

**Факултет инжењерских наука
Универзитет у Крагујевцу**



Назив студиског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Пренос топлоте и масе

Број индекса: 45/2016

Аладин Е. Салиховић

Поређење софтвера за прорачун топлотних захтева објекта
Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Небојша Лукић – ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Резиме

У овом раду ће бити објашњено функционисање просечног грејног система, и прорачун топлотних губитака у три различита софтвера са три различита стандарда. Циљ рада је да се провери разлика између најчешће коришћених начина прорачуна топлотних губитака са три најчешће коришћена стандарда, да ли је релевантна разлика и нацин коришћења софтвера за топлотне губитке.

ABSTRACT

This paper will explain the functioning of the average heating system and the calculation of heat losses in three different software with three different standards. The aim of the paper is to check the difference between the most commonly used heat loss calculation methods with the three most commonly used standards, what is the difference and how the heat loss software is used is relevant.

Ментор:

Проф. др Небојша Лукић,
Редовни професор

Садржај

1 Увод	5
1.1 Метаболизам	6
1.2 Унутрашња телесна температура	6
1.3 Термички параметри средине	7
2. Грејање.....	7
2.1 Сврха грејања.....	7
2.2 Системи грејања	8
2.2.1 Централно грејање	9
2.2.2 Топловодно грејање.....	9
2.2.3 Пумпно топлобофно грејање	10
2.2.4 Двоцевни систем	10
3 Грејевниска физика за грађевинску топлотну заштиту	11
3.1 Омотач зграде.....	11
3.2 Пренос топлоте кроз зидове	11
3.3 Губици топлоте кроз прозоре.....	13
3.4 Термичка изолација зидова	14
4 Унутрашња пројектна температура	15
4.1 Температура негрејаних просторија.....	15
5 Софтвери.....	16
5.1 GoogleSketchUp.....	16
5.2 EnergyPlus	17
5.3 ASHRAE.....	20
5.4 Din4701	22
5.5 Excel (Din4701).....	24
5.6 Hanibalsoft	26
5.7 EN12831	32
6 Опис анализираног објекта.....	41
6.1 Грађевниска физика анализираног објекта	41
6.2 Локација станбене куће	43
7 Резултати прорачуна	44
7.1 Резултати Energyplus(ASHRAE).....	44
7.2 Резултати Excel(Din4701).....	44
7.3 Резултати HanibalSoft(EN12831)	45
8 Закључак	46
9 Литература.....	47

1 Увод

Климатски услови на Земљи су одувек утицали на цео живи свет, па тако и на еволуцију човека.Подстакнут урођеним нагоном за преживљавање, неандерталац почиње да мења И пролагођава своју животну околину.Да би преживео он се склања у пећину, прекрива тело животињском кожом, а ватра коју открива постаје основно оруђе у борби за живот.

Напретком технике, човек данашњице је у могућности да оствари климатске услове у просторијама у којима живи и ради, који ће за њега бити најпријатнији.остваривањем ових климатских услова тзв. Термичких услова угодности испуниће се основни критеријум за пријатан броавак човека у одређеном простору, односно његова термичка угодност.

Основни разлог постојања герјне и климатизационе технике, као и целикупне индустрије која се тиме бави је остваривање термичке угодности људи у просторијама у којима живе и раде.Жашто је људима неопходно да обезбеде термичку угодности? Човек је топлокрвно биће, са својством одржавања приближно константне телесне температуре при различитим термичким условима околине као и при различитим активностима.Механизмом преноса топлоте између човека и околине успоставља се термичка равнотежа тела.Опсег термичког параметра околине при којима се човек најпријатније осећа у датом простору представља област термичке угодности.Ван ове области, и поред успостављене термичке равнотеже човек се не осеца угодно.

Према ASHRAE(Америчка асоцијација за грејање, хлађење и климатизацију) термички услови угодности одређене особе су дефинисани као "оно стање свести које изражава задовољство термичким стањем околине".Јасно је да сваки човек има субјективну процену угодности за различите нивое акривности, што отежава посао инжењера чији пројекти треба да омогуће стварање услова који че бити прихватљиви и задовољавајући за већи број људи.

Обзиром да је основни циљ грејања и климатизације постизање термичке равнотеже тела у области угодности, неопходно је упознати процесе преноса топлоте који се одвијају измедју човека и околине, као и процесе унутар цовековог тела проузроковане термичким дејством околине.

Међу обиљем порука које непрекидно пристижу у мозак , налазе се и оне које показују квалитативне промене термичког стања човекове околине.Обзиром да кожа представља јединствен омотач човекове органске унутрашњости, да би пдређени спољни наддражај у виду термичке промене стања околине уопште стизали до мозга неопходно је да дејствује на кожу.Нервни систем прима наддражај, преноси га до мозга и доводи до реакције.Надражај примају сензорни рецептори који се налазе у кожи и који се могу поделити на механо-рецепторе и термо-рецепторе, региструјући одговарајућу врсту физицког наддражаја.Човек чулни систем врши изб ор наддражаја, прима исти преко рецептора који га трансформишу од улазног сигнала у серију нервних импулса који се преносе корз нервни систем.Када стигне до мозга, нервни умпулс који има својства

електричног импулса, као својеврсна улазна информација о надражају, бива обрађен. Обрађене информације прослеђују се у хипоталамусу, центру у мозгу који осим што представља основни регулатор телесне температуре регулише и осећај глади, жеђи, и подешава активност хипофизе, као и рад других жлезда. Након обраде информација, опет путем мреже неурона, јавља се одговор на надражај околине у виду одговарајуће реакције.

Поред физиолошке компоненте, реакција организма одређена је и психолошким као и повратним дејством. Психолошка компонента формира се на основу менталног стања особе, предходних искустава са одређеним надражајем, врстом активности којом се особа тренутно бави. Повратна компонента није увек неопходна за одређивање реакције организма. Она може бити последица краткотрајне или дуготрајне адаптације организма на одређени надражај климатизације.

1.1 Метаболизам

Део енергије добијен матаболизмом користи се за обављање физичких активности, за функционисање различитих унутрашњих органа, а део се трансформише у топлоту. Унутрашња продукција топлоте треба да је увек у термичкој равнотежи са околином стабилизујући и одржавајући телесну температуру константном.

Реакција метаболизма на одређене топле или хладне услове околине манифестују се општим порастом или снижењем нивоа метаболизма у односу на онај који има у области угодност. За хладне услове околине карактеристична је појава секундарне реакције високо фреквентне мишићне контракције у виду дрхтаја. Реакција дрхтаја и мишићна тензија допуњују потребу за топлотом, која се јавља када је одавање топлоте упркос свођења на најмању могућу меру, још увек веће од телесне продукције топлоте. Обзиром да човечије тело путем метаболизма ствара топлотну енергију, одржавање константне телесне температуре мора се регулисати како у односу на термичке промене околине тако и у односу на термичке метаболичке промене.

1.2 Унутрашња телесна температура

Унутрашња телесна температура представља реакцију тела на топлотно оптерећење метаболичког порекла. Телесна температура је одређена нивоом топлотне метаболичке продукције и преносом топлоте од телесног језгра ка кожи и са коже у околину. Нормална телесна температура у мировању и за угодне услове околине је рекативно константна, и креће се у уским границама од 36,1°C до 37,4°C. Оба температура осим што зависи од метаболизма и већ наведених утицаја, варира и дневно, достижући минимум у раним јутарњим часовима, а максимум у касним вечерњим часовима.

1.3 Термички параметри средине

Промена у термичком стању околине доводи до нарушавања термичке равнотеже човека. Покренуће се терморегулациони механизам, манифестоваће се различите реакције а њихов обим, условљен променљивим термички параметрима околине, одредиће величину и начин преноса топлоте између човека и околине. Фактори угодности који дефинишу термичке услове средине, а чијом променом се нарушава термичка равнотежа су: температура ваздуха по сувом термометру, средња температура зрачења, температура која окружује човека, релативна влажност ваздуха, брзина струјања ваздуха.

Уз ове спољне факторе на успостављање термичке равнотеже и осецај термичке угодности утичу и неки лични фактори као што су: степен одевености, пол, старост, здрављствено и метално стање, степен физичке активности, телесна грађа, врста хране, дневни радни ритам итд... При анализи термичке угодности човека од личних фактора углавном се разматрају степен активности и степен одевености.

И ако човек не реагује подједнако на све факторе угодности треба имати у виду да је немогуће посматрати утицај само једног, већ да се мора посматрати истовремени утицај више фактора на угодност човека. Обзиром на топлотну анализу утицаја појединих фактора угодност-температуре, релативне влажности и брзине струјања ваздуха биће изведене према доминацији утицаја

2. Грејање

2.1 Сврха грејања

Сврха грејања је да загреје просторију у којој се зими борави. Тачније речено, задатак грејања се састоји у томе да се губитак топлоте људског тела регулише загревањем околине тако да настане топлотна равнотежа између човечијег тела и његове околине и да се човек топлотно-физиолошки угодно осећа.

Фактори који утичу на угодност, осим одеће и активности, нарочито су температура ваздуха, средња температура зида, влажност ваздуха, кретање ваздуха и чистоћа ваздуха. Грејање има утицај само на два од ових фактора, на температуру ваздуха и средњу температуру зида, тако да ова два фактора дефинишу заједнички појам осенте температуре. Остали фактори се могу регулисати само помоћу клима-уређаја који могу да се назову најсавршенијим техничким средствима за постизање угодне и здраве климе у просторијама.

Око 40% примарне енергије користи се за собно грејање делимично са минималним степеном корисности. Сазнање да су извори енергије ограничени и да потрошња доводи до загађења околине намеће чињеницу да уштеда енергије добија све већи значај у грејној техници. Тренутни развој грејне технике карактерише се тиме што се и циљу смањења потрошње енергије уводе бројне методе и мере, од којих неке имају дугорочни карактер и односе се на грађевинска и техничка решења. Осим тога, што се тиче сагоревања, постигнут је велики напредак у погледу загађења околине чему су допринели и прописи.

Системи грејања морају да испуњавају захтеве:

1. Осетна температура у загрејаној просторији треба да буде, по могућности верикално и хоризонтално равномерна и то око 20°C до 22°C. При томе се успоставља трајна температура између телесне топлоте, настале услед сагоревања хране и активности мишића, и одавања топлоте околини.

2. Грејање треба да буде подешавајуће, тј. Да осетна температура може да се измери у извесним границама и то према жељи појединаца. Регулација при томе треба да буде по могућству што мање интерна, тј. да буде брза нарочито би требало да се просторија сто пре загреје.

3. Ваздух у просторији не би требало да се погоршава услед грејања, нарочито не треба да дође до појаве прашине, штетних гасова и испаравања, а такође не треба да се појаве шумови који изазивају сметње, као ни рпомаја. Грејна тела треба лако да се чисте и да имају естетски изглед.

4. Грејање које је потребно истовремено за загревање ради угодности (квалитет ваздуха) и загревање спољњег ваздуха (топлота због инфилтрације) треба да буде без сметњи с'обзиром на струјање ваздуха и стварање промаје.

5. Грејање би требало да нуде јефтино у испоруци и уграђивању опреме као и погону. Нарочито погон које су регулисане прописима. У то спада и израда димњака.

Још не постоји грејање које би могло да задовољи све наведене захтеве. Сва данашња грејања, почево од прастаре камиснке ватре до савременог подног грејање, имају своје предности и недостатке. Која ће се врста грејања одабрати у појединим случајевима, зависи од многих фактора које треба узети у обзир, нпр. Врста грађевинског објекта, век коришћења, број особа и њихова одећа, врсте горива, загађења околине као и трошкови постројења и погона итд.

2.2 Системи грејања

Код индивидуалног грејања се само ложиште налази у просторији коа се греје.

Централна грејања постоје за све просторије једног објекта, са само једним ложиштем-грејним котлом, често у подруму зграде, док се у појединачним просторијама могу поставити грејне површине различитих врста. Може да се користи и један уређај по стану за производњу топлоте као етажно грејање.

Даљинско грејање, коначно користи само једну топлану за једну или више група зграда, за цео стамбени блок или чак део града.

Осим тога постоје још специјални системи, нарочито за коришћење регенеративне енергије, као што су грејање топлотним пумпама, грејање сунчевом енергијом и другим врстама алтернативне енергије.

Тренутно најчешће уграђивани систем за грејање је централно грејање, тачније топоводно пумпно двоцено централно грејање.

2.2.1 Централно грејање

Централно грејање се карактерише тиме што за просторије које треба грејати постоји само једно место за ложење, често у подруму, а топлота која се ту развија разводи се у поједине просторије посредством носиоца топлоте. Као носиоци топлоте користе се вода, пара или ваздух, тако да се централно грејање дели на топоводно парно и ваздушно.

Предности су:

- Смањен број ложишта и димњака
- Смањено загађивање околине
- Нема преношења горива и пепела у становима
- Велика економичност искоришћења горива
- Потребно мало места за грејна тела
- Мало посла на осплуживању

Недостатци су:

- Потребно мерење за расподелу трошкова грејања већег броја станова
- Већи трошкови за уградњу
- Губици енергије при дистрибуцији топлоте

2.2.2 Топловодно грејање

Топловодно грејање ради са топлом водом до максималне температуре од 110°C као носиоцем топлоте. Вода која се загрева у котловима, кроз цене водове доводи у грејна тела, хлади се одавањем топлоте и враћа поново у котлова, одакле кружним ток почиње изнова.

Предности су:

- Једноставност при руковању
- Велика погонска сигурност
- Благо и пријатно загревање услед ниских површинских температура грејних тела
- Централно регулисање променом температуре воде
- Минимална корозија и зато дуг век

Недостатци су:

- Већа инертност и зато је потребно дуже време за загревање
- Опасност од замрзавања и то само када не ради

2.2.3 Пумпно топоводно грејање

Циркулација воде постиже се помоћу пумпе.

Предности:

- Брже загревање и мања инертност
- Боље централно и локално регулисање
- Лако мешање разводне и повратне воде
- Јефтнија цевна мрежа због мањих пречника
- Мањи губици топлоте услед мањих цеви
- Мања зависност од начина постављања цевовода

Недостаци су:

- Скупље одржавање
- Зависност од снабдевања електричном енергијом
- Већи шпгпнски трошкови

2.2.4 Двоцевни систем

То је најчешће систем развођења топлоте до потрошача. Свако грејно тело је прикључено на одвојени разводни и повратни вод и добија воду приближно исте температуре из разводног вода. Регулацију се дели на доњи горњи развод грејне воде.

Доњи развод, који је најчешће у примени, разводни и повратни водови постављају се испод таванице подрума. Грејна вода одатле, преко разводних успонских водова струји у грејна тела и затим се преко повратних вертикалних водова враћа у котао. На највишем месту превиђено је централно или локално одзрачивање. Међутим, централно одзрачивање је проблематично.

Предности су:

- Константна температура у грејним телима на свим спратовима
- Мањи пречник доводних и одводних водова
- Лакше регулисање температуре

Недостатци су:

- Већи троскови уградње

3 Грејевниска физика за грађевинску топлотну заштиту

3.1 Омотач зграде

Омотач зграде за задатак има:

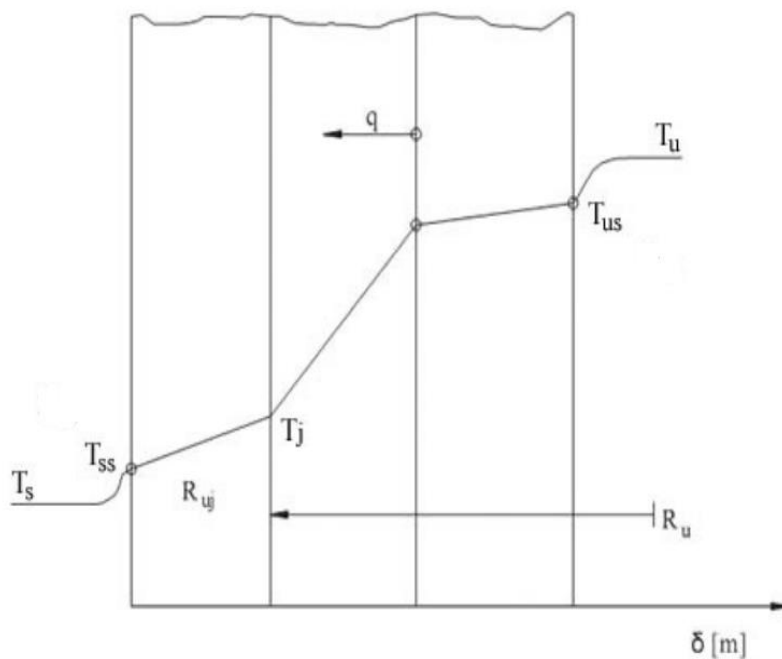
- Да топлотне губитке зграде у хладном годишњем периоду сведе на што мање вредности и тиме истовремено смањи потрошњу енергије односно емисију штетних материја
- Да створи услове за угодност у згради
- Да заштити грађевинску конструкцију од оштећења

Под омотачом зграде подразумевају се сви гранични елементи који одвајају грађевински објект од спољне околине и земљишта на коме је подигнут: фасадни зидови са вратима и прозорима, кровна конструкција као и основа зграде на којој она лежи на тлу. Омотач треба да омогућава приступ природне светлости у унутрашњост зграде као и визуелни контакт људима у њој са околином. Стаклене површине тј. Прозори уз све своје преноси поседују много мањи отпор провођењу топлоте у односу на зидове, па са енергетског становишта представљају најслабије елементе сваке фасаде.

3.2 Пренос топлоте кроз зидове

Приликом прорачунавања потребне количине топлоте за грејање усваја се да је спољна температура константа. Ово стога што у зимском периоду варијација спољне температуре у току 24 часа око средње дневне температуре није велика, услед кратког трајања сунчевог зрачења и велике облачности зими. Зато се у условима грејања, када се унутрашње температуре одржавају на одређеној вредности транспорт топлоте кроз зидове и кров.

Транспорт топлоте кроз зид је комбинација спровођења топлоте кроз масу зида, прелаз топлоте са унутрашњег ваздуха на зид као и са друге стране зида на спољни ваздух, тј конвекција-кондукција-конвекција (Слика бр.1). За елементе грађевинских конструкција, пролаз топлоте се пратично одвија у једном правцу, нормално на површину зида. У том случају при стационарним условима пролаз топлоте се рачуна по познатом обрасцу:



Слика бр.1 Пролаз топлоте кроз вишеслојни зид

$$q = k(t_u - t_e) \quad (1)$$

с'обзиром на релацију:

$$R_{uk} = \frac{1}{k} \quad (2)$$

$$q = \frac{t_u - t_e}{R_{uk}}$$

где је коефицијент пролаза топлоте к рачуна се:

$$k = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}} \quad (3)$$

q - специфични топлотни проток $[\frac{W}{m^2}]$

R_{uk} - укупни топлотни отпор вишеслојног зида пролазу топлоте

k - коефицијент пролаза топлоте $[\frac{W}{m^2K}]$

R_{si} - отпор прелазу топлоте са унутрашње стране $[\frac{m^2K}{W}]$

R_{se} - отпор прелазу топлоте са спољне стране $[\frac{m^2K}{W}]$

d - дебљина слоја

λ - коефицијен провођења топлоте слоја

3.3 Губици топлоте кроз прозоре

Губици кроз прозоре су трансмисијски, односно они кроз затворен прозор и вентилацијски, односно они кроз отворен прозор(Слика бр.2).

Постоји много различитих врста прозора, а њихов коефицијент пролаза топлоте се креће од $<0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ код најбољих прозора са троструким стаклима испуњених инертним гасовима, па све до $5,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, код старих прозора са једноструким стаклом.

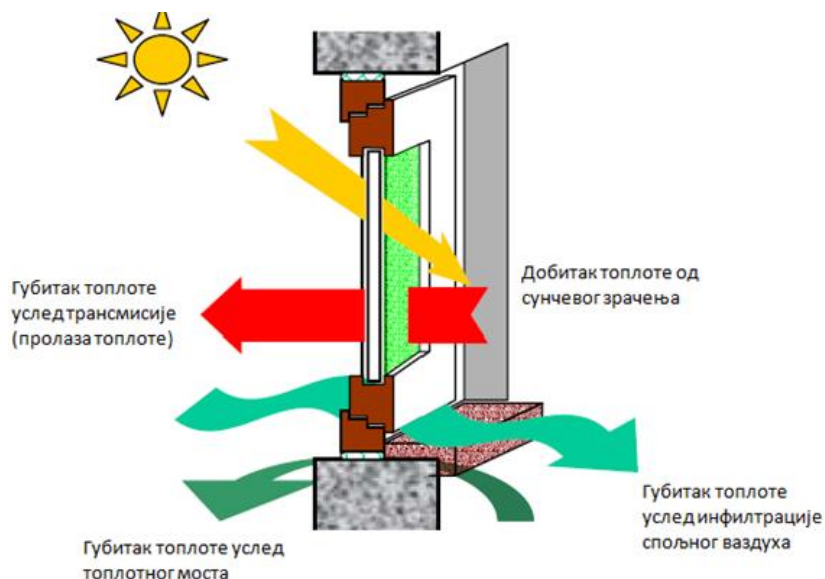
Основне функције прозора су обезбеђивање:

- дневне светлости у објекту,
- вентилације,
- визуелног контакта са спољашњом средином,
- смањења губитака топлоте,
- заштите унутрашњости објекта од спољашњих непогодних утицаја.

Основна карактеристика која дефинише енергетске перформансе прозора је коефицијент пролаза топлоте, који зависи од врсте и дебљине стакла, материјала оквира и рама.

Користе се следеће стратегије за побољшање енергетске ефикасности прозора:

- више стаклених панела (два или три),
- пуњење инертним гасовима,
- нискоемисиони слојеви.

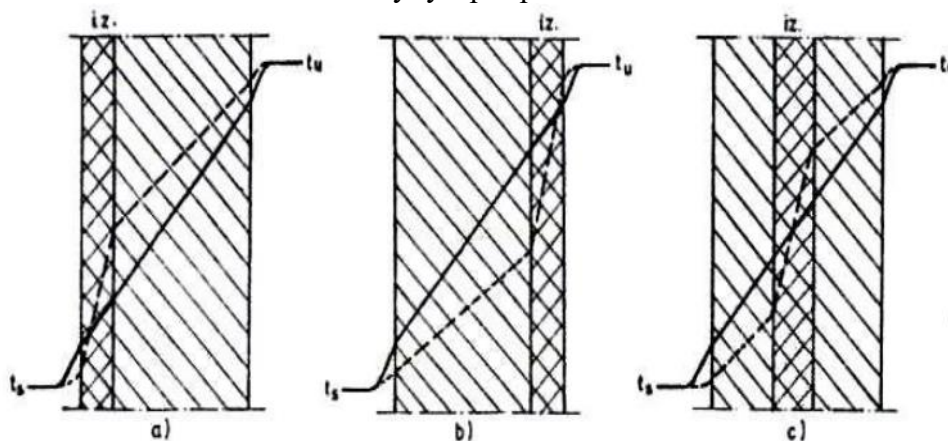


Слика бр.2 Приказ губитака кроз прозор

3.4 Термичка изолација зидова

Изолациони слојеви повећавају отпор провођењу топлоте кроз зидове па се смањује пролаз топлоте кроз њихову конструкцију, што доприноси мањој потребној количини топлоте за грејање.

Изолациона маса се може уградити са спољне или унутрашње стране зида, или као слој у његовој унутрашњости. Ако је изолација постављена на спољној страни зида, онда су температуре масе зида ниже. Тиме се умањују дилатације елемената фасаде, односно топлота напрезања конструктивних елемената, чиме се спречава појава напрслина у зидовима. У тако постављеној изолацији главна маса зида је концентрисана према унутрашњем простору па се по прекиду грејања акумулирана топлота у њој постепено ослобађа и преноси у просторију, те се дуже одржавају задовољавајуће температуре унутар зграде.



Слика бр.3 Изолација спољног зида

На слици (бр.3) приказана је конструкција једног једнослојног зида без изолације, са уцртаним распоредом температура за неку одређену спољну и унутрашњу температуру. Ако се дода изолација, отпор пролазу топлоте би се повећао па се кроз зид транспортује мања количина топлоте, што је и циљ изолационог слоја. Температурно поље се мења и у таквим условима мање су разлике температура између спољњег ваздуха и спољне површине зида или другим речима, унутрашња површина зида ће имати вишу а спољна нижу температуру у случају постојања изолације. Маса зида према просторији има више температуре, што је предности оваквог постављања изолације која долази до изражаја по прекиду грејања.

На сликама (бр.3 б и ц) приказана су поља температура када је изолациони слој унутрашње стране зида за случај када је постављен у његовој средини.

4 Унутрашња пројектна температура

Температуре које треба одржавати у појединим просторијама зависе од намене просторије и треба их усвајати према доњим препорукама, уколико наручилац не захтева друге вредности.

Назив просторије	°C
Дневна соба, спаваћа соба, кухиња	20
тоалет-посебан	15
Купатило	24
Сушионица веша без проветравања	22
Сушионица веша са проветравањем	18
Хидрофорова постројење	10
Приручна радионица	18
Степениште, остава	Ne greje se

Таб. бр.1

4.1 Температура негрејаних просторија

За израчунавање потребне количине топлоте потребно је познавати температуре у просторијама које нису предвиђене та грејање. За стационарно топлотно стање зграде, ове температуре се могу израчунати на основу топлоног биланса одређеног негрејане просторије. Температура се израчунава по обрасцу:

$$t_x = \frac{\Sigma(k \cdot F)u \cdot t_u + \Sigma(k \cdot F)s \cdot t_s}{\Sigma(k \cdot F)u + \Sigma(k \cdot F)s} \quad (4)$$

$\Sigma(k \cdot F)s$ - сума производа kF за површине које негрејану просторију одвајају од спољњег ваздуха

$\Sigma(k \cdot F)u$ - сума производа kF за површине које негрејану просторију одвајају од унутрашњих просторија

t_u - температура у суседној соби

t_s - спољна пројектна температура

t_x - температура негрејане просторије

5 Софтвери

Софтвери су послаи јако битна компонента у већини пројектантских бироа и истраживачких установа сиром света. Они омогућавају константну тачност и сигурност поготово код младих инжењера, уколико су сви податци унети коректно. Практично су постали неопходни у већини професионалих грана као што су: индустријски, транспортни, медицински, телекомукационим, трговински, правним, војним итд.. системима.

У овом раду су коришћени следећи софтвери:

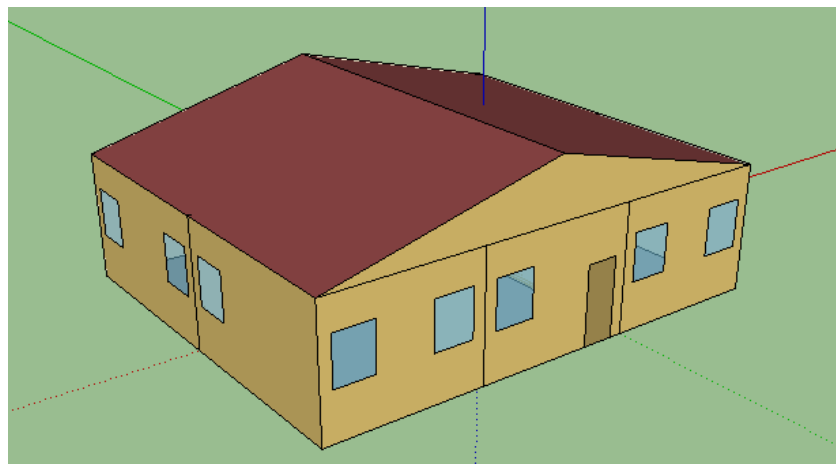
- EnergyPlus
- Excel
- HanibalSoft
- GoogleSketchUp

Где су: Energyplus, Excel и HanibalSoft коришћени као софтвери за топлотне губитке, са употребом три најпопуларнија разлићита стандарда:ASHRAE, Din4701 и EN12831.

GoogleSketchUp је коришћени за цртање објекта и даље уцртавање грејних тела.

5.1 GoogleSketchUp

GoogleSketchUp је програм за 3D моделирање предмета, зграда итд(Слика бр.4). Намењен за архитекте, грађевинске инжењере, режисере, креаторе игрица и сличним професијама. Програм је предвиђен да буде што флексибилнији и лакши за употребу од других CAD програма за 3D компијутерски дизајн.

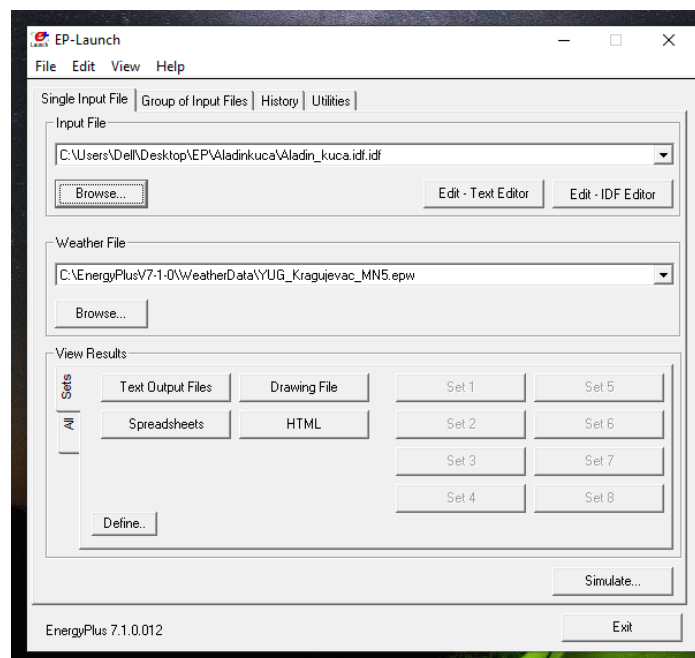


Слика бр.4 Моделирање куће у GoogleSketchUp-у

Постоји отворена библиотека на мрежи која је препуна бесплатних модела (нпр. прозори, врата, аутомобили, итд.), 3D складиште, где корисници могу додати своје моделе. Програм обухвата израду функционалности распореда, омогућава површински “рендинг” у променљивим “стиловима”, подржава програме треће стране “плаг-ин” који пружају друге могућности. Употребом посебног плаг-ина омогућава се коришћење овог програма у Energyplus окружењу, што је битно за овај рад.

5.2 EnergyPlus

Овај софтвер моделира грејање, хлађење, осветљење, вентилацију, и друге енергетске токове као и водену мрежу у домаћинству. Укључује многе иновативне способности симулације као што су временски размаци мањи од једног сата, аутоматски системи, топлотно балансиране зоне симулације, проток ваздуха кроз све термичке зоне, термичку удобност, коришћење воде, као и природну вентилацију.



Слика бр.5 Радно окружење EnergyPlus-a

EnergyPlus има своје корене у BLAST i DOE-2 програмским пакетима. Оба ова пакета, BLAST (Building Loads Analysis and System Thermodynamics- термичка анализа зграда и система термодинамике) i DOE-2, развијени су и објављени у касним седамдесетим и раним осамдесетим годинама XX века, као алати за термичке и енергетске симулације. Корисници ових алата били су инжењери дизајна и архитекте који би на прави начин одредили неопходну HVAC опрему, развијали различите студије о анализи животног циклуса, оптимизовали енергетске перформансе, итд.

При попуњавању вредности у EnergyPlus- у (Слика бр.5) даље ће бити наведене битније ставке везане за топлотне губитке:

Материјали, као што је приказано на слици (бр.6) уносимо име материјала (name), храпавост(roughness), дебљина(thickness)[m], кондуктивност(conductivity)[$\frac{W}{mK}$], густина(density)[$\frac{kg}{m^3}$], специфична топлота (specific heat)[$\frac{J}{kgK}$].

The screenshot shows the 'Material' class list on the left, with 'Material' selected. The main area displays the 'Explanation of Keyword' for 'Material', stating: 'Regular materials described with full set of thermal properties'. Below this is a table of material properties.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7
Name		Krecni malter	Cementna kosuljica	PVC folija	Staklena vuna	Stirodur prizemlje	Keramicke ploce	Parket
Roughness		MediumSmooth	Smooth	VerySmooth	MediumRough	Rough	VerySmooth	VerySmooth
Thickness	m	0.02	0.04	0.00015	0.05	0.05	0.015	0.02
Conductivity	W/m-K	0.81	1.4	0.19	10	0.03	0.87	0.21
Density	kg/m3	1600	2100	1460	50	33	1700	700
Specific Heat	J/kg-K	1050	1050	1100	840	1260	920	1670
Thermal Absorptance								
Solar Absorptance								
Visible Absorptance								

Слика бр.6 Унос материјала

Конструкција, где се ређају материјали, редом од унутрашњег ка спољашњем као што је приказано на слици (бр.7):

The screenshot shows the 'Construction' class list on the left, with 'Construction' selected. The main area displays the 'Explanation of Keyword' for 'Construction', stating: 'Start with outside layer and work your way to the inside layer. Up to 10 layers total. 8 for windows. Enter the material name for each layer'. Below this is a table of construction layers.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8
Name		Spoljni zid	Unutrasnji zid	Tavan-platon	Vrata	Prozor	Krov	Tavan-pod	PNT-parket
Outside Layer		Fasadni malter	Krecni malter	Stirodur_tavan	Borovina	Staklo 3 mm	Crep	Krecni malter	Stunak
Layer 2		Krecni malter	Giter Blok	Amirani beton		Vazduh 13mm	Vazdusni prostor	Monla	Nearmirani beton
Layer 3		Stropor	Krecni malter	Monla		Staklo 3 mm	Staklena vuna	Amirani beton	PVC folija
Layer 4		Giter Blok		Krecni malter			Gipsane ploce	Stirodur_tavan	Stirodur_prizemlje
Layer 5		Krecni malter							Cementna kosuljica
Layer 6									Parket
Layer 7									
Layer 8									
Layer 9									
Layer 10									

Слика бр.7 Унос конструкције

Градња површина(Слика бр.8), где се дефинише име површине, који је тип површине (type), конструкција намењена за дату зону (construction name), име зоне(zone name), гранична конструкција(otuside bountary constructio), сунцано контакт (sun exposure), контакт ветра(wind exposure)

5.3 ASHRAE

Америчко удружење инжењера за гријање, хлађење и климатизацију (ASHRAE) америчко је професионално удружење које жели унаприједити дизајн и изградњу система грејања, вентилације, климатизације и хлађења (HVAC & R). ASHRAE има више од 57.000 чланова у више од 132 земље широм свијета. Чланови се састоје од инжењера грађевинских услуга, архитеката, механичких извођача, власника зграда, запосленика произвођача опреме и осталих који се баве дизајном и изградом HVAC i R система у зградама. Друштво финансира истраживачке пројекте, нуди програме континуираног образовања и развија и објављује техничке стандарде за побољшање инжењеринга грађевинских услуга, енергетске учинковитости, квалитета зрака у затвореном и одрживог развоја.

Израчунавање оптерећења грејања у стамбеном простору укључује процену максималног топлотног губитка сваке просторије или простора који се греје и истовремено максимални (blok) губитак топлоте за зграду, уз одржавање одабране температуре затвореног ваздуха током периода дизајнирања спољних временских услова. Као што је речено у одељку о обрачуна, рачунање грејања користи конзервативне претпоставке, занемарујући соларне и унутрашње добитке и чувајући топлоту зграде. Ово оставља једноставан израчун топлотног губитка у стационарном стању, при чему су једине значајне потешкоће површине сусједне разреду.

Све површине високог квалитета изложене спољним условима (зидови, врата, плафони, и повишени подови) третирају се идентично на следећи начин:

$$q = A \times HF \quad (5)$$

$$HF = U \cdot t \quad (6)$$

Где је HF фактор оптерећења грејања. За добро изоловане плафоне (или зидове) који се налазе уз вентилирани поткровни простор, U-фактор треба да буде само за изоловани склоп (кров је изостављен), а таванска температура претпоставља се да је једнака пројектованој температури грејања. Учинак зрачних баријера у поткровљу може се занемарити. У случајевима када плафон или зид нису добро изолирани, може се користити поступак суседног простора за одлагање.

Губитак топлоте ка негрејаним просторијама просторима може се израчунати коришћењем фактора партиције грејања на основу разлике у температури:

$$HF = U(t_i - t_b) \quad (7)$$

$$t_b = \frac{CsQt_0 + AxUxtx + q}{Cs*Q + Ax*Ux} \quad (8)$$

t_b - температура негрејане просторије

t_x - температура дате грејане просторије

T_o - спољна температура ваздуха

A_k - површина негрејане просторије

U_k - U-фактор површине к-овог негрејаног простора,

t_k - температура ваздуха ван негрејане просторије

$CLTD_c$ -корекциони фактор

Остале компоненте топлотних губитака ASHRAE-a:

Спољни зидови: $q = UA * t * CLTD_c$ (Таб.бр.3) (9)

$t = t_i - t_o$ (10) t_i - унутрасња темп. t_o - спољна темп.

Плафон: $q = UA * t * CLTD_c$ (Таб.бр.2) (11)

t - наведена у предходном изразу (10)

Под на тлу: $q = UA * t * CLTD_c$ (Таб.бр.2) , (12)

t - темп.дате просторије

Унутрашњи зидови: $q = UA * (t_s - t_i) * CLTD_c$ (Таб.бр.3) (13)

t_s - темп.суседне просторије, t_i - унутрашња темп.

Зидови или подови испод нивао земље: $q = U * A_{ug} * (t_g - t_i) * CLTD_c$ (14)

Површина испод нивао земље, t_g - температура земље

Вентилациони губици: $q_{iv} = C_s Q * t$ (15)

C_s - фактор топлоте осјетљиве на ваздух

Q - волуметриски проток ваздуха

t - температура ваздуха

Укупни губици $q_u = 6q$ (16)

време	CLTD _c
9	11
10	12
11	15
12	19
13	23
14	28
15	33
16	37
17	41

Таб.бр.2 CLTD_c корекциони фактор за подове и плафоне

време	север	исток	југ	запад
9	4	11	5	10
10	4	14	5	10
11	4	17	6	9
12	5	20	7	9
13	5	22	9	10
14	6	23	11	10
15	7	24	14	12
16	9	24	16	15
17	10	24	18	18

Таб.бр.3 CLTD_c корекциони фактора за стране света

5.4 Din4701

Овај поступак за прорачун потребне топлоте је нормиран стандардом Din4701 део 3. Укупна потребна топлота Q_p за обичне просторије, састоји се из два дела:

- Трансмисионе топлоте Q_t- губици топлоте кроз обухватне површине
- Додатак због инфилтрације ваздуха Q_l

Потреба за топлотом сматра се својством зграде у прорачуну, тако да врста грејања при различитим термичким угодностима нема утицаја. За годишњу потрошњу енергије постоји одговарајући утицај услед разних губитака различитих система грејања. Доказ о одржању стандарда може да се изврши само рачунски. Ако се при тачном прорачуну не постигну прописане температуре, онда грешка+у треба тражити у згради.

Прорачун почиње одређивањем потребне стандардне трансмисионе топлоте према једначини

$$Q_t = k \cdot A \cdot (t_i - t_a) = \frac{A(t_i - t_a)}{R_k} \quad (16)$$

A- површина грађевинских елемената

k- коефицијент пролаза топлоте

1/k – R_k- отпор пролазу топлоте

t_i - унутрашња температура

t_a - спољашња температура

Потребна количина топлоте због инфилтрације ваздуха, одређује се према следећој једначини

$$Q_l = V \cdot \rho \cdot c (t_i - t_a) \quad (17)$$

V - проток ваздуха

c - специфични топлотни капацитет ваздуха

ρ - густина ваздуха

Спољна температура, у највећем броју кратких екстремних хладних периода, на потребну количину топлоте утицај има акумулациона способност зграде. Ово се узима у обзир увођењем једног корекционог фактора Δt_a за спољну температуру

- За лаку врсту израде $< 600 \text{ kg/m}^2$ - $\Delta t_a = 0 \text{ K}$
- За тешку врсту израде $600 \text{ do } 1400 \text{ kg/m}^2$ - $\Delta t_a = 2 \text{ K}$
- За веома тешку врсту израде $> 1400 \text{ kg/m}^2$ - $\Delta t_a = 4 \text{ K}$

Спољни зидови, пошто се на спољашњим зидовима, услед њихове ниже унутрашње површинске температуре, јавља снижење осетне температуре, а тиме и смањење угодности, треба узет корекцију Δk_a као изједначавање коефицијента пролаза топлоте

Коеф.пролаза топлоте спољних површ,	0.0-1.5	1.6-2.5	2.6-3.1	3.2-3.5
Корекција спољних површ.	+0.0	+0.1	+0.2	+0.3

Таб. бр.4 Корекција спољних површина

Страна	J	JZ	Z	SZ	S	SI	I	JI
Додатак	-0.5	-0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	-0.5

Таб. бр.5 Губици на стране света

Кришерава вредност D	< 0.35	0.35-0.8	0.8-1.75	> 1.75
	0.20	0.15	0.15	0.15

Таб. бр.6 Кришерава вредност

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{d}{\lambda} \quad (18)$$
 α_d - спољни коефицијент прелаза топлоте λ - коефицијент провођења топлоте

к- коефицијент пролаза топлоте

5.5 Excel (Din4701)

Од када су инжењери за прораџун пресли са папира на компијутер, ова метода прораџуна је најчешће коришћена и данас.Разлог је практичност, јер сваки инжењер направи прораџун по свом редослду како мисли да треба најбоље, и за сваки следећи пројекат у том прораџуну само мења вредности.Као што се може видети на слици (бр.10):

B11

<

Слика бр.10 Радно окружење у Excel-у

При врху уносимо основне податке о инвеститору, врсти објекта, врста радова, место извођења, пројектанту. Ред 15 уносе се податци о спратној висини и спољној температури за место извођења радова. Ред 16 је ознака сваког дела прорацуна за просторије у датом пројекту: ознака, дужина, висина, површина, број комада одбитак површине, површина за прорачун, коефицијент пролаза топлоте, температурна разлика, количина топлоте, додатак на прекид ложења, додатак на стране света, додатак на линијске губитке, укупни додаци и укупна количина топлоте.

За сваку преграду се уноси ширина висина, површина без прозора, коефицијент пролаза топлоте и разлика спољне и унутрашње температуре. Даље се за дату преграду производ површине за прорачун, коефицијент пролаза топлоте и температурна разлика ($H_{21} \cdot I_{21} \cdot J_{21}$), тиме се добија количина топлоте Q за дату преграду $K_{21}(16)$. Па је сума губитака свих преграда у пољу K_{35} (слика бр.11).

Вентилациони губитци, у пољу L_{48} је производ површине дате просторије и броја измена те просторије $[\frac{m^3}{h}]$, где се у пољу M_{48} претвара у $[\frac{m^3}{s}]$ V - проток ваздуха

Укупни вентилациони губитци су $N_{48} \cdot (F_{35} - I_{48}) \cdot 1005$. (17)

O_{35} - укупни додаци (таб. бр.2, таб. бр.3, таб. бр.4)

Где су на крај укупни губици за дату просторију (P_{35}): $K_{35} \cdot O_{35\%} + K_{35} + O_{48} + O_{46}$.

P35	=K35*O35%+K35+O48+O46															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
34					V m3	tu=	tsp=	q=W/m3	U	Δt	Q					Quk W
35	SS1	SPAVACA SOBA		1809.8124	60	20	-15	30			976	20	5	10	35	1810
36	zid.sp		4	3.2	12.8	0	0.0	12.8	0.41	35.0	185	Az =				
37	vr.sp		0	0	0	1		0	1.60	35.0	0	Au =Az +2*Apod =			93.1	
38	zid.sp		5	3.2	16	0	2.4	13.6	0.41	35.0	196	KRŠEROVA "D" VREDNOST				
39	pr.sp		1	1.2	1.2	2		2.4	1.60	35.0	134	D= Qo/Au*(tu-ts)				
40	zid.un		2	3.2	6.4	0	1.6	4.8	1.60	5.0	38	D=			0.29947031	
41	vr.un	0.8		2	1.6	1		1.6	2.30	5.0	18	Za %			20	
42	zid.un		3	3.2	9.6	0	0.0	9.6	1.60	-4.0	-61					
43	pod		5	4	20	0	0	20	0.42	20.0	169					
44	tav.		4	5	20	0	0	20	0.46	32.0	297					
45	Qp=al*Rp*Hk*(tu-ts)*Zu				a	n	L	Rp	Hk	tu-ts	Zu					
47	proracun ventilacije:				broj izmena				Temp. svežeg vazduha				m3/h	m3/s	kg/s	Qv (W)
48							0.7			-15			42	0.01166667	0.014	492

Слика бр.11 Унос података

Даље су приказани укупни топлотни губици за све просторије, предлог грејних тела и добијена топлоте са предлозеним грејним телима (Слика бр.12).

113	LOKALI			PRORACUN GREJNIH TELA												
114								PANELNI visine 600mm tip 22 pri 70/50C snage 1231W/m1								Wat
115	red. Broj	PROSTORIJA	Quk W	Q+20%	broj radijatora	PANELNI 22	600-22 po 1 radijatoru	600-22 usvojeno	Snaga radijatora W	UKUPNO m1	PANELNI 22					PANELNI UKUPNA SNAGA
116	DS	DNEVNA SOBA	1763	2469	2	2.0	1.0	1.0	1231	2.0	2.462					2462
117	SS1	SPAVACA SOBA	1810	2534	2	2.1	1.0	1.0	1231	2.0	2.462					2462
118	SS2	SPAVACA SOBA	1733	2427	2	2.0	1.0	1.0	1231	2.0	2.462					2462
119	SS3	SPAVACA SOBA	1915	2682	2	2.2	1.1	1.2	1477	2.4	2.954					2954
120	KUH	KUHINJA	243	341	1	0.3	0.3	0.4	492	0.4	492					492
121	KUP	KUPATILO	1054	1475	1	1.2	1.2	1.2	1477	1.2	1,477					1477
125																
126	SVEGA	PRIZEMLJE	8519	11926	10			6		10						12310

Слика бр.12 Прорачун грејних тела

5.6 Hanibalsoft

Фирма HanibalSoft Doо постоји од јануара 2006 године. Једина делатност фирме је дистрибуција и унапређивање HANIBALsoft програмског пакета за термотехничке прорачуне . Процес унапређивања програмског пакета углавном се обавља прихватањем сугестија корисника пакета. Програмски пакет HanibalSoft намењен је за израду пројеката термотехничких инсталација. Пакет постоји од 1999 год. када су на тржиште избачени програми за прорачун добитакa и губитакa топлоте и за прорачун једноцевног грејања. До сада се програмски пакет HanibalSoft примењује у преко сто пројектантских бироа у Србији, Словенији, Русији, Црној Гори, Хрватској и БИХ као и код више стотина самосталних пројектаната из свих набројаних држава и у њему су урађени пројекти термотехничких инсталација за већину значајних објеката у региону задњих година. Програмски пакет Hanibalsoft5.0 који се користи за прорачун добитакa и губитакa је: hanDobGub програм за прорачун добитакa (CLTD/SCL/CLF метод) и губитакa (по DIN 4701 iz 59/83, EN12831 i SNiP методологији).

Програм hanDobGub је намењен за прорачун добитакa и губитакa топлоте. За сада су подржани следећи методи прорачуна: ASHRAE метод CLTD/SCL/CLF, за добитке топлоте, а за прорачун губитакa на располагању су DIN 4701 59/83, EN 12831 i SNiP метод прорачуна губитакa.

Програм пружа могућност уноса података на два начина и то:

- Статички тј класичан унос података
- Динамички тј. унос података преко AutoCAD-а

При статичком тј. класичном уносу података у поједина поља у програму се уписују одговарајуће вредности. Најпре се уписују општи подаци у уводном прозору, затим се попуњавају датотеке, а затим се уносе спратови и просторије. При динамичком уносу тј уносу преко AutoCAD цртежа, унос података је олакшан и убрзан могућношћу да се поједини подаци уносе преко AutoCAD цртежа основа. Најпре се, као и при класичном уносу, уписују општи подаци у уводном прозору, затим се попуњавају датотеке, па се уносе спратови, а онда сепозивају одговарајући AutoCAD цртежи основа, цртежи се отварају директно из програма и помоћу додатног 'Hanibal' тоолбара се убрзано уносе подаци тј. уносе се просторије, спољни зидови, кровови и унутрашње преграде. Након завршеног исцртавања подаци се аутоматски експортују из AutoCAD цртежа у програм где се обавља аутоматски прорачун.

Ovde će biti objasnjen klasični način unosa podataka:

1. Унос података за објекат најпре се на уводном прозору изабере EN12831 метод прорачуна за губитке а затим се притисне командно дугме Унос података(Слика бр.13)

GUBICI - Metod proračuna

☐ DIN 4701 iz 1959 god
☐ DIN 4701 iz 1983 god
☐ SNIP
☒ EN 12831

Unos podataka

Gubici toplote - EN12831

Heat recovery system efficiency: 0

B' (površina / 0.5 * obim): 0

Tsp.proj [C]: 0

Tsp.gl.god. [C]: 0

☐ Postoji ventilacioni sistem

Sistem dimenzija za proračun koef. linijskih otpora

☐ Unutrašnje dimenzije, merene između završenih unutrašnjih površina svake sobe (tako se isključuje debljina unutrašnjih delova) Ψ_i
☐ Ukupne Unutrašnje dimenzije, merene između završenih unutrašnjih površina spoljašnjih elemenata zgrade (tako se uključuju debljine unutrašnjih delova) Ψ_{oi}
☒ Spoljne dimenzije, merene između završenih spoljnih površina spoljnih elemenata zgrade Ψ_e

OK Odustani

Слика бр.13 Одабир стандарда

а онда се у десном делу прозора попуне одговарајући подаци(Слика бр.14). При попуњавању података који се односе на табличне вредности неког коефицијента, нпр ефикасност система за регенерацију (повратак) топлоте избацног ваздуха, на слици доле, корисник ће притиском на тастер F1

GUBICI - Metod proračuna

☐ DIN 4701 iz 1959 god
☐ DIN 4701 iz 1983 god
☐ SNIP
☒ EN 12831

Unos podataka

Gubici toplote - EN12831

Heat recovery system efficiency: 0

B' (površina / 0.5 * obim): 5

Tsp.proj [C]: -18

Tsp.gl.god. [C]: -3

☒ Postoji ventilacioni sistem

Sistem dimenzija za proračun koef. linijskih otpora

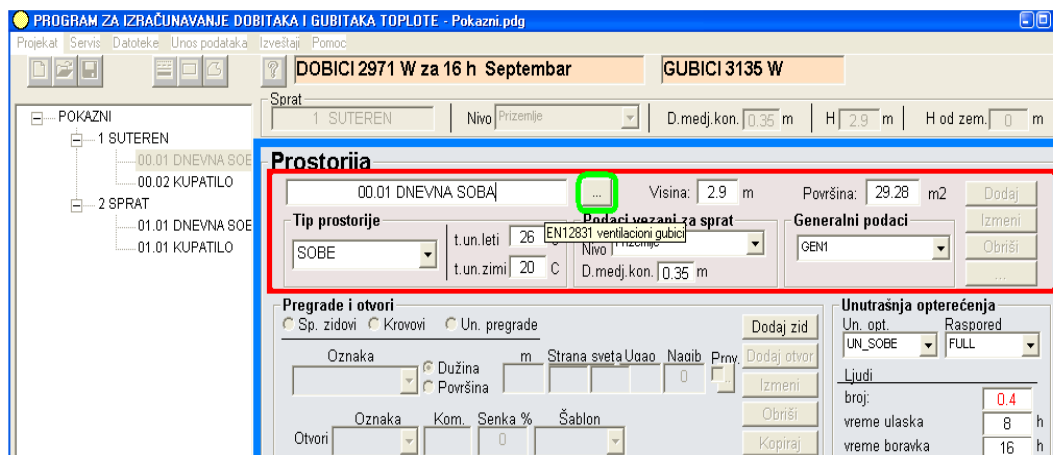
☐ Unutrašnje dimenzije, merene između završenih unutrašnjih površina svake sobe (tako se isključuje debljina unutrašnjih delova) Ψ_i
☐ Ukupne Unutrašnje dimenzije, merene između završenih unutrašnjih površina spoljašnjih elemenata zgrade (tako se uključuju debljine unutrašnjih delova) Ψ_{oi}
☒ Spoljne dimenzije, merene između završenih spoljnih površina spoljnih elemenata zgrade Ψ_e

OK Odustani

Слика бр.14 Унос података о објекту

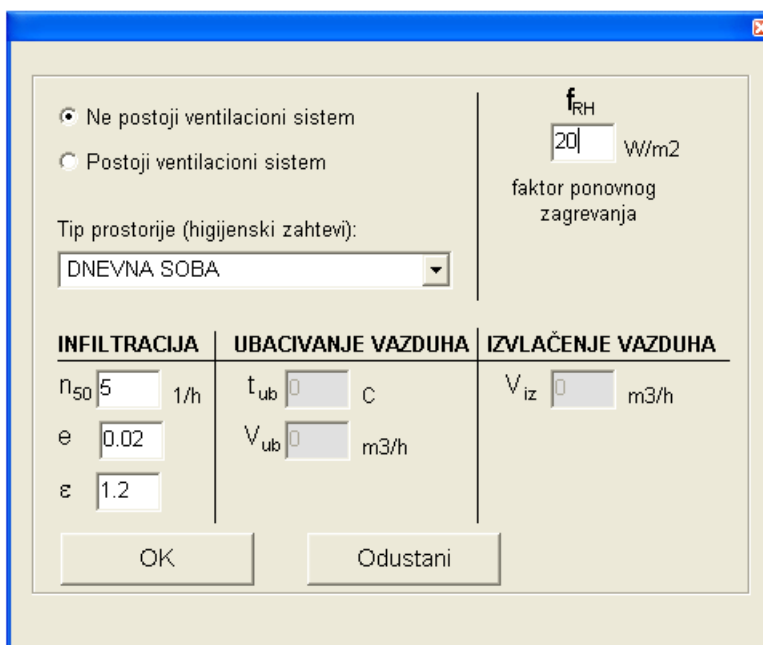
добити препоручене вредности за тај коефицијент или прецизније објашњење знацења тог коефицијента.

2. Унос података за вентилацију просторије (Слика бр.15)показује дугме за улаз у прозор за унос података за вентилацијске губитке просторије (дугме обележено зеленом линијом).



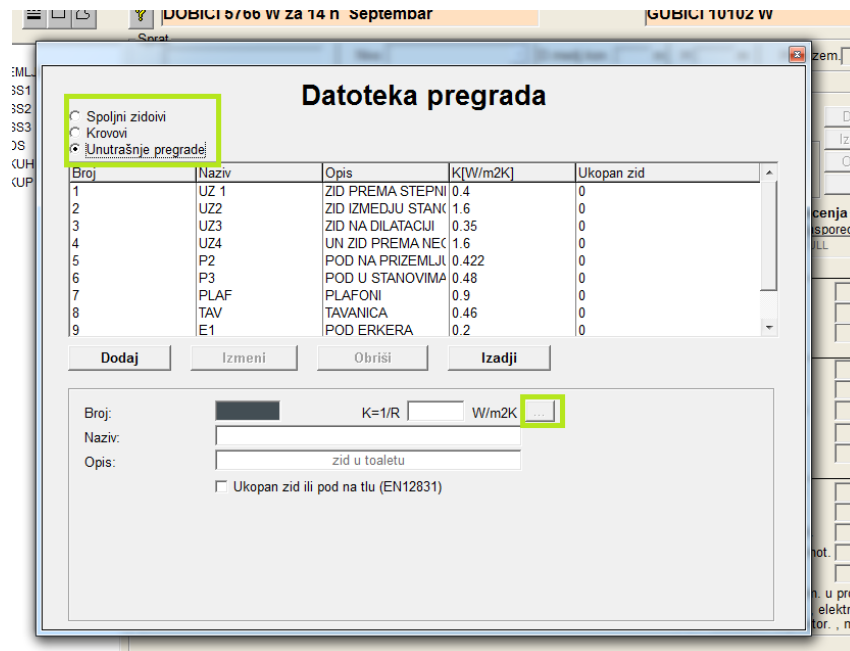
Слика бр.15 Дугме за вентилацију

Изглед прозора за унос података неопходних за прораџун вентилационих губитака топлоте за просторију (Слика бр.16). Вредности и објашњења за поједине параметре могу се добити притиском на F1.



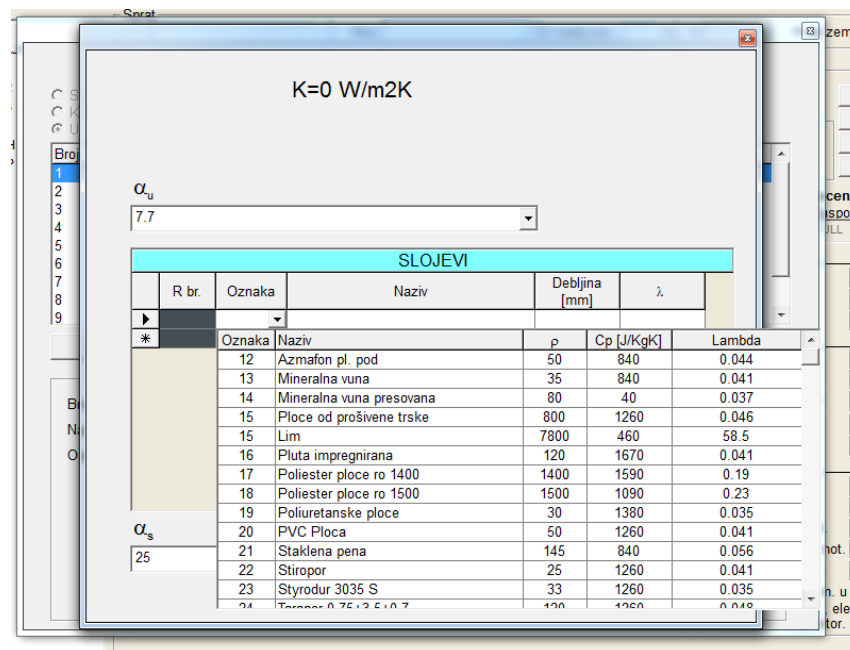
Слика бр.16 Уношење података за вентилацију

3. Унос података за преграде после излаза из уводног прозора и уласка у прозор за унос података о просторијама, пре поџетка уноса података о просторијама потребно је попунити датотеке преграда и отвора који се појављују на објекту



Слика бр.17 Преграде у програму

Где се К(коэффициент пролаза топлоте) рачуна кликом на дугме(где је зелени правоугаоник) редјањем слојева материјала(Слика бр.17).



Слика бр.18 Коэффициент пролаза топлоте

Касније се, при уносу података о просторијама, бирају са падајућих листа поједине преграде и отвори које су на овај начин унете у прорацун. Слика бр.19 показује како се из прозора за унос просторија улази у прозор за унос неопходних података за

прорацун губитака топлоте кроз преграде по EN12831. Да би се ушло у тај прозор неопходно је пре тога чекирати одговарајућу преграду, као на слици испод.

Prostorija

P.1 - ADMINISTRACIJA Visina: 3 m Površina: 32.56 m2

Tip prostorije: Tip_1 t.un.leti: 25 C t.un.zimi: 20 C

Podaci vezani za sprat: Nivo: Prizemlje D.medj.kon.: 1 m

Generalni podaci: GenDef: ...

Pregrade i otvori

Sp. zidovi Krovovi Un. pregrade

Oznaka: SZ1 Dužina: 5 m Strana sveta: 90 Načib: 0

Otvori: ...

Naziv	Opis	Kom	Dužina	Orientacija	Načib
SZ1		5	0		
SV2		1	0		
POD1		32.56	25	6	
POD2		32	3	26	
UKZ1		5	26	-3	
UZ2		5	26	-3	
UV2		2			

Unutrašnja opterećenja

Un. opt. Raspored: FULL

Ljudi: broj: 4 vreme ulaska: 8 h vreme boravka: 16 h

Svetiljke: instalisana snaga: 600 W vreme uključenja: 16 h trajanje uključenja: 8 h f1: 1 f2: 1.2

Mašine: instalisana snaga: 500 W koef. efik. motora: 0.9 koef. upotrebe mot.: 1 koef. opterećenja mot.: 1 fiksna snaga: 0 W

☒ mašina i elektrom. u prostoriji ☐ maš. u prostor. , elektrom. ☐ elektrom. u prostor. , maš.

OK

Слика бр.19 Радно окружење дате просторије

У случају да је чекирана спољна преграда, добија се прозор као на слици бр.20 , у којем се додају топлотни мостови за ту цхекирану преграду.

Toplotni mostovi

Grupa	Tip	Opis	Ψ	L [m]
-------	-----	------	---	-------

Dodaj Izmeni Obrisi

Слика бр.20 Додавање топлотних мостова

У случају да је чекирана унутрашња преграда, добија се прозор као на слици бр.21, у којем се додају параметри у зависности од опције која се изабере у врху прозора.

Понуђене вредности и додатна појашњења за неке параметре доји се уносе, добија се притиском на F1.

Слика бр.21 Параметри унутрашњих преграда

Након завршавања уносења података детаљно можемо прегледати резултате прорацуна кликом на извештај, где се може извештај видети у pdf-у, MicrosoftExcelu-у или OpenOffic-у(слика бр.22).

Слика бр.22 Формат резултата прорацуна

5.7 EN12831

Норме EN12831(август 2003.године) је европска норма која садржи рачунски део које је обавезујући за све земље.Стандардне карактеристичне величине које треба унети у обрасце одређују се зависно од земље И издају се у националним листовима или анексима.Уколико нека земља за пједине величине не даје стандардне вредности, уместо њих важе вредности које су наведене у EN12831 Анексу Д.Национални анекс у Немачкој је на располагању у виду приложеног листа 1 уз EN12831.

Стандардно грејно оптерећење се рачуна из удела за трансмисију и проветравање.Трансмисиони топлотни губици садрже губитке топлоте према споља због пролаза топлоте кроз обухватне површине као И топлотни флуks између загрејаних просторија, који настаје због тога што су просторије на различитим температурним нивоима.Топлотни губици због проветравања садрже губитке према споља на основу проветравања И инфилтрације преко омотача зграде, као и топлотни флуks при проветравању између појединих загрејаних просторија унутар зграде.Izmene u odnosu na druge standarde su

- Трансмисиони и топлотни губици се одређују узимајући у обзир ефекте топлотних мостова, аналогно евроском поступку за енергетски билансKорекције k-vrednosti otpadaju
- Разлика зграда у шахтном типу и спратном типу отпада при прорачуну грејног оптерећења за проветравање.Корекционе висине остају у модификованом облику И примењује се за све зграде.Заптивеност зграда може да се узме у обзир при прорачуну оптерећења.
- оплотни губици на земљу, рачунају се према другом поступку.Поред тога постоји упрошћени прорачун у кратком поступку.

За одређивање спољних површина и запремина према опширном рачунском поступку, норма EN12831 Немачкој за прорачун грејног оптерећења изабране су спољне мере рефернтне.Тиме се стари начин прорачуна премаDIN4701-3 мења из основа.Раније је била меродавна унутрашња мера.

То значи: другачије него до сад за дужину И ширину спољних грађевинских елемената узимају се спољне мере голих грађевинских елемената у грубом необрађеном стању, за висину зидова, спратна висина, а за димензије прозора И врата узима се димензија отвора у зиду. Запремина се одређује зависно од светле унутрашње мере.

Прорацун губитака топлоте по EN 12831 уноси неке новине у методологију прорачуна у односу на раније методе по DIN 4701. То се најпре односи на утицај топлотних мостова, који се по EN 12831 узима директно при прорачуну пролаза топлоте кроз неку преграду, за разлику од до сада коришћених метода који су утицај топлотних мостова узимали у обзир преко повећања коефицијента пролаза топлоте. Са друге стране, потпуно је измењен прорацун вентилационих губитака топлоте.

Укупни губици топлоте се по EN 12831 добијају према следећем изразу:

$$F_i = F_{T,i} + F_{v,i} \quad [W] \quad (19)$$

$F_{T,i}$ - Трансмисиони губици топлоте

$F_{v,i}$ - Вентилациони губици топлоте

1. Трансмисиони губици топлоте :

$$F_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \times (T_{un} - T_{sp}) \quad [W] \quad (20)$$

Где су $H_{T,ie}$, $H_{T,iue}$, $H_{T,ig}$, $H_{T,ij}$ коефицијенти трансмисионих губитака топлоте у $[W/K]$ и то редом: директно према спољној средини кроз омотац зграде, према спољној средини кроз негрејан простор, кроз земљу и према простору грејаном на разлици температури

1.1 Губици топлоте директно према спољној средини кроз омотац зграде

1.1a) пролазом топлоте кроз грађевинске елементе

$$\sum A_k \times U_k \times e_k \quad [W/K] \quad (21)$$

A_k $[m^2]$ површина грађевинског елемента

U_k $[W/m^2K]$ коефицијент пролаза топлоте грађ. елемента

e_k [-] корекциони фактор који узима у обзир разне утицаје а зависи од стране света

Препоруке за ек:

страна света	ek
I	1
J	0.095
JI	0.095
JZ	0.095
S	1.05
SI	1.05
SZ	1.05
Z	1
хор	1

Таб. бр.7 коеф.стране света

1.1b) преко топлотних мостова

$$\sum Y_k \times l_k \times e_k \quad [W/K] \quad (22) \quad (\text{Таб. бр.7})$$

$Y_k [W/mK]$ коефицијент линијског преноса линеарног топлотног моста

Y_k се рачуна према EN ISO 10211-2 или се узимају табличне вредности према EN ISO 14683. У овом програму коришћене су вредности према EN ISO 14683.

$l_k [m]$ дужина на коју се Y_k односи

$e_k [-]$ корекциони фактор – утицај стране света

$$H_{T,ie} = \sum A_k \times U_k \times e_k + \sum Y_k \times l_k \times e_k \quad [W/K] \quad (23)$$

1.2 Губици топлоте према спољној средини кроз негрејан простор

1.2a) пролазом топлоте кроз градјевинске елементе

$$\sum A_k \times U_k \times b_u \quad [W/K] \quad (24)$$

$A_k [m^2]$ површина градјевинског елемента

$U_k [W/m^2K]$ коефицијент пролаза топлоте градј. елемента

$b_u [-]$ корекциони фактор који узима у обзир разлику спољне и температуре негрејаног простора. Ако је позната температура нег. простора T_{neg} тада је:

$$b_u = (T_{un} - T_{neg}) / (T_{un} - T_{sp}) \quad (25)$$

1.2b) преко топлотних мостова

$$\sum Y_k \times l_k \times b_u \quad [W/K] \quad (26)$$

$Y_k [W/mK]$ коефицијент линијског преноса линеарног топлотног моста, могући нацини при прорацу или усвајању ове вредности описани су у 1.b)

$l_k [m]$ дужина на коју се Y_k односи

$b_u [-]$ корекциони фактор описан у 2.a)

$$HT_{iue} = \sum A_k \times U_k \times b_u + \sum Y_k \times l_k \times b_u \quad [W/K] \quad (27)$$

1.3. Губици топлоте кроз земљу

$$HT_{ig} = fg1 \times fg2 \times (\sum_k A_k \times U_{ekv,k}) \times G_w \quad [W/K] \quad (28)$$

$fg1$ – корекциони фактор који узима у обзир годишњу варијацију спољне температуре.

G_w - корекциони фактор који узима у обзир утицај подземне воде.

Препоруцене вредности за корекционе факторе $fg1$ и G_w су:

$$fg1 = 1.45$$

$G_w = 1.00$ ако је растојање од пода до подземних вода веће од 1 m

$G_w = 1.15$ ако је растојање од пода до подземних вода мање од 1 m

$fg2$ – температурски редукциони фактор који узима у обзир разлику између главне годишње спољне температуре ($T_{g,sp}$) и спољне пројектне температуре (T_{sp})

$$fg2 = \frac{T_{un} - T_{g,sp}}{T_{un} - T_{sp}} \quad (29)$$

A_k [m^2]- површина градјевинског елемента у контакту са земљом (под на тлу или укопан зид)

$U_{ekv,k}$ [W/m^2K] еквивалентни коефицијент пролаза топлоте градјевинског елемента у контакту са земљом.

Таблицне вредности за U_{ekv} пода зависе од нивоа пода на тлу у односу на ниво тла, од коефицијента пролаза топлоте за под, од тога да ли је под изолован или не, као и од карактеристичног параметра просторије V' који представља однос површине пода са половином обима просторије

B' вреднос (m)	U _{ekv} (za z=0 m) W/m2K				
	без изолације	U _{poda} =2.0 W/m2K	U _{poda} =1.0 W/m2K	U _{poda} =0.5 W/m2K	U _{poda} =0.25 W/m2K
2	1.3	0.77	0.55	0.33	0.17
4	0.88	0.59	0.45	0.3	0.17
6	0.68	0.48	0.38	0.27	0.17
8	0.55	0.41	0.33	0.25	0.16
10	0.47	0.36	0.3	0.23	0.15
12	0.41	0.32	0.27	0.21	0.14
14	0.37	0.29	0.24	0.19	0.14
16	0.33	0.26	0.22	0.18	0.13
18	0.31	0.24	0.21	0.17	0.12
20	0.28	0.22	0.19	0.16	0.12

B' вреднос (m)	U _{ekv} (za z=1.5 m) W/m2K				
	без изолације	U _{poda} =2.0 W/m2K	U _{poda} =1.0 W/m2K	U _{poda} =0.5 W/m2K	U _{poda} =0.25 W/m2K
2	0.86	0.58	0.44	0.28	0.16
4	0.64	0.48	0.38	0.26	0.16
6	0.52	0.4	0.33	0.25	0.15
8	0.44	0.35	0.29	0.23	0.15
10	0.38	0.31	0.26	0.21	0.14
12	0.34	0.28	0.24	0.19	0.14
14	0.3	0.25	0.22	0.18	0.13
16	0.28	0.23	0.2	0.17	0.12
18	0.25	0.22	0.19	0.16	0.12
20	0.24	0.2	0.18	0.15	0.11

B' вреднос (m)	U _{ekv} (za z=0 m) W/m2K				
	без изолације	U _{poda} =2.0 W/m2K	U _{poda} =1.0 W/m2K	U _{poda} =0.5 W/m2K	U _{poda} =0.25 W/m2K
2	0.63	0.46	0.35	0.24	0.14
4	0.51	0.40	0.33	0.24	0.14
6	0.43	0.35	0.29	0.22	0.14
8	0.37	0.31	0.26	0.21	0.14
10	0.32	0.27	0.24	0.19	0.13
12	0.29	0.25	0.22	0.18	0.13
14	0.26	0.23	0.20	0.17	0.12
16	0.24	0.21	0.19	0.16	0.12
18	0.22	0.20	0.18	0.15	0.11
20	0.21	0.18	0.16	0.14	0.11

Таб. бр.8 вредност B'

$$B' = A_g / 0.5 \times P \quad (30) , \text{ (Таб. бр.8 или бр.9)}$$

где је

A_g [m²] површина пода

P [m]- за цео објекат, P је обим објекта. За појединачну просторију P је дужина спољних зидова те просторије.

Таблицне вредности за U_{ekv} укопаног зида зависе од коефицијента пролаза топлоте зида и дубине укопаности најниже тацке зида у односу на ниво тла.

Вредност U_{ekv} за укопан зид, у функцији дубине укопавања z

В' вредност (m)				
	z=0 m	z=1 m	z=2 m	z=3 m
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.44	0.39	0.35	0.32
0.75	0.63	0.54	0.48	0.43
1.00	0.81	0.68	0.59	0.53
1.25	0.98	0.81	0.69	0.61
1.50	1.14	0.92	0.78	0.68
1.75	1.28	1.02	0.85	0.74
2.00	1.42	1.11	0.92	0.79
2.25	1.55	1.19	0.98	0.84
2.50	1.67	1.27	1.04	0.88
2.75	1.78	1.34	1.09	0.92
3.00	1.89	1.41	1.13	0.96

Таб. бр.9 В' вредност за укопан зид

1.4 Губици топлоте према простору грејаном на различиту температуру

Рачунају се према изразу:

$$HT_{ij} = \sum f_k \times A_k \times U_k \quad [W/K] \quad (31) \quad , \text{ где је}$$

A_k – површина градјевинског елемента $[m^2]$

U_k – коефицијент пролаза топлоте градјевинског елемента $[W/m^2K]$

f_k – температурски редуковани фактор који узима у обзир разлику између температуре

суседног (T_{sus}) простора и спољне пројектне температуре (T_{sp})

$$f_k = \frac{T_u - T_{sus}}{T_u - T_{sp}} \quad (32)$$

У прорауну HT_{ie} и HT_{iue} узимају се у обзир и топлотни мостови. Коефицијент линијског преноса топлоте линеарног топлотног моста Y_i у $[W/mK]$ може бити одређен на неки од ова два нацина:

за грубу процену, корисцењем табеларних вредности по EN ISO 14683 прорауном према EN ISO 10211-2

У овом програму, из практичних разлога, корисцен је први начин – препоручене вредности из EN ISO 14683. Препоручене вредности у EN ISO 14683 су дате при процени укупних губитака за објекат, а не за прорачун по просторијама. Пропорционални удео вредности Y_i за svaku od prostorija izmedju kojih se taj toplotni most nalazi, odredjuje sam projektant су дате при процени укупних губитака за објекат, а не за прорачун по просторијама. Пропорционални удео вредности.

2. Вентилациони губици топлоте се рачунају према изразу:

$$F_{v,i} = H_{v,i} \times (T_{un} - T_{sp}) \quad [W] \quad (33)$$

$H_{v,I}$ – коефицијент вентилационих топлотних губитака $[W/K]$

T_{un} – унутрашња пројектна температура грејаног простора $[^{\circ}C]$

T_{spun} – спољна пројектна температура $[^{\circ}C]$

коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{v,I}$ рачуна се према:

$$H_{v,I} = V_i \times r \times c_p \quad [W] \quad (34)$$

Када се у горњи израз уврсте вредности за r и c_p добије се:

$$H_{v,I} = 0.34 \times V_i \quad [W] \quad (35)$$

V_i - проток ваздуха у грејаном простору $[m^3/h]$

Процедура за прорачун V_i зависи да ли постоји вентилациони систем или не

2.1. Не постоји вентилациони систем

$$V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i}) \quad [m^3/h] \quad (36) \quad , \text{ где су:}$$

$V_{inf,I}$ – проток ваздуха услед инфилтрације

$$V_{inf,I} = 2 \times V_i \times n_{50} \times e_i \times e_i \quad [m^3/h] \quad (\text{таб.бр.10, бр11, бр12})$$

V_i $[m^3]$ – запремина просторије

n_{50} $[1/h]$ – број измена ваздуха на час услед разлике притиска од 50 Па између унутрашњости зграде и околине

	n_{50}		
	степен заптивености омотача зграде		
	висок	средњи	низак
конструкција	висок квалитет заптивености	нормална заптивеност двоструко застакљени	незаптивени једноструко застакљени
појединачна породична кућа	<4	4 - 10	> 10
остале куће и зграде	<2	2 - 5	>5

Таб. бр.10 број измена ваздуха на час услед разлике притиска

e_i – коефицијент заштите

Ниво заштите	е		
	грејни простор без изолационих отвора	грејни простор са једним изолационим отвором	грејни простор са више изолационих отвора
Без заштите	0	0.03	0.05
Средња заштита	0	0.02	0.03
Велика заштита	0	0.01	0.02

Таб. бр.11 коефицијент заштите

e_i – корекциони фактор за висину зграде, који узима у обзир пораст брзине ветра при порасту висине просторије у односу на ниво тла.

висина грејног простора изнад нивоа тла	е
0 - 10 m	1.0
>10 - 30 m	1.2
>30 m	1.5

Таб. бр.12 корекциони фактор за висину зграде

$V_{min,i}$ – проток ваздуха услед хигијенских захтева

$V_{min,i} = n_{min} \times V_i$ [m³/h] (таб.бр.13)

V_i [m³] – запремина просторије

n_{min} [1/h] – минимални број измена спољнег ваздуха на час

тип просторије	n_{min} [1/h]
дневна соба	0.5
кухиња, купатило са прозором	1.5
канцеларија	1.0
соба за састанке, уционица	2.0

Таб. бр.13 минимални број измена спољнег ваздуха

2.2. Постоји вентилациони систем

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \times f_{v,i} + V_{mech,inf,I} \quad (37)$$

$V_{inf,i}$ – проток ваздуха услед инфилтрације

$V_{inf,i} = 2 \times V_i \times n_{50} \times e_i \times e_i$ [m³/h] (таб.бр.10,бр11,бр12)

V_i [m³] – запремина просторије

n_{50} [1/h] – број измена ваздуха на час услед разлике притиска од 50 Па измедју унутрашњости зграде и околине

-користи се иста табела бр.6

e_i – коефицијент заштите

- користи се иста табела као бр.7

e_i – корекциони фактор за висину зграде, који узима у обзир пораст брзине ветра при порасту висине просторије у односу на ниво тла.

-користи се табела бр.8

$V_{su,i}$ [m³/h] – проток убацног ваздуха

$V_{mech,inf,i}$ [m³/h] – висак протока избацног у односу на убацни ваздух

$V_{mech,inf,i} = \max(V_{ex}, V_{su})$

$V_{ex,i}$ [m³/h] – проток избацног ваздуха

$f_{v,i}$ - температурски редукциони фактор

$$f_{v,i} = \frac{T_u - T_{ub}}{T_u - T_s} \quad (38)$$

T_u – унутрасња температура

T_{ub} – температура убацног ваздуха

T_s – спољна пројектна температура

Пројектно тоplotно оптерећење за цео објекат

Прорацун пројектног тоplotног оптерећења за објекат не би требао да узме у обзир трансмисиону или вентилациону тоplotу резмењену измдју просторија у објекту.

Пројектно тоplotно оптерећење за цео објекат рацуна се по формули:

$$F_{HL} = \sum F_{T,i} + \sum F_{v,i} + \sum F_{RH,i} \quad [W] \quad (39)$$

$\sum F_{T,i}$ - Сума свих трансмисионих губитака топлоте без трансмисионих губитака измедју разних делова унутар објекта

$\sum F_{v,i}$ - Сума свих вентилационих губитака топлоте без вентилационих губитака измедју разних делова унутар објекта

$\sum F_{RH,i}$ - Сума свих капацитета неопходних за компензацију прекида грејања

У овој једначини се подразумева укупни проток ваздуха за цео објекат. Пошто је прорацун количина ваздуха за сваку просторију заснован на најнеповољнијем случају, било би неодговарајуће сабрати све те количине ваздуха за цео објекат, пошто се најнеповољнији сценарио не догадја истовремено за све просторије у објекту.

Количина ваздуха за цео објекат се рацуна према сл једначинама:

објекат без вентилационог система:

$$\sum V_i = \max(0.5 \times S V_{inf,i}, S V_{min,i}) \quad (40)$$

објекат са вентилационим системом:

$$\sum V_i = 0.5 \times \sum V_{inf,i} + (1 - h_v) \times \sum V_{su,i} + \sum V_{mech,I} \quad (41)$$

h_v – ефикасност система за повратак топлоте избацног ваздуха

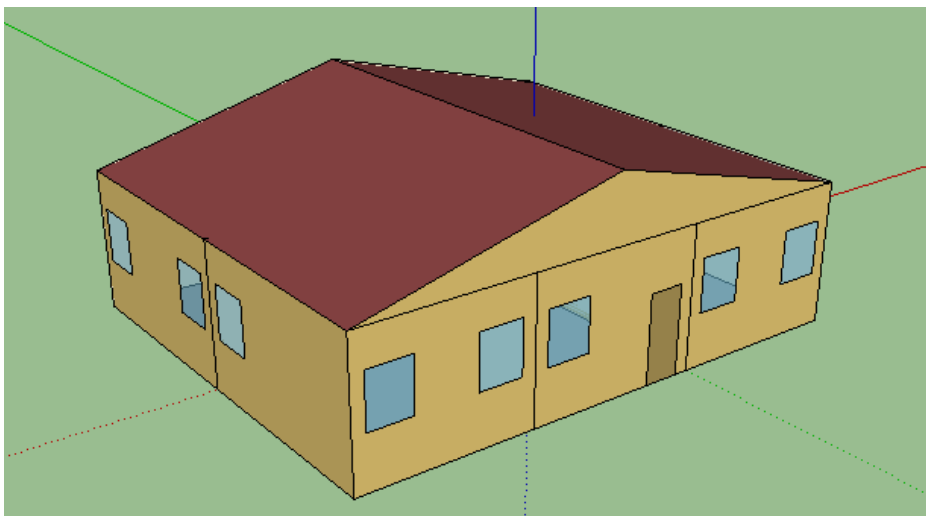
У случају да нема систем за повратак топлоте избацног ваздуха, коефицијент

$$h_v = 0$$

6 Опис анализираног објекта

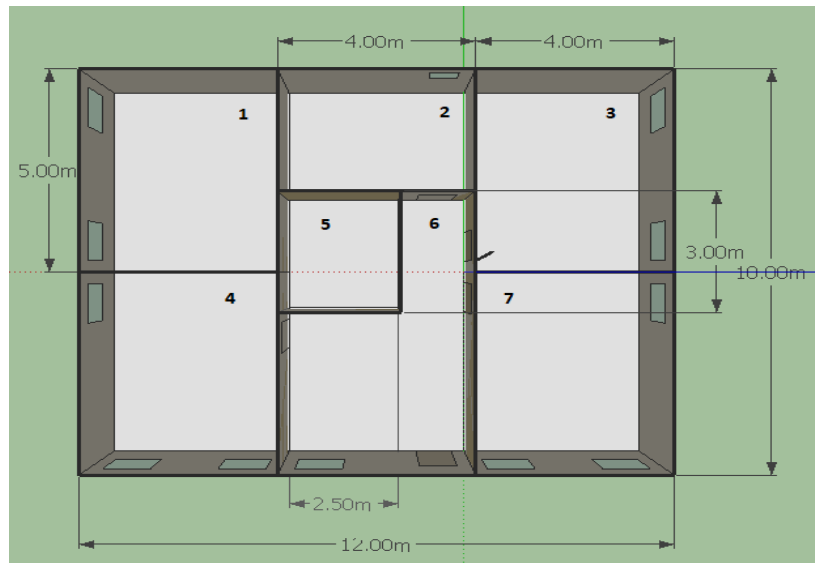
6.1 Грађевниска физика анализираног објекта

Дати објекат је једноспратна приземна куца укупне површине 120 m².



Слика бр.23 Спољни изглед куће

Станбена кућа (Слика бр.25) поседује један етаж (приземље). На етажи се налази један стан са распоредом просторија (Слика бр.26). Улазна врата су оријентисана према југу. Кућа је намењена сталном боравку четворочлане породице.



Слика бр.24 Распоред просторија

- Спољни зид се састоји од: фасадног малтера, кречног малтера, стирпора, гитер блока, кречног малтера, коефицијент пролаза топлоте је $U=0.41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Унутрасњи зид састоји се од: кречног малтера, гитер блока, кречног малтера, , коефицијент пролаза топлоте је $U=1.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Унутрасњи зид плочице састоји се од: кречног малтера, гитер блока, кречног малтера, керамичке плочице, коефицијент пролаза топлоте је $U=1.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Под на тлу паркет састоји се од: шљунака, неармираног бетона, пвц фолије, стиродур, цементне косуљице, паркета, коефицијент пролаза топлоте је $U=0.42 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Под на тлу паркет састоји се од: шљунака, неармираног бетона, пвц фолије, стиродур, цементне косуљице, керамичке плочице, коефицијент пролаза топлоте је $U=0.48 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.
- Таван се састоји од: стиродур таван, монта, армирани бетон, кречни малтерКров:цреп, ваздушни простор, стаклена вуна, гипсане плоче, коефицијент пролаза топлоте је $U=0.46 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Врата су изграђена од боровине, коефицијента пролаза топлоте $U=2.3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Прозори, коефицијента пролаза топлоте $U=1.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, двоструко су застакљени (дебљина стакла 4 mm) и пуњени су криптоном (дебљина слоја гаса 8 mm).
- Према распореду (слика 24) прсторија 1 је дневна соба, просторија 2 је соба за спавање 1, просторија 3 је соба за спавање 2, просторија 4 је купатило, просторија 5 је кухиња, просторија 6 је ходник
- Вентилација, број измена у тоалету је 1/h, у осталим просторијама је 0.7/ h

6.2 Локација стамбене куће

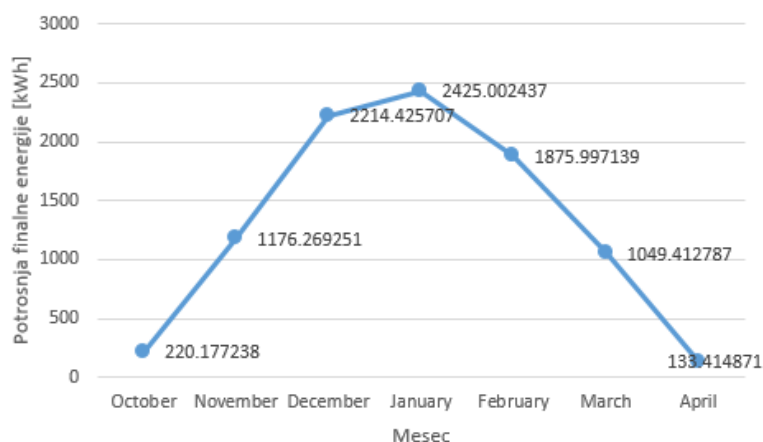
Како се анализирана пасивна стамбена зграда налази у Крагујевцу (Шумадијски округ, Шумадија и Западна Србија), у овире програмског пакета . EnergyPlus коришћен је метеоролошки фајл YUG_Kragujevac_MN5EPW.ep

Крагујевац (са временском зоном GMT+1 h) карактерише умерено континентална клима са израженим годишњим добима. Лета су топла и влажна, при чему температура достиже $+37^{\circ}\text{S}$. Са друге стране, зиме су хладне (температура се спушта до -12°S) и са снегом. Град се налази $44^{\circ}02' \text{ N}$ и $20^{\circ}92' \text{ E}$. Надморска висина на којој је Крагујевац смештен је 209 m

Губици по просторијама за спољњу пројектну температуру су:

	Calculated Design Load [W]
SS1	1894.37
DS	2012.23
KUPATILO	2700.03
KUHINJA	1124.81
SS2	1846.57
SS3	2045.78

Таб. бр.14 Губици по EnergyPlus-у



Слика бр. 25 Дијаграм укупниг губитака по месецима грејне сезоне

7 Резултати прорачуна

Резултати прорачуна према спољној пројектон температур:

7.1 Резултати Energyplus(ASHRAE)

Резултати топлотинх губитака добијени у софтверу Energyplus по стандардној норми ASHRAE:

	PROSTORIJA	Q _{uk} (W)
DS	DNEVNA SOBA	2012.23
SS1	SPAVACA SOBA	1894.37
SS2	SPAVACA SOBA	1846.57
SS3	SPAVACA SOBA	2045.78
KUP	KUPATILO	2700.03
KUH	KUHINJA	1124.81
	Ukupno	11623.79

Таб. бр.15 Резултати у Energyplus-у(ASHRAE)

7.2 Резултати Excel(Din4701)

Резултати топлотинх губитака добијени у Excel-у по стандардној норми Din4701:

red. Broj	PROSTORIJA		Q _{uk} W	Q+20%
DS	DNEVNA SOBA		1763	2469
SS1	SPAVACA SOBA		1810	2534
SS2	SPAVACA SOBA		1733	2427
SS3	SPAVACA SOBA		1915	2682
KUH	KUHINJA		243	341
KUP	KUPATILO		1054	1475

Ukupno	PRIZEMLJE	8519	11926
--------	-----------	------	-------

Таб. бр.16 Резултати у Excel-у (Din4701)

Предлог грејних тела:

broj radijatora	PANELNI 22	600-22 po 1 radijatoru	600-22 usvojeno	Snaga radijatora W	UKUPNO m1	PANELNI 22
2	2.0	1.0	1.0	1231	2.0	2,462
2	2.1	1.0	1.0	1231	2.0	2,462
2	2.0	1.0	1.0	1231	2.0	2,462
2	2.2	1.1	1.2	1477	2.4	2,954
1	0.3	0.3	0.4	492	0.4	492
1	1.2	1.2	1.2	1477	1.2	1,477

	PANELNI UKUPNA SNAGA
	2462
	2462
	2462
	2954
	492
	1477

10			6		10		Ukupno	12310
----	--	--	---	--	----	--	--------	-------

Таб. бр.17 Предлог грејних тела

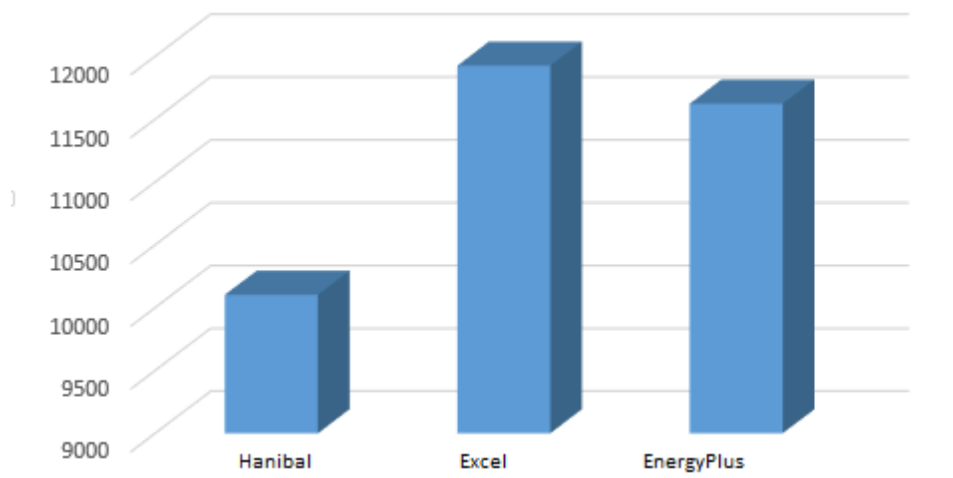
7.3 Резултати HanibalSoft(EN12831)

Резултати топлотинх губитака добијени у софтверу HanibalSoft по стандардној норми EN12831:

1. PRIZEMLJE							
Br.	Naziv	P [m2]	Visina [m]	Qt [W]	Qv [W]	Qrh [W]	Quk [W]
1	SS1	20	3.2	1133	382	400	1915
2	SS2	20	3.2	923	382	400	1705
3	SS3	20	3.2	1343	382	400	2125
4	DS	20	3.2	1401	382	400	2183
5	KUH	7.5	3.2	459	144	150	753
6	KUP	12	3.2	927	254	240	1421

UKUPNO							
UKUPNO	99.5			6186	1926	1990	10102

Таб. бр.18 Резултати у HanibalSoft-у (EN12831)



Слика бр. 26 упоређивање губитака

По резултатима најмање вредности добијамо помоћу HanibalSoft-a(EN12831) у односу на Excel(DIN4701) и Energyplus(ASHRAE). Разлика је знатна између HanibalSoft-a и Excel-a: 1824 [w], као и између HanibalSoft-a и Energyplus-a : 1521.79 [w]. Док је разлика између Excel-a и Energyplus-a знатно мања: 302.21.

8 Закључак

Програмски пакети попут EnergyPlus-a, HanibalSofta су изузето корисни данас, и налазе огромну примену готово у свакој области када је неопходно прорачунати потрошњу енергије, ефикасност објеката, итд. Али су и даље релевантне старије методе прорачуна помоћу ексела, које и даље могу да се користе ако је прецизно постављен прорачун.

Данас када се веома води рачуна о енергетској ефикасности како би се трошкови плаћања енергената и одржавања система смањили, а све то за крајњи циљ има смањење нарушавања животне средине, овакви програмски пакети су веома корисни, јер могу да дају веома прецизне податке којима ће нам разбистрити слику о свим параметрима о којима треба водити рачуна приликом планирања енергетске ефикасности објеката.

9 Литература

- [1] Б.Тодоровић, Пројектовање постројења за централно грејање, Машински факултет, Београд 2009.
- [2] Рангел, Спренгер, Сцградек, Чешерковић, Грејанје и климатизација, интерклима доо, Врњачка Бања 2012.
- [3] Рангел, Спренгер, Сцградек, Чешерковић, Грејанје и климатизација, интерклима доо, Врњачка Бања 2002.
- [4] М.Богнер, М.Миладиновић, Површинско грејање и хлађење, RENAУ, Београд 2009.
- [5] ASHRAE, Book of fundamentals, Washington, ASHRAE 2009.
- [6] https://energyplus.net/sites/default/files/pdfs_v8.3.0/EngineeringReference.pdf Приступљено 09.01.2019.
- [7] <http://dl.icdst.org/pdfs/files/c2b6560ee95556964da2d6bc7d6f0a21.pdf> Приступљено 09.01.2019.
- [8] <https://izdanja.smeits.rs/index.php/kgh/article/download/2048/2060/> Приступљено 09.01.2019.
- [9] <https://www.cedengineering.com/userfiles/Cooling%20Load%20Calculations%20and%20Principles.pdf> Приступљено 09.01.2019.