

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Грејање, климатизација и соларна енергија

Број индекса: 206/2009

Горан М. Вукић

Позитивне Нето енергетске зграде

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. _____
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да објасни концепт Нето Енергетских зграда, енергетску ефикасност у споју са инжењерством, изводљивост истог кроз креирање компјутерских прототипова у циљу сагледавања предности и мана самих објеката.

Препоручена литература :

1. М.Бојић, Термодинамика, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2011.
2. С. Зрнић , Грејање и климатизација са применом соларне енергије, Научна књига, Београд, 1988.
3. Б.Тодоровић. Пројектовање постројења за централно грејање, Машински факултет у Београду, Београд, 2005.

Резиме

Документ садржи детаљан опис и размарање изводљивости Нето енергетских зграда, инжењерског подухвата који је проистекао из идеје о енергетској ефикасности, па је с' тим у вези прво поглавље посвећено споју са зградарством. Даље, следи објашњење појма Нето зграда, дефинисање појединих чиниоца и њихова анализа. Затим се излажу софтверска решења у реализацији ових подухвата, конкретно софтвер Energy Plus којим се прави модел објекта и верно симулира његова употреба и примена свих предузетих инжењерских мера. Термички опис се базира на општим познавањима појединих карактеристика употребних материјала и законима Термодинамике о провођењу топлоте. У последњем поглављу представља се могућност продаје вишка енергије добијене у зградама фид-ин тарифом а такође и реализовани примери објеката у свету.

Кључне речи: Нето Енергетске зграде, Energy Plus, фид-ин

Summary

Paper contain itemized description and consideration Net Energy Buildings feasibility arising from idea of energy efficiency so in respect with that, first chapter is dedicated a joining with building construction. Further, there is a explanation of term Net Energy buildings defining some factors and their analysis. After that, a software solutions in realizing energy efficiency are presented, specifically Energy Plus software what is used for a making a models of object and applying all undertaken procedurs. Thermally description based on a knowing a features of materials and thermodynamics laws of heat conduction. Last chapter presented a possibility of selling energy obtained from system, by feed-in and examples of realised object world wide as well.

Keywords: Net Energy buildings, Energy Plus, feed-in

Садржај

1. Увод	1
2. Енергетска ефикасност и зградарство	2
3. Појам Нето Енергетских зграда	3
3.1 Подела	3
3.2 Дефиниције	4
3.3 Енергија	5
4. Разматрање и анализа	7
4.1 Разматрање	7
4.2 Анализа	8
5. Софтверска решења у реализацији енергетске ефикасности	9
5.1 Програмски пакет Google Sketch up	10
5.2 Energy Plus i IDF Editor	10
5.3 Физички модел објекта	13
6. Термички описи објекта	15
7. Симулација реалних услова термичког оптерећења	17
7.1 Резултати	22
8. Фид-ин (Feed-in) тарифа и примери	24
8.1 Фид-ин	24
8.2 Светски примери НПЗ	24
9. Закључак	27
10. Литература	28

1. УВОД

Последица повећавања тражње за енергентима иницирана од све већег броја становништва изазвали су драстичну потрошњу фосилних горива а тиме и смањење њихових залиха. Питања расипања енергије изазвало је озбиљна настојања за рационализацијом потрошње и штедњом енергије у свим подручјима. Тако је, заправо, тек седамдесетих година прошлог века утврђено да је, уз транспорт, становање једно од врло значајних потрошача енергије. Подаци из различитих средина говоре да потрошња енергије у стамбеном сектору обухвата од 20 до 40 % од укупне потрошње енергије. Треба, међутим, знати да су ово показатељи који се односе углавном на потрошњу енергије у фази експлоатације стамбених грађевина, где су највећи потрошачи системи грејања (евентуално хлађења), затим расвета и други сервиси становања (топла вода, вентилација, кућни апарати и сл.). Осим тога, као последицу сагоревања фосилних горива имамо стално ослобађање и емисију угљен-диоксида и осталих штетних гасова по животну средину уз чије ће њихово даље емитовање само повећавати загађење, ефекат стаклене баште и угрожавати климу и здравље људи.

Због свега наведеног је баш уштеда енергије у стамбеним објектима и унапређење енергетске ефикасности данас једна од светских тенденција. Заправо све се више води рачуна да животни простор мање кошта а да се притом троши исто или мање енергије. Власници кућа могу достићи велику уштеду у енергији при чему повећавају ниво удобности дома правећи енергетски ефикасније зграде. Додатне уштеде енергије су могуће било прављењем нових домова или реновирањем постојећих. Власници који желе још веће редукције у трошковима коришћења могу користити новије видове енергетских система, као што су пасивни соларни системи и други облици обновљивих извора енергије.

Концепт Позитивних Нето енергетских зграда (енг.или скраћено ПНЕБ) изазива велику пажњу у свету задњих година у коме је виђена могућност њиховог пројектовања. Пре имплементирања самог концепта у пројекте захтевају се јасно и садржајно дефинисане и заједнички прихваћене калкулације енергетске методологије. Неки од најважнијих циљева који којима се треба посветити пре самог дефинисања ПНЕБ су мера равнотеже (баланса), време уравнотежења, тип енергетске употребе укључен у баланс, захтеви и прихватљиве опције снабдевања обновљивом енергијом, веза са енергетском инфраструктуром, унутрашња климатизација (услови за термичком угодношћу), и случај повезаности и интеракције између електро-мреже и зграде. Овај рад се фокусира на преглед постојећих ПНЕБ и различитих приступа у циљу ПНЕБ калкулација. Такође се разматра о могућим одговорима на наведене циљеве због олакшања њиховог развоја.

2. Енергетска ефикасност и зградарство

Под појмом унапређења енергетске ефикасности у зградарству подразумева се континуирани и широк опсег делатности којима је крајњи циљ смањење потрошње свих врста енергије уз исте или боље услове у објекту. Као последицу смањења потрошње необновљивих извора енергије (фосилних горива) услед мера енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије имамо смањење емисије штетних гасова (CO₂ и др.) што доприноси заштити природне околине, смањењу глобалног загревања и одрживом развоју Земље.

Појам енергетска ефикасност се најчешће сусреће у два могућа значења од којих се једно односи на уређаје а друго на мере и понашања. Под енергетски ефикасним уређајем сматра се онај који има велики степен корисног дејства тј. мале губитке приликом трансформације једног вида енергије у други. Када је реч о мерама енергетске ефикасности, под енергетском ефикасношћу се подразумева мере које се примењују у циљу смањења потрошње енергије. Без обзира да ли је реч о техничким или нетехничким мерама или о променама у понашању, све мере подразумевају исти или чак и виши степен оствареног комфора и стандард.

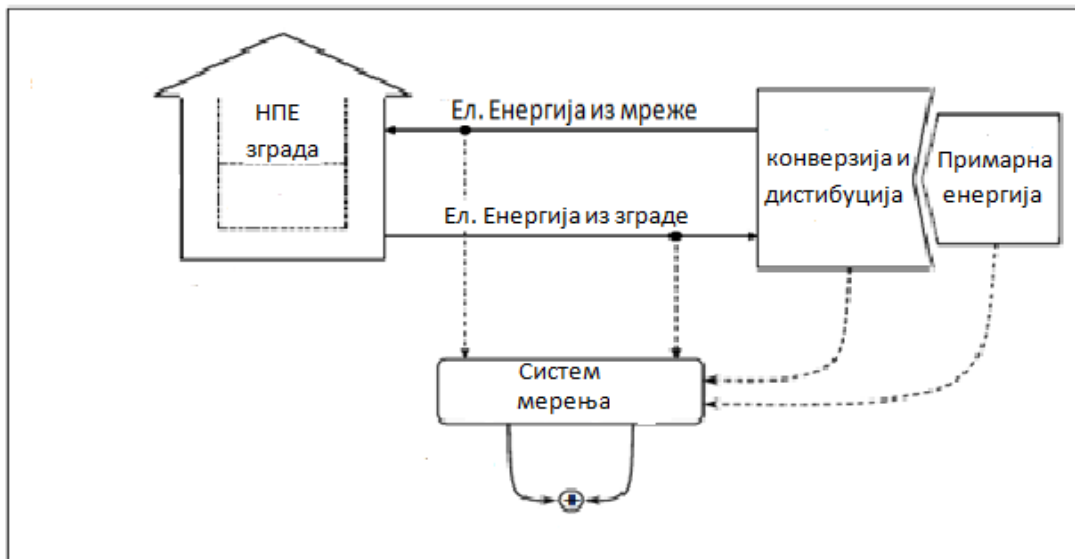
Енергетска ефикасност зграда треба да се израчунава на бази јединствене и довољно применљиве методологије, која треба да укључи све факторе који играју значајну улогу као што је примена изолације и обновљивих извора енергије. Зграде ће имати утицај на дугорочну потрошњу енергије и нове зграде треба да задовоље захтеве у погледу ефикасности прилагођених локалном поднебљу.

Просечна потрошња енергије у зградама у Србији је преко 150 kWh/m² годишње док у развијеним земљама износи чак и испод 50 kWh/m². Ова чињеница приморава Србију да интензивира активности на постизању стандарда који важе у земљама ЕУ.(1)

Иначе под зградом подразумевамо било коју грађевину, тако да то не мора указивати на стамбену зграду.

3. Појам Нето енергетских зграда

Нето енергетска зграда (Zero energy home) је појам који обједињује комерцијално доступне технологије обновљивих извора енергије са технологијом енергетски ефикасних конструкција. Значење појма "енергетска зграда" указује да објекат делимично или у потпуности сам производи електричну или топлотну енергију потребну за живот њених станара а Нето, (енг. Net) наглашава чињеницу да постоји баланс између количина узете из електро-мреже и враћене у њу током посматраног периода (3). Принцип примања и испоруке ел. Енергије дат је на слици 1. Испоручена и узета ел. Енергија се мери и од њиховог односа разликују се три типа ових зграда.



Слика 1. Веза између зграде и електро-мреже(7)

1.1 Подела

Нето Енергетске зграде могу бити:

Нето Негативне енергетске зграде (енг. Net Negative Energy Buildings) или краће NNEB. Стање ове зграде карактерише негативна сопствена производња електричне енергије чији се недостатак надокнађује напајањем из електро-мреже.

Нето Позитивна енергетска зграда (Net Positive energy buildings тј. NPEB или ПНЕБ) остварује производњу струје која премашује њене потребе тако да се вишак који се у том случају јавио испоручује мрежи.

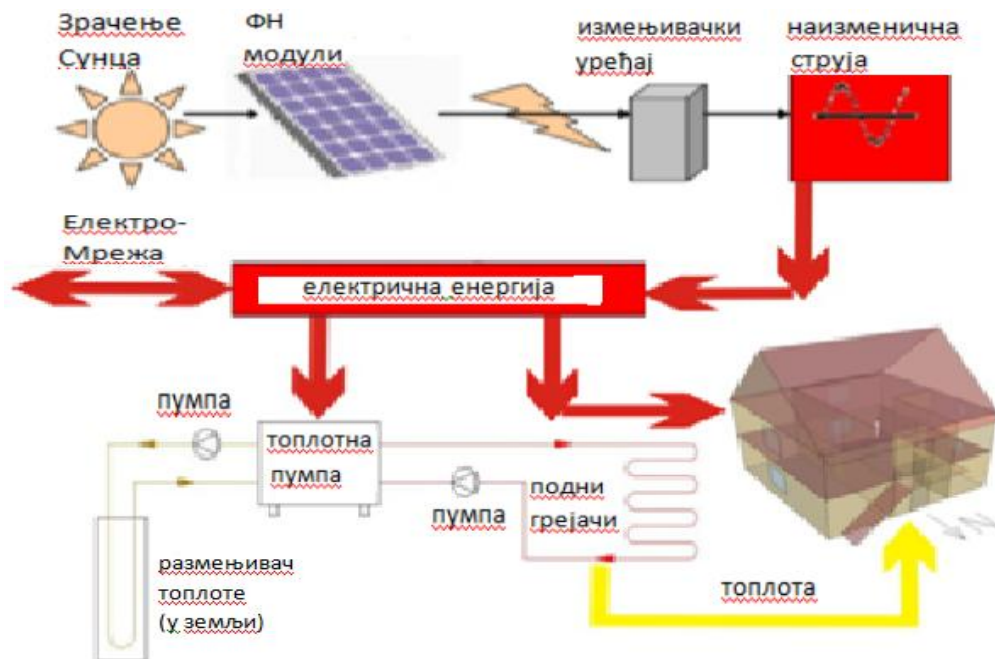
И Нето Нулта енергетска зграда (енг. Zero Net energy Building или краће ZNEB) која производи количину ел. енергије која целокупно бива искоришћена за потребе зграде.

3.2 Дефиниције

У оквиру саме тематике постоје термини који ближе одређују појединости унутар ње а који се највише тичу аспекта исплативости тј. оправдавање улоге самог концепта

1. Позитиван-нето концепт

НПЕБ генерише више енергије него што је троши. Обично произведе електричну енергију кроз фотонапонске (енг. Photovoltaic или краће PV тј.ПВ) панеле и повезана је на електро мрежу. Зграда такође може да троши електричну енергију из ПВ модула или из мреже. Генерисањем електричне енергије се може снабдети зграда или мрежа. Електричном енергијом снабдева мрежу када постоји вишак електричне енергије а када постоји мањак електричне енергије мрежа обезбеђује електричну енергију зграде. “Позитиван нето-концепт” значи да је годишњи вишак електричне енергије послат у електро-мрежу већи од износа добијених из мреже.ПНЕБ тако користи електричну мрежу као акумулатор. Шема једне од изведби ПНЕБ је приказан слици 2.



Слика 2 Шема једне од изведби ПНЕБ

2. Позитивна-нето емисија

Ако зграда произведе већу количину електричне енергије од оне која је утрошена за производњу система за снабдевање а који искључиво користи обновљиве изворе може се рећи да се ради о позитивној емисији зграде јер се ово односи на емисију штетних гасова тј. на однос емитоване количине за производњу струје из мреже, и емитоване количине гасова производећи систем који одговара тој згради. Угљен-диоксид, оксиди азота, и сумпорних оксида су заједничке емисије које не емитују Позитивне Нето Енергетске Зграде тј. НЕБ.

3. Позитиван-нето трошак енергије

Ако је количина новца коју је власник зграде наплатио од електродистрибуције, већа од оне количине новца коју треба да плати електродистрибуцији због снабдевања са електро-мреже, остварио се концепт позитивних нето трошкова Трошкови који се јављају током коришћења обновљивих извора енергије су свакако мањи од вредности енергије коју зграда током њеног енергетског коришћења предаје мрежи.

4. Зграда са позитивном нето енергијом током њеног животног циклуса

Позитиван Нето животно циклус се дефинише тако да током целог радног века систем тј. зграда произведе више енергије него што потоши за производњу система који је потребан за снабдевање зграде електричном енергијом.(3)

3.3 Енергија

У НПЕ зградама енергија се користи за грејање, климатизацију, грејање топле воде осветљење и за рад апарата.

У пројектима се види да је употреба наведених изискује готово целокупну потребу где се ствара значајна прилика за употребу инжењерских открића у области уштеде енергије и смањења загађења. На графику 1 се може видети удели потрошача у потребној енергији просечног домаћинства.

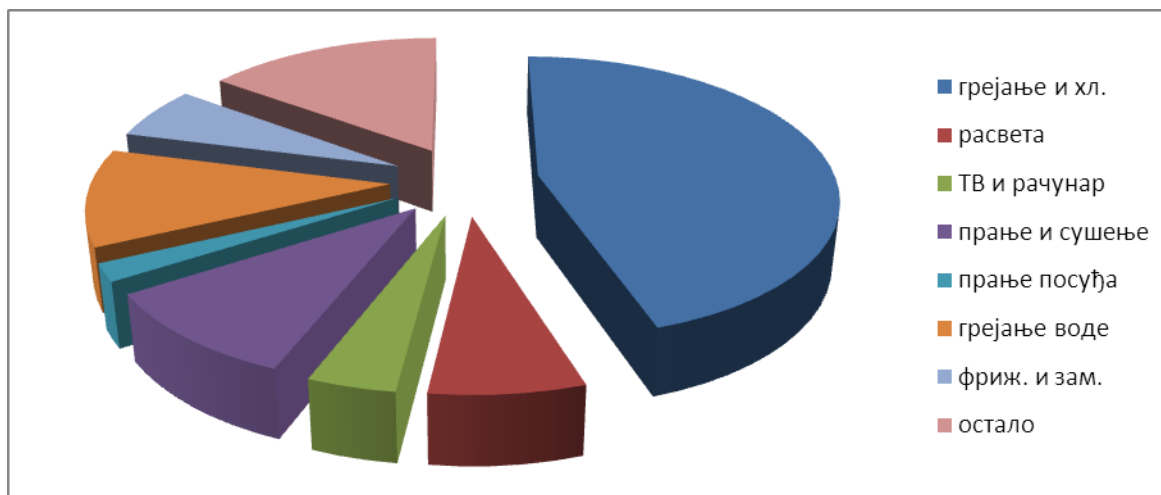


График 1 Удели апарата у просечној потрошњи струје у домаћинствима

У будућим зградама грејање простора треба унапредити додатним технологијама јер је ту највећи издатак енергије који се не може подмирити преко ПВ панела. С тим у вези примену би нашла топлотна пумпа иначе још једно инжењерско откриће које користи обновљиве изворе енергије, конкретно топлоту из воде, земље или ваздуха. Иначе пумпа користи електричну енергију за њен рад која би се могла добијати из ПВ низова инсталираних на згради. Загревање топле воде би се могло вршити преко соларних колектора који су такође смештени на згради. Треба разликовати соларне колекторе од ПВ панела мада постоје и хибридни тзв. ПВТ(PVT) системи који генеришу топлоту, односно топлу воду и струју у исто време.(7)

4. Разматрање и анализа

4.1 Разматрање

Даљи текст Докумена говори о конкретним потезима везано за реализацију пројекта узимање у обзир и разматрање свих чиниоца који доприносе унапређену објекта на енергетском плану. Такође се говори о могућности примени софтвера тј. како направити прототип, нето-позитивне грађевине и како ће пројектанти и градитељи користити сличне алате у ову сврху како би правили зграде које ефикасније располажу енергијом и смањују допринос емисије угљеника.

Да би добили ниво могућности које су у разматрању и које се могу оправдати кроз прорачуне и добити НЕТО ПОЗИТИВНИ ЕНЕРГЕТСКИ ДОМ мора се истовремено обраћати пажња на неколико пројектних фактора:

Термички омотач (изолација) мора бити ефикасан а врата и прозори бирани по одговарајућим критеријумима а цурење спољног ваздуха у објекат мора бити локализовано и измерено. Такође значајан је и избор фирми које изводе пројектовање и термозаштиту.

Архитектонски изглед зграде мора бити у оквирима које условљавају локална клима тј. омогућити мотирање система за соларно грејање.

Потрошња воде мора бити редукована до минимума а да опет, систем задовољи потребе потрошача што нарочито важи за системе за снабевање врућом водом.

.Коришћење електричне енергије у зградама омогућили би ефикасни и квантитативно пропорционални системи. Иначе се извор енергије највише узима у анализу...

У НПЕ домовима овај приступ је напад на највећи сегмент издатака и где примена обновљиве енергије смањује даљу потрошњу. У процени се циља на вишак у производњи енергије који је око 10% на годишњем нивоу и који ће зграда испоручити мрежи. Да би објекти постигли НПЕ статус, у погледу потрошње морају бити позитивни на годишњем нивоу. Зависно од месеца исплативост варира на "НПЕ линији" мада потрошаче више занима уштеда и исплативост на годишњем и вишегодишњем нивоу. На ниво испоруке односно допремања електричне енергије највише утиче грејање тако да је у летњим месецима испорука у мрежу највећа што се може видети на графику 2.(7)

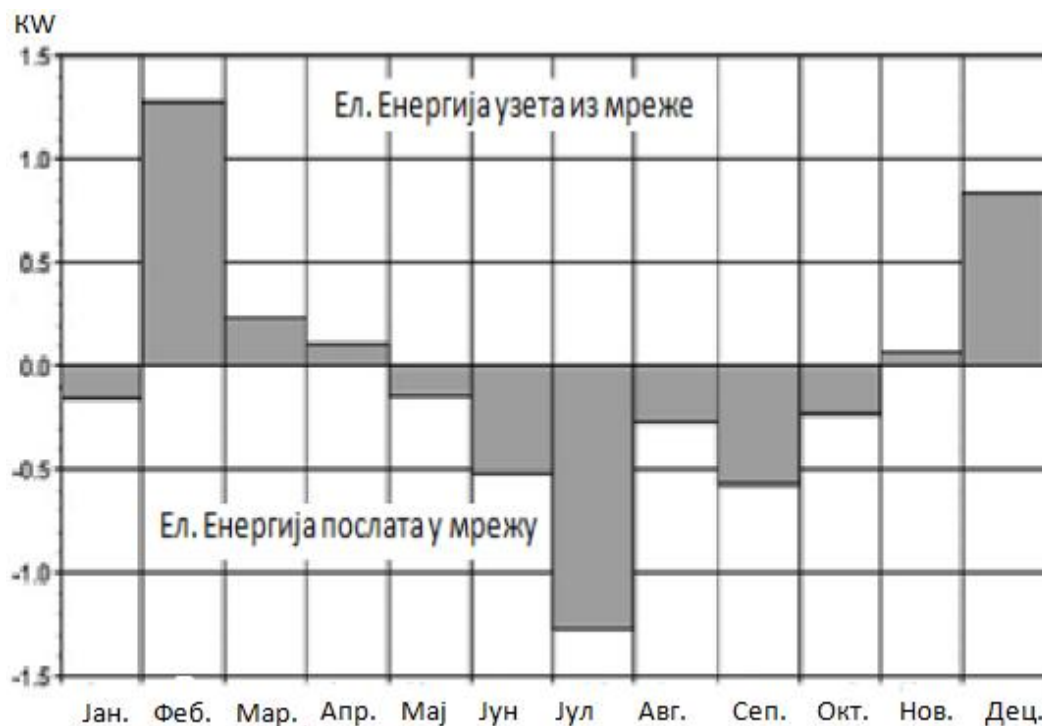


График 2. Показује један пример интеракције између електро-мреже и зграде тј. узимање из и испоруку у мрежу на годишњем нивоу. (2)

4.2 Анализа

Накнадне интервенције на пројекту а нарочито након изградње повећавају трошкове реализације истог а самим тим и цену чиме се смањује његова конкурентност на тржишту. С тим у вези, анализа је особито важна да би се избегли поједини трошкови. Та анализа се обавља у пре-пројектној фази и обухвата неколико сегмената:

Калкулације у домену исплативости

Информације о програму који примењујемо, шематске цртеже и положај зграде

Користећи оптимални пројектовани термомотач (изолацију) и соларни систем направити прелиминаран покушај решавања проблема губитака топлоте чиме би се конфигурисао прототип термичке угодности која је омогућена системом који ће бити правилно димензионисан и прихватљив у првом разматрању.

Климатске податке

Имплементирање решења механичке вентилације омогућавајући кружење свежег ваздуха (re-run)

Проверавање укупних перформанси модела (прототипа) и геометрије (важно због ограничености простора за ПВ модуле)....

Презентовање и сусрет са групом клијената и обраћати пажњу на коментаре, итд...

Закључком о процени процеса генерално описано енергетски инжењер треба имати добар увид не само како ће се стан понашати глобално већ и како ће чиниоци имати утицај један на други и да ли се моћи надомешћивати (као на пример цурење спољног ваздуха у зграду и вентилација...)(7)

Што се тиче саме исплативости постоји оправдана дискусија у набавци ПВ панела јер чак и груби прорачуни које нуди тржиште (а које су власницима домаћинстава најдоступнији) показују веома велике цене набавке. Ево једног примера:
Годишњи добитак енергије из фотонапонског система (KWh) = Максимална снага система (Wp) x Средњи годишњи сунчани сати x 0,75 (средњи губици система/инвертера) x* 365 дана у години

На пример: Са 72 модула од 140 W по модулу имамо максималну снагу система од 10,08 KW уз просечно годишње 6,5 сунчана сата дневно и 0,75 фактор губитака, добијемо од сунца 17.936,10 KWh годишње. Иначе, цена ових панела се обрачунава по вату и износи најмање 1.5 EUR без пореза за шта би најмање улагање било око 15 000 EUR што отвара питање времена враћања улагања које је несумљиво велико.(8)

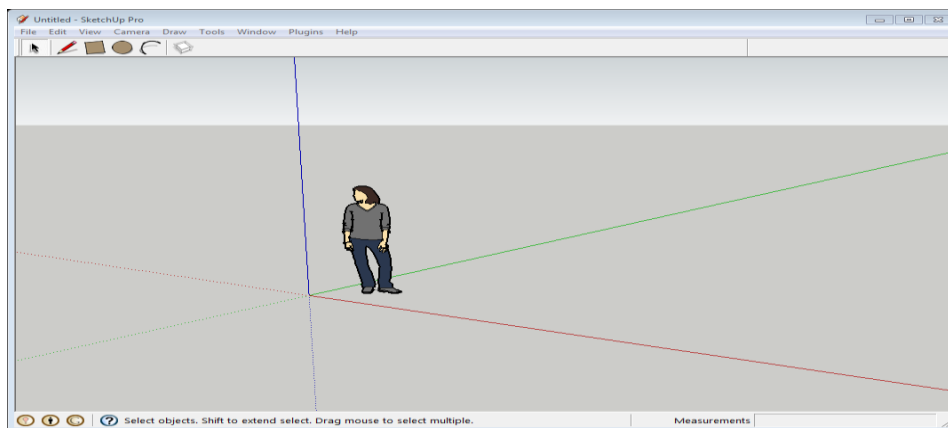
*x - пута

5. Софтверска решења у реализацији енергетске ефикасности

5.1 Програмски пакет Google sketch up

Google sketch up је 3Д програм намењен моделирању. Развијен је од стране компаније Google. Намењен је за дизајн у области архитектуре, цивилног инжењерства и машинског инжењерства, а користе га и за израду филмова, игара и сл. Програм, који је дизајниран за једноставну употребу, омогућава постављање модела унутар апликације Google Earth тако да их могу видети други корисници. Модели се постављају на web сајт Google 3D Warehouse и омогућују корисницима да преузимају бесплатно моделе. Google sketch up је носилац патента за своју "Push / Pull" технологију.(6)

Кориснички интерфејс Google sketch up-а је дизајниран да буде једноставан и лаган за кориштење. Главни делови корисничког интерфејса су насловна линија, падајући менији, палете алата, подручје за цртање, статусна линија и поље за унос димензија што је приказано на слици 3



Слика 3. Радно окружење Google sketch up-а

5.2 Програмски пакет ENERGYPLUS и IDF Едитор

EnergyPlus има корене у BLAST и DOE-2 програмима. BLAST (Building Loads Analysis System Thermodynamics) и DOE-2 су развијани и објављени 70-тих и 80-тих година као алатке за симулацију.

Његова циљна група су пројектанти и архитекте. Развијен је из забринутости због управљању енергентима у току енергетске кризе почетком 1970-их. Као и његови претходници програми, EnergyPlus је програм за енергетске анализе и симулације топлотног оптерећења. EnergyPlus ће израчунати грејање и хлађење потребно за одржавање дефинисаних вредности, тј. услова у целом секундарном ХВАЦ систему.

EnergyPlus је симулациони програм осмишљен за моделирање објеката са свим придруженим телима за грејање, вентилацију и климатизацијске уређаје. EnergyPlus је симулациони програм дизајниран да буде елемент унутар система програма међу којима ће бити и програм који ће имати графичко корисничко окружење за описивање објекта тј. креирање геометрије. Међутим, овај програм се може покренути сам, без таквог програма.

EP-Launch се налази у главном директоријуму EnergyPlus-а. У њему можемо покренути одједном само једну улазне датотеку. EP-Launch програм једноставно покреће остале програме и омогућује избегавање потребе за кориштењем линија DOS наредби.

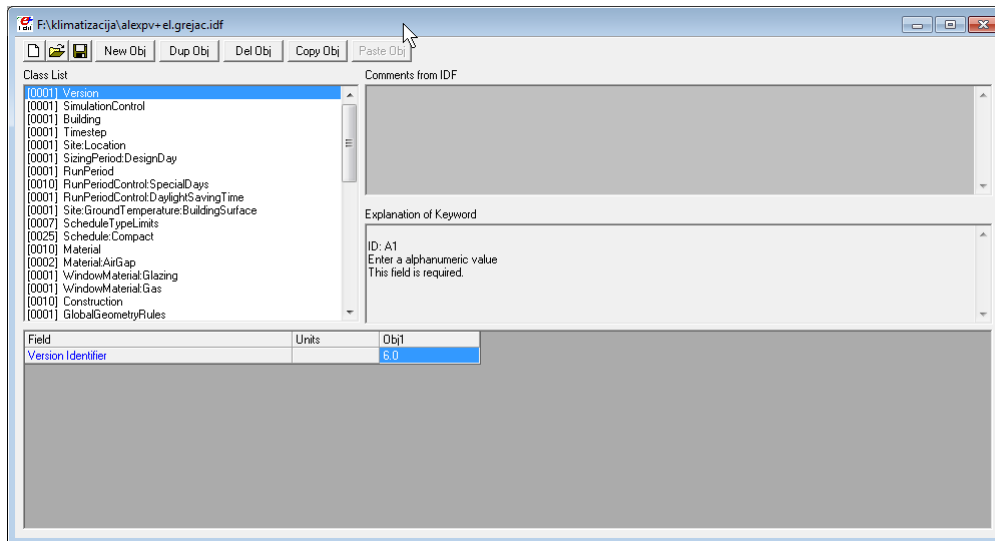
OpenStudio Plug-in за Google sketch up чини могућим за архитекте и инжењере за обављање EnergyPlus симулација помоћу Google sketch up, user-friendly 3-D цртежа окружења. OpenStudio Plug-in аутоматски генерише улаз за EnergyPlus објект када корисник извлачи геометрију у Sketch-up-у. OpenStudio Plug-in онда омогућује корисницима да покрену EnergyPlus симулације и прегледају резултате без напуштања Sketch up. Осим тога, OpenStudio Plug-in ће генерисати дизајн у Sketch up на темељу EnergyPlus улазних датотека.

EnergyPlus нуди неколико опција кориснику за креирање улазних фајлова. Најлакши начин је користећи IDF Едитор који долази са EnergyPlus инсталацијом. IDF Едитор је једноставан интелигентни едитор који омогућава креирање и измену улазних фајлова за прорачун (ИДФ). Може се покренути из главног директоријума EnergyPlus-а или из EP Launch-а.

У листи класа су приказане вредности података по групама. Са леве стране бирате групу класе а у доњем делу едитора се приказују вредности. Да бисте приказали само класе које садрже објекте изаберите "show classes with object only" опцију у падајућем менију "View". Такође можете да изаберете овај начин приказа комбинацијом тастера CTRL+L

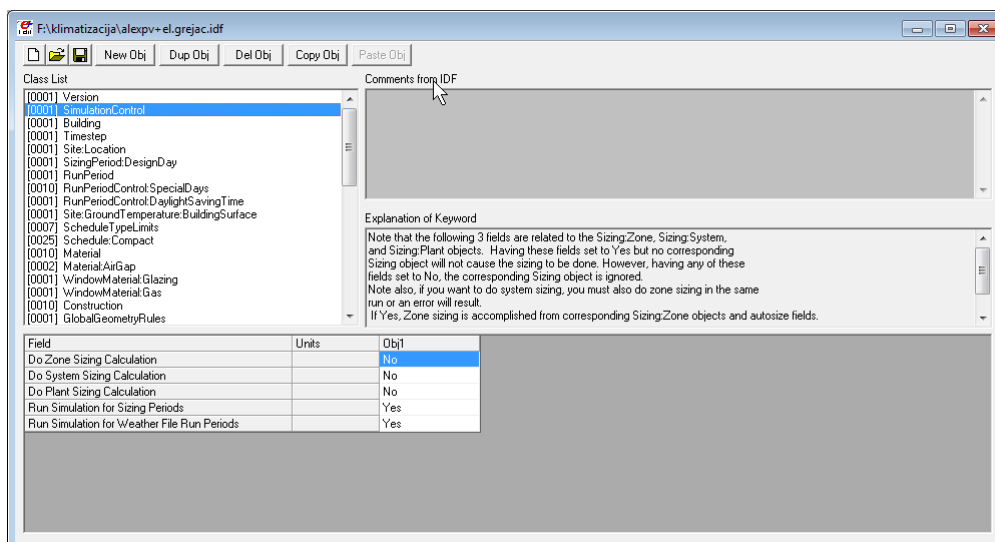
На првој картици се налази идентификатор који носи ознаку верзије EnergyPlus програма у којем је симулација одрађена. Ово је приказано на слици 4.

Завршни рад



Слика 4 Модуо Version

Simulation Control (слика 5) омогућава кориснику да одреди какву врсту прорачуна ће дата EnergyPlus симулација обавити. На пример корисник ће можда желети да врши један или више прорачуна који укључују промену подразумеваних услова прорачуна зона, али не жели да у прорачун укључи симулацију промене годишњих временских услова.



Слика 5 Модуо Simulation Control

У овом модулу ИДФ-а такође се уносе подаци чиме се детаљно приступа проблему одређивања топлотног оптерећења и неки од њих су: Timestep, за временски корак у коме се врши симулација, Sizing Period:DesignDay описује параметре који утичу на симулацију дизајнираног дана, Run Period објекат описује елементе неопходне за креирање

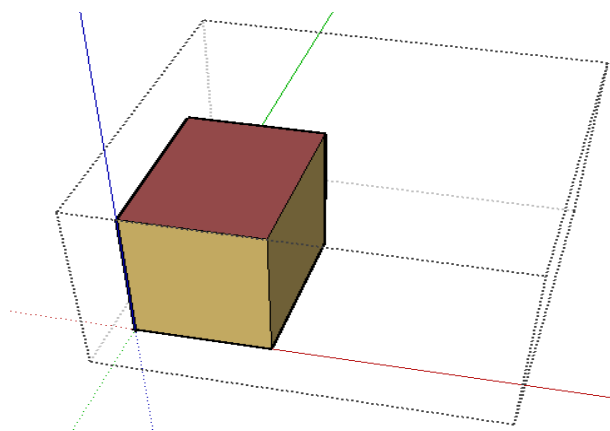
симулације помоћу фајла који садржи податке о времену, Shedule Compact објекта, свим функцијама распореда компоненти приступамо јединственом командом. Materials се користи када су четири главна термичка својства (дебљина, проводљивост, густина, и специфична топлота) материјала позната. People се користи за дефинисање популације која ће насељавати објекат и под којим условима који иначе утичу на топлотни прорачун, light за расвету итд.

Још један у мноштву модула у оквиру ИДФ едитора који је занимљив и везан за пређашњу причу о ПВ технологији јесте Photovoltaic Performance: Simple где се описује једноставни модел који може бити коришћен у раној фази анализе дизајна. У овом моделу корисник има директан приступ ефикасности по површинама и може управљати претварањем сунчевог зрачења у електричну енергију. Комплетан геометријски модел сунчевог зрачења се користи, укључујући и сенке и рефлексије, како би се утврдило учинак соларних ресурса.

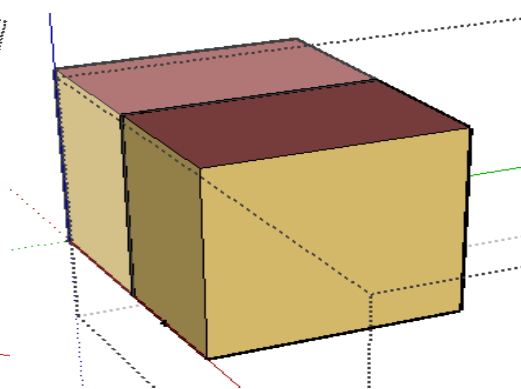
5.3 Физички модел објекта

Пре него што се започне са радом у програму EnergyPlus потребно је дефинисати геометрију објекта помоћу програма Google sketch up. Тај поступак ће бити описан у наредном одељку.

За добијање геометрије потребно је моделирати објекат који се симулира и exportovati га у IDF file који Energy Plus препознаје. Само моделирање објекта се обавља у Google sketch up-у коришћењем једноставних алата, а веза између ова два програма је Open Studio (Plug in) који је неопходно инсталирати. Свака просторија објекта се моделира засебно са тим што се води рачуна да се геометрије заједничких површина поклапају међусобно. Такође треба водити рачуна и о распореду унутрашњих отвора и њиховом међусобном поклапању.



Слика 6 Модел зоне



Слика 7 Модел зоне са заједничком површином

Завршни рад

Након израде свих просторија и крова као завршног дела, потребно је изменити имена свих површина које ограничавају просторију, ради лакшег даљег руковања истим. На крају се фајл снима односно експортије у IDF формат. Тако добијен IDf фајл олакшава рад у EnergyPlus-у јер би геометрија објекта морала да се уноси укупцавањем координата свих зона објекта директно у програм, док се у овом случају добија аутоматски.

6. Термички описи објекта

Како би се симулирали реални услови термичког оптерећења објекта и спровео што тачнији и прецизнији прорачун истог, употребили би наравно софтвер EnergyPlus. Овај програм као што је поменуто представља веома користан алат за моделирање енергетско-еколошког понашања објекта којим је могуће приближити реалне услове коришћења објекта од стране људи и реалне услове термичког оптерећења објекта, дефинисањем комплексних распореда грејања и хлађења, коришћења или рада осветљења, унутрашњих уређаја или система као и присутности људи у згради. Утицај сунчевог зрачења, осенчења од стране околних објекта или инфилтрације и вентилације је такође могуће, посредством овог софтвера узети у обзир.

Све просторије које су обухваћене анализом се греју и то су на пример дневна соба, спаваћа соба, предсобље и купатило. Присуство људи, рад електричних уређаја мале снаге и осветљења, као унутрашњих топлотних добитака су дефинисани распоредима. Потребна количина топлоте за грејање једне зграде Q_H представља карактеристику зграде и служи као основ за прорачун постројења за грејање. Израчунава се као збир тзв. трансмисионих губитака Q_T и вентилационе Q_V количине топлоте:

$$Q_H = Q_T + Q_V$$

Трансмисиони губици топлоте Q_o настају у одређеној просторији пролазом (трансмисијом) топлоте кроз површине које омеђују и раздвајају просторију од простора који имају другу вредност температуре. При прорачуну полази се од претпоставке да се просторија за коју се врши прорачун, налази у стационарном стању, односно да су све меродавне величине устале. Зато се за прорачун губитака топлоте користе закони за пренос топлоте у стационарним условима.

Они се одређују преко обрасца за једнодимензионалан пролаз топлоте, за сваку површину посебно:

$$Q_o = \sum_{i=1}^n k_i \cdot F_i \cdot (t_u - t_i) \quad (1)$$

где је:

Q_o - количина топлоте коју просторија трансмисијом губи кроз одређену површину

(зидови, прозори, врата, под, таваница) (W)

k_i - коефицијент пролаза топлоте кроз површину "i" (W/m² K)

F_i - површина (зида, прозора, врата, пода, таванице) кроз коју пролази топлота (m^2),

t_u - унутрашња пројектна температура ($^{\circ}C$)

t_i - спољна пројектна температура ($t_i = t_s$.) ако посматрана површина раздваја

просторију од спољне средине или температура суседне просторије, ако површина

раздваја две просторије ($^{\circ}C$).

Коефицијент пролаза топлоте треба да је познат за сваки грађевински елемент кроз који постоји размена топлоте. Рачуна се преко општег израза:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_s} + \frac{1}{\lambda_i}} \quad (2)$$

α_u - коефицијент прелаза топлоте са унутрашње стране посматране површине, ($W/m^2 K$)

δ_i – дебљина једног слоја зида "i" (m)

λ_i - коефицијент провођења топлоте за посматрани слој зида "i" ($W/m^2 K/m$)

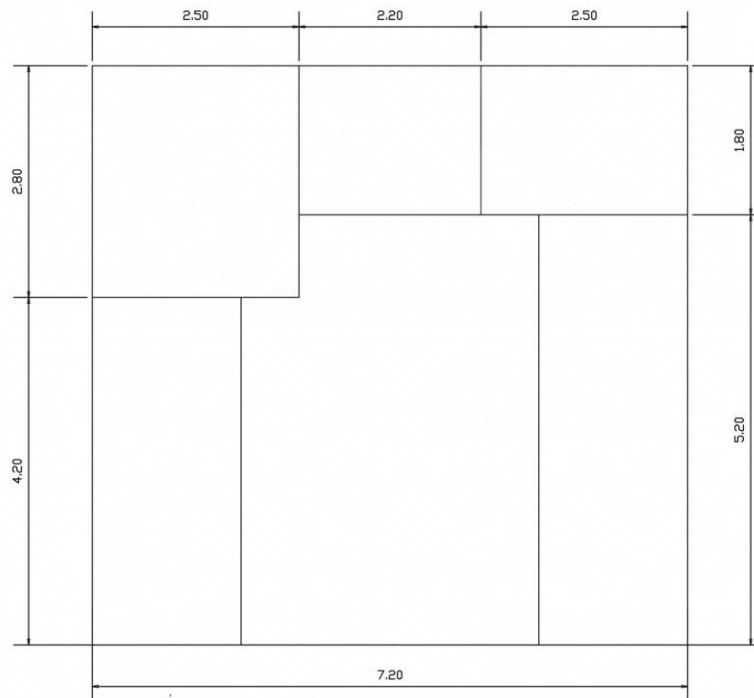
$1/\lambda_i$ - ако се један од слојева у зиду састоји од ваздуха, онда нема само провођења топлоте као код чврстог слоја, постоје и конвекција и зрачење.

У обрасцу $1/\lambda_i$ представља отпор пролазу топлоте кроз ваздушни слој ($m^2 K/W$)

α_s - коефицијент прелаза топлоте са спољне стране посматране површине ($W/m^2 K$) (9)

7. Симулација реалних услова термичког оптерећења

Како би се симулирали реални услови термичког оптерећења објекта и спровео што тачнији и прецизнији прорачун истог, употребљен је софтвер Енерџи Плус верзија 6.0. Као што је и наведено овај програм представља веома користан алат за моделирање енергетско-еколошког понашања објекта којим је могуће приближити реалне услове коришћења објекта од стране људи и реалне услове термичког оптерећења објекта... Објекат је породична стамбена кућа површине 50.40m^2 намењена за становање једне породице од 4 члана. Објекат се састоји из четири просторије: дневна соба ($34,4\text{m}^2$), спаваћа соба (7m^2), купатило ($4,5\text{m}^2$) и предсобља ($3,96\text{m}^2$). Димензије основе објекта су $7,2\text{m} \times 7,0\text{m}$, а максимална висина објекта је 3m . Унутрашња врата за три просторије (дневна соба, купатило и спаваћа соба) су од пуног дрвета дебљине 25mm . Спољашња врата су направљена од два слоја, спољашњи слој је од метала, а унутрашњи је од пресоване иверице. Прозори су направљени од дуплог стакла дебљине од по 3mm између кога се налази ваздушни јастук од 13mm . Унутрашњи под се састоји из више слојева. Први слој се састоји од 100mm лаког бетона. Други слој се састоји од танког слоја стиропора. Преко стиропора се прави танак слој бетона за кога се везују плочице односно паркет. Унутрашњи, преградни зидови су направљени од цигле дебљине 10cm и обострано нанетог слоја кречног малтера од 2cm . Спољашњи зидови су такође направљени од истог материјала с тим што су анализирани случајеви са 5cm и 10cm изолације стиропором. Димензије просторија дате су у табели 1 а карактеристике зидова у табели 2.



Слика 8. Димензије објекта

Завршни рад

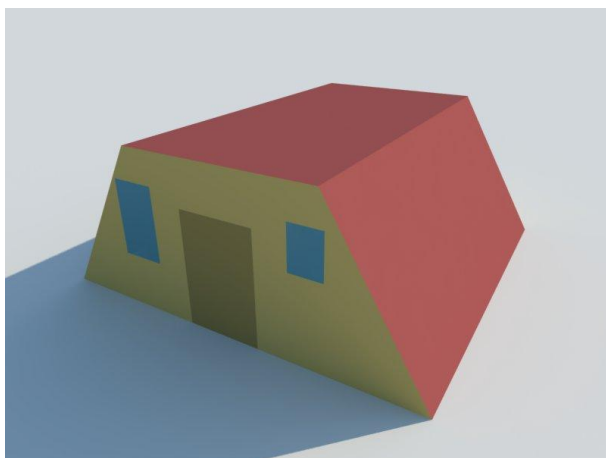
ИМЕ	ОЗНАКА	ПОВРШИНА [m ²]	ЗАПРЕМИНА [m ³]
ДНЕВНА СОБА	ДС (DS)	34.94	79.44
СПАВАЋА СОБА	СП (SP)	7.00	13.44
КУПАТИЛО	КУП (KUP)	4.50	8.64
ПРЕДСОБЉЕ	ПРЕД (PRED)	3.96	11.88

Табела 1. Површине и запремине зона

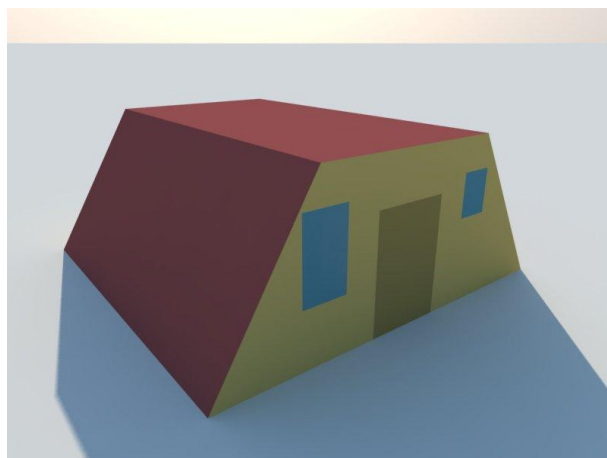
ИМЕ	ОЗНАКА	МАТЕРИЈАЛ СЛОЈА	ДЕБЉИНА СЛОЈА [m]	ГУСТИНА [kg/m ³]	ТОПЛОТНА ПРОВОД. [W/mK]	Сп. Топлота [J/kgK]
СПОЉНИ ЗИД	ЗС (ZS)	Кречни малтер	0,02	800	1,73	700
		Цигла	0,1	1920	0,72	835
		Стиропор 5cm	0,05	15	0,35	1210
		Стиропор 10cm(тврди, пресовани)	0,1	25	0,35	1210
		Кречни малтер	0,02	800	1,73	700
УНУТРАШЊИ ЗИД	ЗУ (ZU)	Кречни малтер	0,02	800	1,73	700
		Цигла	0,1	1920	0,72	835
		Кречни малтер	0,02	800	1,73	700

Табела 2. Материјали и њихове карактеристике

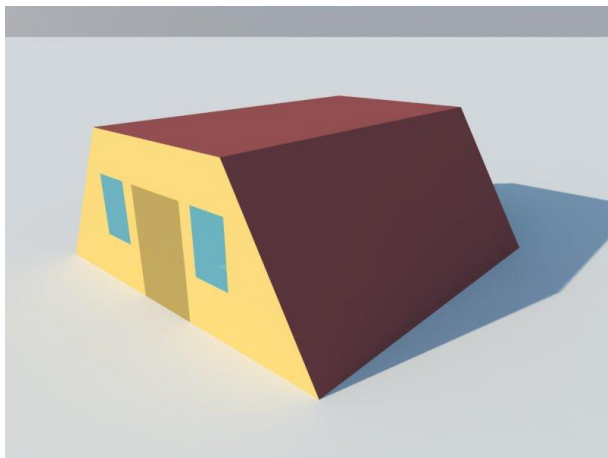
Изглед објекта дат је из неколико углова на сликама



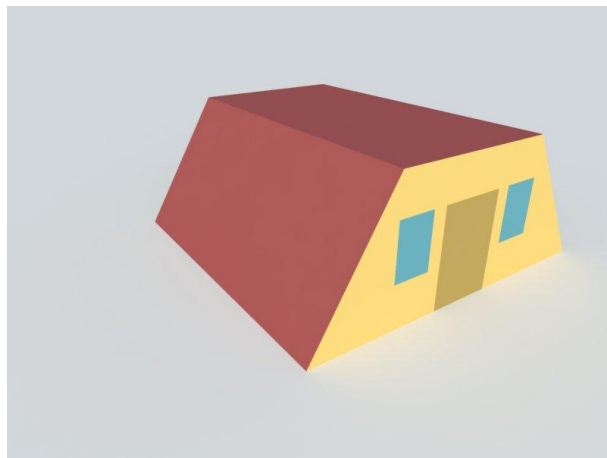
Сл. 9 Поглед на објекат са северо-западне стране



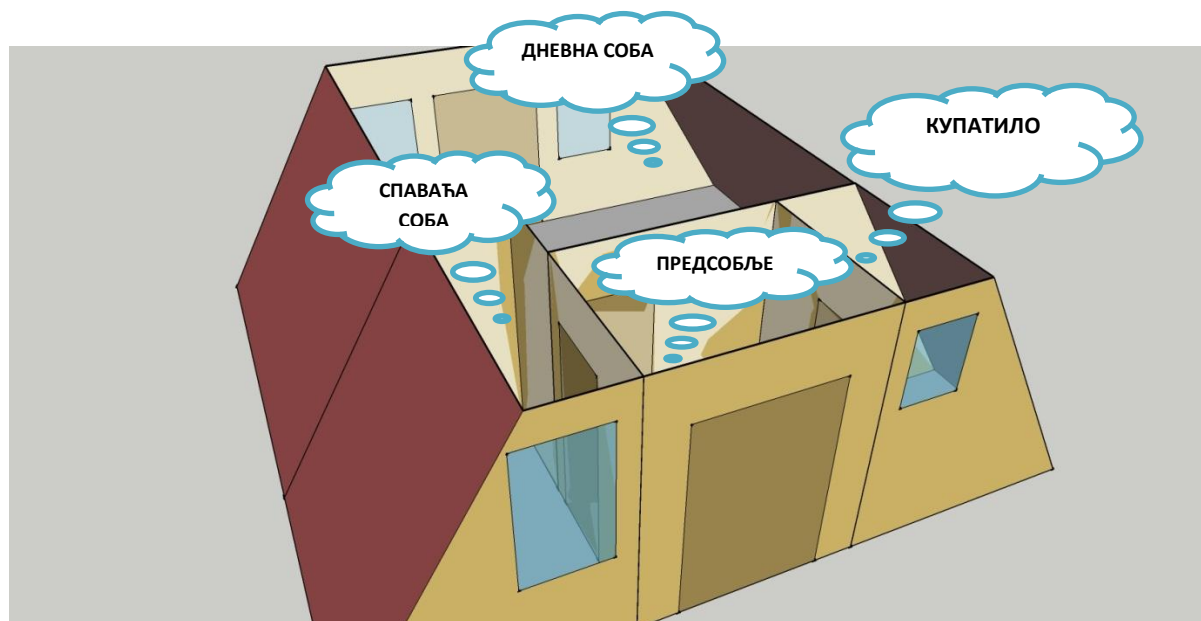
Сл. 10 Поглед на објекат са северо-источне стране



Сл. 11 Поглед на објекат са са југо-источне стране



Сл. 12 Поглед на објекат са са југо-западне стране



Слика 13. Равански пресек објекта

Све просторије које су обухваћене анализом се греју и то су: дневна соба, спаваћа соба, предсобље и купатило. Присуство људи, рад електричних уређаја мале снаге и осветљења, као унутрашњих топлотних добитака су дефинисани распоредима приказаним у Табелама 3 и 4.

	Дневна соба	Спаваћа соба	Остале просторије
09:00 – 15:00 h	0	0	1
15:00 – 21:00 h	4	0	1
21:00 – 09:00 h	2	2	0

Табела 3. Распоред присуства људи у анализираној стамбеном објекту

	Снага коришћеног осветљења (W)	Снага рада ел.уређаја (W)
Дневна соба	120.00	500
Спаваћа соба	75.00	200
Купатило	60.00	500
предсобље	60.00	0

Табела 4. Распоред снаге коришћеног осветљења и рада електричних уређаја мале снаге у W у анализираном стамбеном објекту.

Унутрашње пројектне температуре просторија које се кондиционирају и претпостављена инфилтрација у истим су приказане у Табели 5. Инфилтрација је неконтролисано пролажење тј. цурење спољног ваздуха у посматрани објект и изражава се у ”**ach**” (енг. Air Changes per Hour).

Унутрашње пројектне температуре просторија у °C			Инфилтрација ach ⁻¹
Просторије	Грејање		
Дневна соба	do 07:00	12	0.49
	do 20:00	20	
	do 24:00	20	
Спаваћа соба	do 07:00	15	0.49
	do 20:00	20	
	do 24:00	18	
Купатило	do 07:00	5	0.49
	do 21:00	22	
	do 24:00	15	
Ходник	do 07:00	10	0.49
	do 21:00	18	
	do 24:00	15	

Табела 5. Вредности инфилтрације у просторијама анализираног стембеног објекта

Период рада система грејања и хлађења је везан за период грејања од 15.10 – 15.04, односно за период хлађења од 15.04 – 15.10. током радних дана у временском интервалу од 09:00 – 17:00 h у току године. Вредност временског корака при симулацији је 15 минута.

7.1 Резултати

Спољни зидови	Унутрашњи зидови
Кречни малтер	Кречни малтер
Цигла	Цигла
Стиропор 5cm	Кречни малтер
Кречни малтер	

Табела 6. Изоловани зид, стиропор 5cm

Спољни зид	Унутрашњи
Кречни малтер	Кречни малтер
Цигла	Цигла
Стиропор 10cm	Кречни малтер
Кречни малтер	

Табела 7. Изоловани зид, стиропор 10cm

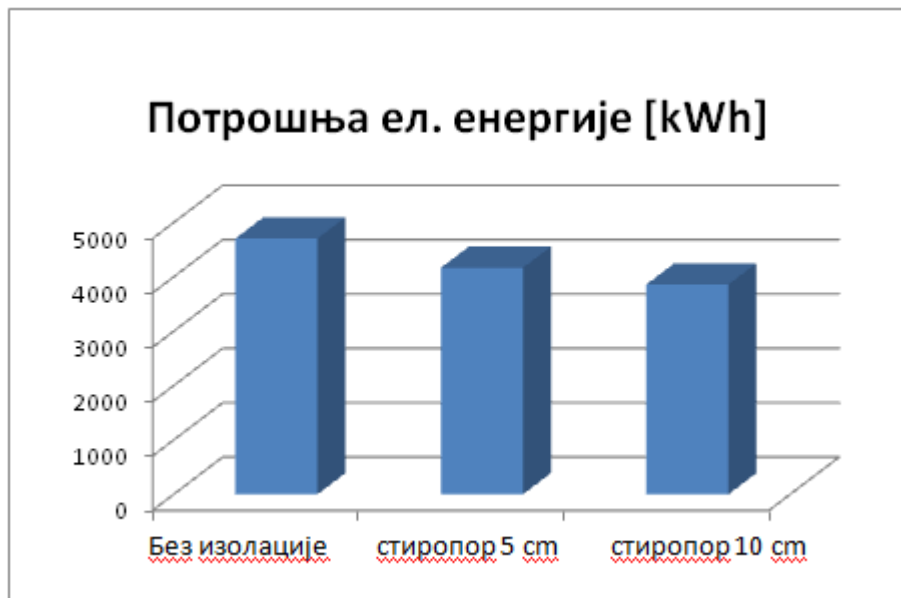


График 3. Количина утрошене ел. енергије за грејање објекта

На графику 3 приказано је поређење утрoшка електричне енергије за грејање објекта, када је објекат одрађен без изолације, са изолацијом стиропора од 5cm и стиропора од 10cm. Можемо

Завршни рад

приметити да се утрошак електричне енергије за грејање умањује додавањем изолације од 5 и 10cm. За грејање објекта без изолације употребљено је 4704,99 kWh, док за грејање објекта са изолацијом од стиропора дебљине 5cm смо утрошили 4165,33 kWh. Повећањем дебљине изолације на 10cm стиропора утрошак електричне енергије се додатно умањио и сада износи 3858,79 kWh. Након анализирања и на основу приказаних коначних резултата може се закључити да се изоловањем објекта добијају знатно боље карактеристике омотача у смислу мањег коефицијента пролаза топлоте па самим тим и мањим губицима. На основу тога добијена је највећа уштеда потрошене топлотне енергије код случаја са изолацијом од 10cm стиропора. Осим уштеде енергије добијено је и на побољшаној температурној угодности јер су температуре изолованог објекта константније у односу на неизолован.

8. Фид ин (енг. Feed-in) тарифа и примери

8.1 Фид-ин тарифа

Влада Србије усвојила је, 20. новембра 2009 године, Уредбу о подстицању производње струје из обновљивих извора енергије. Како се наводи у саопштењу Министарства енергетике Србије, та уредба би требало да допринесе да производња струје добијене из обновљивих извора годишње у 2012. буде већа за 7,4 одсто, односно 735 милиона киловат часова, него у 2007. Уредбом су одређене гарантоване откупне цене (такозване фид-ин тарифе) за сву струју произведену у малим хидроелектранама, постројењима на биомасу, соларну енергију, ветар и биогаз 12 година од почетка производње. Највећа гарантована цена је за струју добијену у соларним електранама и износи 23 евроцента по киловат часу. Уредом се гарантује и цена по киловат часу од 7,8 до 9,7 евроценти за струју произведену у малим хидроелектранам, од 11,4 до 13,6 евроценти за струју из биомасе, за струју из биогаза гарантована цена је од 12 до 16 евроценти, а за струју из ветроелектрана цена је 9,5 евроценти. За струју добијену коришћењем канализационог и депонијског гаса цена је 6,7 евроценти по киловатчасу, струја из геотермалне енергије откупљиваће се по 7,5 евроценти, из електране са комбинованом производњом електричне и топлотне енергије од 7,6 до 10,4 евроцента, а из електране које користе отпад од 8,5 до 9,2 евроцента. Државе преко фид-ин тарифа стимулишу производњу електричне енергије из обновљивих извора енергије, као што су вода, ветар, сунце и биомаса, тиме што се енергетске компаније обавезују да купују струју произведену на тај начин по вишим ценама. Према Предлогу измена Стратегије развоја енергетике Србије до 2012. године, које је припремило Министарство енергетике, циљ је смањење емисије "гасова стаклене баште", смањење увоза фосилних горива, развој локалне индустрије и отварање нових радних места...(10)

Ово може подстаћи и власнике НПЕ зграда ка даљим инвестицијама у постојеће објекте а и лакше опредељење будућих нових власника за улагања у ову сврху.

8.2 Примери Нето позитивних зграда

Постоје разне пројекти и планови који ће водити ка реализацији и унапређењу ПНЕ зграда.

На сликама 14 и 15 могу се видети скице изведби зграда које би требало реализовати у будућности, конкретно скица слике 14 је план ПНЕ дома до реализованог до 2015 године(11) док на слици 15 видимо шта пројектанти узимају у обзир током прављења прототипа. На слици 14 се уочава још један извор обновљиве енергије а то је ветрогенератор.



Слика 14. План куће ЗНЕБ концепта једне Европске фирме (11)



Слика 15. Сlikовити приказ анализе једног ЗНЕ дома

Постоји доста примера већ реализованих пројеката НП зграда широм света које су добар показатељ могућности остварљивости ове идеје.

Зграда бироа у Меудону, Француска(7)

У пројекту тзв. зелене зграде у овом предграђу Париза потрошња енергије је стриктно редукована биоклиматским дизајном зграде и природним вентилационим системом високих перформанси. Зграда има северно-јужну оријентацију; спољним зидовима је повећана изолација а има дрвену и алуминијумску столарију провереног квалитета и даљински контролисане вентилаторе за природну вентлацију; летњи простор зграде је на 13.5 метара дубине гледајући од врха зграде чиме се лакше постижу природна вентилација, осветљење и циркулација ваздуха помоћу вентилатора који треба да повећавају термички комфор а моторизоване екстерне ролетне добру заштиту од Сунца. Осветљење је пројектовано да буде у складу са штедњом а да истовремено буде на траженом нивоу тако да је контрола расвете оптимизирана и редукује потрошњу аутоматским искључењем светла када су канцеларије празне.



Слика 16. Меудон биро Париз, Француска

Ова зграда редукује енергетску потрошњу за 60% у односу на стандардну зграду конструисану по РТ 2005 термо-регулацији и 30% у односу на најефикаснију енергетску зграду данас. Више од 5000 квадратних метара панела производе енергију за зграду који су инсталирани и на зидовима и на крововима складишта аутомобила на паркину. Зграда такође користи и биомасу за снабдевање грејног система топлотном енергијом у комбинацији са дрветом и нафтом. Специјална пажња је посвећена емитовању угљеника и током изградње.(6)

9. Закључак

Базиран на прегледима разних литература овај рад проналази и приказује сет параметара који би требали бити узети у обзир и елаборирани пре почетка реализације. Оно што није приказано у овом раду су системи мерења. Концепт Нето Енергетских зграда због свега приказаног може постати главни чиниоц пројеката који се тичу изградње нових стамбених објеката чија ће се сврха оправдати како због добро утицаја на околину и задовољавање еколошких стандарда, тако и због саме исплативости.

Један од основних приоритета јесте рационална употреба квалитетних енергената и повећање енергетске ефикасности у производњи, дистрибуцији и коришћењу енергије код крајњих корисника енергетских услуга. Рационална употреба је значајана пре свега због усклађивања производње енергије са реалним потребама сектора потрошње енергије али и са аспекта смањења утицаја сектора енергетике на животну средину, повољног утицаја на ефикасност привреде, стандард грађана и смањење увозне зависности. Повећање енергетске ефикасности је као приоритет препознат и у оквиру стратегије којом се уређује привредни развој Републике Србије до 2012 године и у Националном програму заштите животне средине.(1)

10. Литература

- (1) Зоран Живковић; Енергетска ефикасност карактеристике и значај/ књига Предлог мера за финансирање енергетске ефикасности у зградарству у Србији/стр.5-12
- (2) Renewable energy/A feasibility study of a zero energy home in Newfoundland/M.T.Iqbal /str.286/pristup 01.09.2012
- (3) Positive net energy buildings: simulations and optimization Milorad Bojić, Jasmina Skerlić
- (4) The assessment process; Net positive energy homes, Maximizing performance using advanced software tools
- (5) Aleksandra Momčilović Seminarski rad
- (6) Positive-net energy buildings: worldwide examples Milorad Bojić[&], JasnaRadulović, Vesna Ranković, Novak Nikolić, Alexandre Patou Parved
- (6) Criteria of definition of zero Net energy buildingsand energy rids/page 3/pristup07.082012
- (7) Net positive energy homes: Maximizing performance using advanced software tools/pristup06.07.2012
- (8) Фотонапонски панели.Соларна технологија.цом./прорачун фотонапона/приступ 25.09.2012
- (9) Б.Тодоровић. Пројектовање постројења за централно грејање, Машински факултет у Београду, Београд, 2005 стр. 87-88
- (10) Фид – ин тарифа. Наслови Нет/приступ 20.05.2012
- (11) GE: Smart grid yields net-zero energy home приступљено 26.09.2012