео [l]
Пиће и кување	3	2,1
Прање судова	4	2,8
Чишћење простора	5	3,5
Прање веша	25	17,5
Купање и туширање	29	20,3
Телесна хигијена	9	6,3
Испирање тоалета	25	17,5

Прва мера се односи на замену водокотлића. У табели 16 приказана је уштеда воде, остварена финансијска уштеда по члану домаћинства и период отплате инвестиције. Просечна употреба воде за испирање тоалета по једном члану износи 2 пута дневно. У првом случају могуће је уштедети 9,125 m³ воде, а у другом, када се користи уређај који штеди воду, чак 20,255 m³ воде у оквиру петочлане породице. Новчана уштеда која се остварује коришћењем новијих уређаја није велика због чега ни период отплате инвестиције није најпожељнији. Наведени индикатор показује да је као меру смањења потрошње воде исплативије и знатно ефикасније употребити скупљи водокотлић.

Табела 16. Анализа замене водокотлића

Тип уређаја	Стандардни водокотлић
Цена [РСД]	2.000
Потрошња [l]	10
Тип уређаја	AP 110 RIO
Цена [РСД]	3.200
Потрошња [l]	6/9
Уштеда [l/кор./год.]	1.825
Укупна уштеда [РСД/кор./год.]	63,87
Укупна уштеда за 5 корисника [l/год.]	9.125
Укупна уштеда за 5 корисника [РСД/год.]	319,37
Период повраћаја инвестиције [год.]	10,02
Тип уређаја	AP 216 2K 6L
Цена [РСД]	5.400
Потрошња [l]	3/6
Уштеда [l/кор./год.]	4.015
Уштеда [РСД/кор./год.]	140,53
Укупна уштеда за 5 корисника [l/год.]	20.075
Укупна уштеда за 5 корисника [РСД/год.]	702,63
Период повраћаја инвестиције [год.]	7,68

Домаћинство поседује два купатила са тоалетом међутим само се тоалет у приземљу интензивно користи док се тоалет на спрату у знатно мањој мери употребљава што значи замену само једног уређаја.

Куповина модерније машине за прање веша је првобитно предложена како би се уштедела потрошња електричне енергије, међутим она доприноси и смањењу потрошње воде. Цена нове веш машине износи 33.000 РСД. Учесталост прања рубља износи 5 пута седмично.

Табела 16. Анализа смањења потрошње воде заменом веш машине

	Стара веш машина
Број прања	260
Потрошња воде [l/циклусу]	87,5
Укупна потрошња воде [l/год.]	22.750
	Нова веш машина
Број прања	260
Потрошња воде [l/циклусу]	50-60
Укупна потрошња воде [l/год.]	14.300
Уштеда воде [l/год.]	8.450
Финансијска уштеда [РСД/год.]	295,75
Период отплате [год.]	111,58
Укупна финансијска уштеда [РСД/год.]	4.685,59
Укупан период отплате [год.]	7,04

Период отплате инвестиције уколико би разлог био само смањење потрошње воде износи скоро 112 година, међутим, у оквиру периода отплате инвестиције урачуната је и финансијска уштеда постигнута смањењем потрошње електричне енергије на годишњем

нивоу (4.389,84 РСД), тако да је укупна уштеда 4.685,59 РСД (табела 16). Уштеда у потрошњи воде износи 8,5 m³ што је 85% месечне потрошње воде овог домаћинства. Будући да се ради о већој инвестицији разумно је и да ће период отплате бити дужи али је инвестиција свакако исплатива.

Трећа мера која доприноси смањењу потрошње воде јесте употреба опреме која смањује проток воде (перлатор). Перлатор који се поставља на мешалицу хладне и топле воде туша у купатилу смањује проток воде на 7 l/min што је за 4 l/min мање у анализираном домаћинству па се остварује уштеда од 36% приликом сваког туширања. Претпоставка је да се на туширање потроши око 20,3 l воде по кориснику у току дана што значи да се дневно уштеди 7,31 l воде, наравно уколико ће се корисници након спровођења ове мере исти временски период туширати. Укупна уштеда за породицу од 5 чланова износи 13.340,75 l односно 466,93 РСД за годину дана (табела 17). Будући да је цена уређаја 654 РСД, период отплате инвестиције износи 1,4 године [45].

Табела 17. Анализа употребе перлатора

	Перлатор
Уштеда воде [l/корисник/туширање]	7,31
Уштеда воде за годину дана [l/корисник/год.]	2.668,15
Финансијска уштеда [РСД/корисник/год.]	93,38
Годишња уштеда воде за 5 корисника [l/год.]	13.340,75
Финансијска уштеда за годину дана за 5 корисника [РСД/год.]	466,93

У табели 18 приказани су резултати анализе примене свих мера заједно.

Табела 18. Анализа реализације сета мера

	Случај 1	Случај 2
Уштеда воде [l/год.]	30.915,75	41.865,75
Финансијска уштеда [РСД/год.]	5.471,89	5.855,15
Укупна инвестиција [РСД]	36.854	39.054
Период повраћаја инвестиције [год.]	6,74	6,67

Дакле, наведене мере доприносе смањењу потрошње воде што је и доказано претходном анализом. У збиру, смањена је потрошња воде за 30.915,75 односно за 41.865,75 l ако се употреби ефикаснији водокотлић. Највећи допринос смањењу потрошње овог важно ресурса има веша машина (13.340,75 l) за случај 1 док је у случају 2 то двоколичински водокотлић (20.075 l). Најкраћи период отплате инвестиције има употреба перлатора (1,4 године). Наиме, спровођењем свих мера домаћинство би обезбедило бесплатну воду за 3 односно 4 месеца, међутим период повраћаја инвестиције је идентичан. Највећа инвестиција јесте куповина веш машине, међутим она носи и највеће уштеде. Из свега наведеног закључак је да је најбоље имплементирати сет мера-случај 2 јер се остварује за 26,2% већа уштеда воде док су инвестиција и период отплате идентични. У случају да није могуће спровођење групе мера, финансијски најмање захтевна мера која даје добре резултате уштеде воде јесте употреба перлатора. Свакако да је најбитнији финансијски аспект међутим када је у питању вода, на првом месту би требала да буде одговорност према другима и према будућим генерацијама.

8. Закључак

Улагање у уштеду енергије и енергетску ефикасност најбољи је начин за повећање вредности објекта. Енергетски ефикасне зграде смањују оперативне трошкове, побољшавају продуктивност и имиџ, доносе веће приходе кроз ренту или приликом продаје и сл. Да би се установило тржиште енергетски ефикасних објеката неопходно је увођење енергетских сертификата који омогућују поређење енергетских карактеристика зграда па ће тако кућа са мањом потрошњом вредети више јер мање троши. Седам година након имплементације у Републици Србији укупно је издато 3.125 енергетских пасоша што је дупло више него у 2016. години. Први енергетски пасош издат је 2013. године згради која се налази у Београду и која је припадала енергетском разреду „С”. Куће и стамбене зграде су не само велики потрошачи електричне енергије, топлотне енергије и воде, него и велики произвођачи штетних гасова који доприносе ефекту „стаклене баште” због чега је Законом о становању и одржавању зграда унапређење енергетске ефикасности у зградама дефинисано као јавни интерес у Републици Србији. Побољшањем енергетских карактеристика стамбених зграда може се остварити бенефит на пољу побољшања квалитета живота и боравка у тим зградама, као и заштити окружења. Истраживањем стамбених објеката утврђено је да око 90% стамбених зграда не задовољава минималне услове енергетске ефикасности што стамбени фонд чини сектором са највећим потенцијалом за уштеду енергије. Према подацима из 2017. године у Србији је две трећине стамбених објеката без термичке изолације што је поражавајуће [46].

У раду је представљен и описан један стамбени објект на територији Краљева у којем живи петочлана породица. На основу прикупљених података и анализе, дошло се до податка да стамбени објект у току једне године потроши 5.949 kWh електричне енергије, односно 47.823,61 РСД. Објект се греје искључиво посредством два појединачна уређаја на чврсто гориво (дрвена биомаса). Трошак енергента који се користи код наведеног система грејања износи око 60.840 РСД. Домаћинство се питком и санитарном водом снабдева из сеоске водоводне мреже и једним делом из сопственог резервоара. За годину дана потрошено је укупно 127,5 m³ воде, док је финансијски издатак за потрошену количину воде 4.462,5 РСД. Енергетске потребе стамбеног објекта зависе од енергетског омотача објекта, система грејања, вентилације, климатизације и хлађења, система за добијање СТВ, електричних уређаја, система расвете и система и начина коришћења воде. Посредством програма, након уношења реалних параметара, добијен је енергетски разред којем зграда припада. Енергетски разред објекта јесте „G”, са годишњом потребном редукованом енергијом за грејање $Q_{H,nd,red} = 51.651,93 \text{ kWh/a}$. Након анализе у програму предложене су одређене мере које ће побољшати енергетску ефикасност објекта, а затим је путем софтвера прорачунато колико предложена мера доприноси уштеди топлотне енергије. Резултати анализе су били довољни да се као мера смањења енергетских потреба за грејање предложи комплетна санација објекта са изоловањем само неизолованих зидова (санација 1). Потребна годишња редукована енергија за грејање смањена је за 72% и износи $Q_{H,nd,red} = 12.088,98 \text{ kWh/a}$ што категоризује објект у енергетски разред „D”. Инвестициони трошкови износе 794.000 РСД док је период повраћаја инвестиције скоро 9 година. Затим су у објекту идентификовани најстарији и најмање ефикасни потрошачи електричне енергије. За купатилски бојлер су предложене промене потрошачких навика, док је за мали фрижидер и машину за прање веша предложена замена енергетски

ефикаснијим уређајем. Спровођењем ове мере чија је инвестиција 49.000 РСД уштедеће се 728,5 kWh електричне енергије а период повраћаја новца износи 7,96 година, уколико се узму у обзир уштеде воде. Последње мере смањења потрошње односе се на воду. У току анализе предложена је мера која подразумева уградњу модерног водокотлића, куповину машине за прање веша и перлатора. На овај начин на годишњем нивоу би било сачувано 41.865,75 l воде. Инвестиција износи 39.000 РСД, уколико се мера посматра парцијално, а период отплате је 6,67 година укључујући и уштеду енергије. Укупни финансијски издаци износе 849.000 РСД. У анализираном домаћинству, реализацијом наведених мера би се уштедело 95.000 РСД на годишњем нивоу.

9. Литература

- [1] <https://www.4zida.rs/blog/energetska-efikasnost-znacaj-i-kako-je-postici/> (приступљено: 21.11.2018. год.)
- [2] Правилник о енергетској ефикасности зграда, Службени гласник РС, бр. 61/2011
- [3] <http://efikasnost.rs/energetski-pasos/> (приступљено: 21.11.2018. год.)
- [4] <http://alupress.rs/istrazujemo/aktuelno/item/201-energetska-efikasnost-u-zgradarstvu> (приступљено: 8.8.2019. год.)
- [5] Стојиљковић М., Тодоровић М., Основе енергетског билансирања зграде, Обука за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности зграда, Београд, 2017.
интернет страница: http://www.ingkomora.org.rs/strucniispiti/download/ee/TP_8_Osnove_energetskog_balansiranja_zgrade_Mladen_Stojiljkovic.pdf (приступљено: 8.8.2019. год.)
- [6] <https://ec.europa.eu/eurostat/> (приступљено: 8.8.2019. год.)
- [7] http://www.srbijagas.com/sr_RS/specificnosti-prirodnog-gasa/?script=lat (приступљено: 9.8.2019. год.)
- [8] Зашто и како да трошимо мање енергије у нашим кућама, Агенција за енергетику Републике Србије, 2014.
интернет страница: https://www.aers.rs/FILES/Razno/2014/2014_10_07%20Zasto%20i%20kako%20da%20trosimo%20manje%20energije%20u%20nasim%20kucama.pdf (приступљено: 9.8.2019. год.)
- [9] <http://www.vma.mod.gov.rs/sr-lat/lekarski-saveti/voda-na-planeti-zemlji> (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [10] Општине и региони у Републици Србији, 2017., Републички завод за статистику, Београд, 2017.
интернет страница: <http://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/G2017/pdf/G20172023.pdf> (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [11] Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2017. годину, Министарство заштите животне средине - Агенција за заштиту животне средине, Београд, 2018.
интернет страница: http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_2017.pdf (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [12] <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/slsrj/ministarstva/pravilnik/1998/42/2/reg> (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [13] <http://vodovodbor.com/moj-doprinos-stednji-vode/> (приступљено: 10.8.2019. год.)

[14] Методологија провођења енергетског прегледа зграда, Министарство заштите околиша, просторног уређења и градитељства, Загреб, 2009.

[15]<https://www.trotec-blog.com/en/files/2009/10/EKM-3650.jpg>(приступљено: 20.8.2019.год.)

[16] Радуловић Ј., Литература за предавање, Електротехника са електроником, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2016.

[17] RAISA, Metod Saje s.p., Упутство за употребу програма URSA GF 2

[18]<https://www.energetskiportal.rs/energetska-efikasnost/> (приступљено: 23.8.2019.год.)

[19] Приручник о енергетској ефикасности у стамбеним зградама и кућама, Београд, фебруар 2018.

интернет страница:

http://www.beograd.rs/images/file/0e1993dd0f7a408f9f99650e58d89a43_6627856284.pdf
(приступљено: 22.8.2019.год.)

[20] Приручник за енергетско сертификарање зграда, дио 2, Програм Уједињених народа за развој (UNDP), Загреб, Хрватска, 2012.

[21] Гордић Д., Литература за предавање, Енерго-еколошки менаџмент, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2018.

[22]<https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-08-07/german-water-charges-second-highest-in-europe-handelsblatt-says> (приступљено: 25.8.2019.год.)

[23] Danya Bryx, Gidon Bromberg, Best Practices in Domestic Water Demand Management, 2009.

[24] <http://www.mojaradionica.com/Perlator.htm> (приступљено:13.8.2019. год.)

[25]<https://www.eevrbas.org/korisni-saveti/racionalno-koriscenje-vode/95-usteda-vode-koriscenjem-perlatora> (приступљено: 27.8.2019.год.)

[26] <http://efikasnost.com> (приступљено: 12.8.2019. год.)

[27]<https://svetkupati.com/geberit-predzidni-vodokotlici/ap110-vodokotlic-niska-montaza-prikljucak-vode-levo-u-sredini-desno-6-9-l-geberit.html> (приступљено: 12.8.2019. год.)

[28]http://www.etazgrejanje.com/cms_upload/catalog/product_files/572_reducir_pritiska.pdf
(приступљено: 26.8.2019.год.)

[29] Марио Обрдаљ, Пројект Потицање енергетске ефикасности у Хрватској, Програм Уједињених народа за развој (UNDP), 2013.

[30]<https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-use/hardwares/toilet-systems/vacuum-toilet>
(приступљено: 26.8.2019.год.)

- [31]https://www.evac-train.com/wp-content/uploads/EVAC_Produktflyer_Compact.pdf (приступљено: 26.8.2019.год.)
- [32]<https://www.watercache.com/rainwater/residential> (приступљено: 26.8.2019.год.)
- [33]http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/latin/Januar_1.pdf (приступљено: 26.8.2019.год.)
- [34]<http://www.naturalist-office.com/sr/sistemi-za-zalivanje/uradi-sam-zalivni-sistem/> (приступљено: 27.8.2019.год.)
- [35] <http://www.silvermalc.co.rs/wp/malc/> (приступљено: 27.8.2019.год.)
- [36] R. Waskom, J. Kallenberger, T. Bauder, E. Wardle, M. Neibauer, Household Water Conservation, Colorado State University Extension, 2018.
- [37]<https://www.tehnomanija.rs/bela-tehnika/masine-za-pranje-vesa> (приступљено: 22.12.2018. год.)
- [38]<http://www.forum-nis.org.rs/wp-content/uploads/2018/12/brosura-voda-je-pravo-ne-roba.pdf> (приступљено: 16.8.2019. год.)
- [39]http://enef.etfbl.net/2013/resources/Zbornik_2013/10_Rad.pdf (приступљено: 14.8.2019. год.)
- [40]<https://www.srmagroup.com/> (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [41]<https://samigoinvest.rs/pvc-stolarija/> (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [42]<http://www.roma.rs/termoizolacija-fasade-cene-po-m2/> (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [43]<https://bolago-m.rs/masterplast-tipl-za-stiropor-termomaster-d> (приступљено: 10.8.2019. год.)
- [44]<http://stanovanje.gov.rs/doc/energetskaefikasnost/Informativni%20flajeri/Flajer%20za%20gradjane.pdf> (приступљено: 16.8.2019. год.)
- [45] <https://doming.rs/catalog.php?prodID=1261876&lng=srb> (приступљено: 13.8.2019. год.)
- [46]<http://stanovanje.gov.rs/latinica/energetska-efikasnost.php> (приступљено: 29.8.2019.год.)