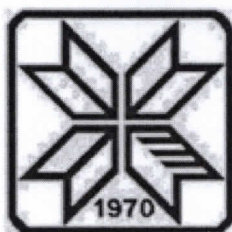


ПРИМЉЕНО: 27. 02. 2023			
ОРГ ЈЕДИН	БРОЈ	ПРОЈЕКТ	ВРЕДНОСТ
	231/1		



Факултет техничких наука

Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Мировици

Специјалистичке академске студије

Одрживост и отпорност грађене средине

Косовска Митровица

**Анализа услова унутрашњег окружења услед унапређења
термотехничких система код школских објеката на подручју
Шумадијског округа**

Специјалистички рад

Студент

Милија Радовић, дипл.инж.маш.

Фебруар, 2023. год.



Faculty of Technical Sciences
University of Pristina in Kosovska Mitrovica
Specialist Academic Studies
Sustainability and Resilience of the Built Environment
Kosovska Mitrovica

**Analysis of the conditions of the internal environment due to the
improvement of thermotechnical systems at school facilities in the
Šumadija district**

Specialist thesis

Student

Милија Радовић, mechanical engineer

February, 2023

Апстракт:

Анализом литературе, стручних и научних радова, установљено је да се енергетској ефикасност посвећује све већа пажња. Када су у питању школски објекти, анализа се своди на унапређење термике зграде, испитивања термичког омотача и могућности унапређења истог. Од великог је значаја истражити услове унутрашњег окружења, термички комфор, имајући у виду да су управо ученички простори простори за рад и вишечасовни боравак млађе популације. Постоје истраживања која се односе на испитивање продуктивности у ученичким просторима у односу на услове комфора у њима. Овај рад даје основ и за истраживања тог типа, анализира репрезентативне моделе школа изграђених у првој половини двадесетог века, бави се пре свега анализом термичког комфора у ученичким просторима користећи алате енергетског моделовања у софтверском пакету Design Builder. У раду се истражују услови термичког комфора услед унапређења система грејања и анализира унапређено стање објекта по питању комфора и потрошње енергије за грејање након замене постојећег система и инсталације система грејања где се као извор користи топлотна пумпа.

Кључне речи: школе, системи грејања, комфор, енергетско моделовање.

Abstract:

The analysis of literature, professional and scientific papers has established that energy efficiency is increasingly being researched, with a special emphasis on public buildings. When it comes to school buildings, the analysis comes down to the improvement of building thermals in the context of testing the thermal envelope and the possibility of improving it. It is very important to investigate the conditions of the internal environment, thermal conditions, bearing in mind that student spaces are spaces for the work of the younger population. There is research related to the examination of productivity in student spaces in relation to the conditions of comfort in them. This paper provides a basis for this purpose as well, analyzes representative models of schools built in the first half of the twentieth century, gives an overview of thermal comfort analysis through energy modeling done in software package Design Builder. Thermal comfort conditions due to the improvement of the heating system are being investigated. The improved condition of the building is analyzed in terms of comfort and heating energy consumption after replacing the existing system and installing a heating system where a heat pump is used as a source.

Key words: *schools, heating systems, comfort, energy modeling.*

САДРЖАЈ

СКРАЋЕНИЦЕ, ОЗНАКЕ И СИМБОЛИ

ПОПИС СЛИКА И ТАБЕЛА

1 УВОДНО ОБРАЗЛОЖЕЊЕ

- 1.1. Објашњење појмова, повод и актуелност теме
- 1.2. Проблем и предмет истраживања
- 1.3. Циљ истраживања
- 1.4. Задаци истраживања
- 1.5. Истраживачка питања
- 1.6. Методе истраживања

2 УЛАЗНИ ПАРАМЕТРИ ИСТРАЖИВАЊА

- 2.1. Климатске карактеристике подручја у коме се налазе школски објекти
- 2.2. Преглед законске регулативе, правилника и стандарда у области енергетске ефикасности и школских зграда
 - 2.2.1. Законска регулатива у Србији
 - 2.2.2. Законска регулатива у свету
- 2.3. Термотехнички системи у школским зградама
 - 2.3.1. Врсте горива и системи грејања
 - 2.3.2. Могуће унапређење енергетске ефикасности унапређењем термотехничких система
- 2.4. Анализа услова комфора за школске објекте
 - 2.4.1. Топлотни комфор
 - 2.4.2. Хигијенски комфор

3 ШКОЛСКЕ ЗГРАДЕ У СРБИЈИ

- 3.1. Типологија школских објеката у Србији
- 3.2. Намена простора у школским објектима

4 РЕПРЕЗЕНТАТИВНИ МОДЕЛИ ШКОЛСКИХ ЗГРАДА МОДЕЛ С1 И С2

4.1. Динамичке симулације

4.2. МОДЕЛ С1 Постојеће стање

4.2.1. Термички омотач и термотехнички системи модела С1

4.2.2. Потрошња енергије за грејање

4.2.3. Услови комфора постојећег стања за ученичке просторе модела С1

4.3. МОДЕЛ С2 Постојеће стање

4.3.1. Термички омотач модела и термотехнички системи модела С2

4.3.2. Потрошња енергије за грејање

4.3.3. Услови комфора постојећег стања за ученичке просторе модела С2

5 АНАЛИЗА УСЛОВА УНУТРАШЊЕГ ОКРУЖЕЊА УСЛЕД ЗАМЕНЕ ТЕРМОТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

5.1. Унапређење термотехничких система

5.1.1. МОДЕЛ С1Н

5.1.1.1. Потрошња енергије за грејање

5.1.1.2. Анализа услова термичког комфора

5.1.2. МОДЕЛ С2Н

5.1.2.1. Потрошња енергије за грејање

5.1.2.2. Анализа услова термичког комфора

5.2. Упоредна анализа резултата потрошње енергије, комфора и коментар на постојеће и унапређено стање

6 ЗАКЉУЧАК

7 ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

8 ПРИЛОЗИ

СКРАЋЕНИЦЕ, ОЗНАКЕ И СИМБОЛИ

Скраћенице

ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers</i> (Америчка асоцијација инжењера за грејање, хлађење и климатизацију)
BRECSU	<i>Building Research Energy Conservation Support Unit</i> (Јединица за подршку очувању енергије у истраживању зграда)
EE	<i>Energy Efficiency</i> (Енергетска ефикасност)
EPBD	<i>Energy Performance Building Directive</i> (Директива о енергетским перформансама зграда)
EPA	<i>American Protection Agency</i> (Америчка агенција за заштиту)
EUROSTAT	<i>Energy Yearly Statistics</i> (Годишња статистика по питању енергије)
PPD	<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i> (Предвиђени проценат незадовољних)
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i> (Предвиђени средњи глас)
Правилник о ЕЕ	Правилник о енергетској ефикасности зграда (Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011)
RA	Расхладни агрегат
TVOC	<i>Total Volatile Compounds</i> (Укупна испарљива једињења)
USGBC	<i>U.S. Green Building Council</i> (Савет за зелену градњу САД)
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Оквирна конвенција Уједињених нација о климатским променама)
HVAC	<i>Heating Ventilation Air-conditioning</i> (Грејање Вентилација Клима)
COP	за мерење према ARI еквивалентно EER без додате ел. снаге
CPC	<i>Central Product Classification, United Nations</i> (Централна класификација производа, Уједињене нације)
CR	<i>Committee Report</i> (Извештај одбора)
CIBSE	<i>Chartered Institution of Building Services Engineers</i> (Овлашћена институција за инжењере грађевинских услуга)

Ознаке

$Q_{H,nd}$	Годишња потребна енергија за грејање зграде [kWh/a]
$Q_{H,an}$	Специфична годишња потребна енергија за грејање [kWh/m ² a]
U	Коефицијент пролаза топлоте [W/m ² K]
n	Број измена ваздуха [h ⁻¹]
F_{xi}	Фактор корекције температуре
f_o	Фактор облика зграде [m ⁻¹]
A	Површина [m ²]
V	Запремина [m ³]

ПОПИС СЛИКА И ТАБЕЛА

Попис слика:

Слика 1. Заступљеност покривености школских зграда грејањем [%] Извор: Јовановић-Поповић, 2019.

Слика 2. Заступљеност различитих система за грејање у школама [%] Извор: Јовановић-Поповић др., 2019.

Слика 3. Заступљеност основног енергента за грејање школа [%] Извор: Јовановић-Поповић и др., 2019.

Слика 4. Системи грејања у школама за период после 1991. године [%] Извор: Јовановић-Поповић и др., 2019.

Слика 5. Топлотна пумпа ваздух-вода, Извор: Јовановић- Поповић и др., 2019.

Слика 6. Заступљеност школа у односу на период изградње, Извор: Поповић Јовановић, М., и др. (2018) Национална типологија школских зграда Србије, Издавач: Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Слика 7. Модели С1 и С2 моделовани у софтверском пакету Design Builder, Извор: Design Builder, module Layout

Слика 8. Основа и изглед школе Вук Караџић у Книћу, модел С1, Извор: Аутор

Слика 9. Дизајн грејања код модела С1, Извор: Аутор

Слика 10. Дизајн хлађења код модела С1, Извор: Аутор

Слика 11. Параметри рачунања комфора, Извор: Design Builder, CFD Modul

Слика 12. Услови комфора у учионицама, Извор: Design Builder, CFD Modul

Слика 13. Основа и изгледи основне школе Наталија Нана Недељковић, Крагујевац, Извор: Аутор

Слика 14. Дизајн грејања за модел С2, Извор: Извор: Design Builder

Слика 15. Дизајн хлађења за 15.јул, модел С2, Извор: Аутор

Слика 16. Услови комфора за ученичке просторе, Design Builder, Извор: Аутор

Слика 17. Учионице код модела С1Н, DesignBuilder, Layout, Извор: Аутор

Слика 18. Дизајн грејања за модел С1Н, Design Builder, Извор: Аутор

Слика 19. Комфор у ученичким просторима за модел С1Н, Design Builder CFD analysis, Извор: Аутор

Слика 20. Учионице, део објекта, код модела С2Н, DesignBuilder, Layout, Извор: Аутор

Слика 21. Дизајн грејања за модел С2Н, Design Builder, Heating design, Извор: Аутор

Слика 22. Комфор у ученичким просторима за модел С2Н, Design Builder CFD analysis, Извор: Аутор

Попис табела:

Табела 1. Енергетски разреди за школске зграде, Сл. гласник РС 69/12

Табела 2. Препоручени критеријуми квалитета унутрашњег простора, Извор: CIBSE Guide A

Табела 3. Фактори топлотног комфора, SRPS EN 15251

Табела 4. PMV и PPD, ISO 7730

Табела 5. Одавање топлоте за три нивоа активности, за мировање, средње тежак и тежак рад људи, (Тодоровић, 2009.)

Табела 6. Брзина проветравања у зависности од загађења за три категорије зграда, CEN 1752

Табела 7. Дозвољене концентрације CO₂ у просторијама за три категорије зграда, Извор: CEN-CR1752

Табела 8. Класификација нестамбених зграда (Службени гласник РС 22/2015, 2015.)

Табела 9. Карактеристике термичког омотача модела С1и максималне дозвољене U вредности, Извор: Аутор

Табела 10. Основне карактеристике постојећег система грејања, Извор: Аутор

Табела 11. Карактеристике термичког омотача модела С2и максималне дозвољене вредности коефицијента пролаза топлоте U_{max} (W/m^2K), Извор: Аутор

Табела 12. Основне карактеристике постојећег система грејања, Извор: Аутор

Табела 13. Параметри кгх система услед унапређења, Извор: Аутор

Табела 14. Упоредни приказ резултата потрошње енергије за С1, С2, С1Н и С2Н, Извор: Аутор

Табела 15. Упоредни приказ резултата комфора за С1, С2, С1Н и С2Н, Извор: Аутор

УВОДНО ОБРАЗЛОЖЕЊЕ

1.1.Објашњење појмова, повод и актуелност теме

Велика потрошња енергије један је од озбиљнијих проблема са којим се глобално друштво данас суочава. Глобално посматрано зграде су одговорне за 50 % укупне потрошње енергије која се углавном утроши на грејање и хлађење објеката. Санација објеката по питању уштеде енергије има веома велики економски и еколошки значај. Уколико се постојећи објекти код којих је након анализе изражена потреба санирају на прави начин потрошња енергије може да се умањи до 90 %. Подразумева се унапређење термичких карактеристика омотача зграде и термотехничких система. На тај начин може се постићи Фактор 10 који представља управо унапређење објеката са постигнутом уштедом енергије од 90 %. (Милетић, 2019)

Термотехнички систем зграде јесте технички подсистем зграде који обухвата инсталације, постројења и опрему за климатизацију, грејање и хлађење као и систем за санитарну топлу воду (СТВ). (Službeni glasnik RS 61/2011, 2011)

Имајући у виду 290 милиона постојећих зграда у свету које треба санирати где је након анализа утврђена прекомерна потрошња енергије долазимо до податка да било каквом санацијом у контексту унапређења енергетске ефикасности имамо значајне уштеде енергије. (ЕС Европа, 2020)

Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграде прописује основне параметре које треба постићи када санирамо објекте. Према члану 10. Правилника „енергетски разред за постојеће зграде, након извођења радова на реконструкцији, доградњи, обнови, адаптацији, санацији и енергетској санацији, мора бити побољшан најмање за један разред.“ У Прилогу истог Правилника табеларно су приказани енергетски разреди за нестамбене и зграде мешовите намене у оквиру којих су зграде намењене образовању. (таб.1) (Službeni glasnik RS 61/2011, 2011)

Поред потрошње енергије значајан аспект који утиче на продуктивност и здравље корисника је испитивање услова унутрашњег окружења након енергетске санације. Овај рад се бави управо испитивањем услова комфора након унапређења енергетских перформанси, унапређењем дела термотехничких система код школских зграда.

У Србији је спроведена студија у оквиру пројекта Немачко- српске сарадње (GIZ) где је направљена и анализирана база од 1857 школских зграда од укупно 3890 школа у Србији. Зграде су различите старости а највећи број је изграђен у периоду од 1946. до 1970. године. (Energetski portal, 2018) Анализа ове и претходних студија показује да школске зграде имају лош квалитет ваздуха у затвореном простору због велике густине окупираности, застарелости уграђених система и лошег стања у коме се налази термички омотач, нарочито у учионицама. Може се закључити и нагласити потреба за студијом која би се бавила анализом услова унутрашњег окружења након унапређења енергетских перформанси одређеног типа ове врсте зграда. Уз предложене и у раду дефинисане интервенције анализираће се потрошња енергије за грејање читавог објекта и испитиваће се услови комфора у ученичким просторима. (*EE Platforma/Tipologija Fiskulturnih Sala Školskih Zgrada Srbij*, n.d.)(Jovanović-Popović, M., Ignjatović et al., 2018)

1.2. Проблем и предмет истраживања

Постоји много студија о истраживањима енергетске ефикасности школских зграда. Углавном се све свде на седам кључних тачака када је у питању унапређење енергетске ефикасности; унапређење термичког омотача, кгх система, аутоматизација система за грејање хлађење и осветљење, коришћење дневног светла у највећој могућој мери, контрола осветљења, коришћење геотермалне воде, коришћење соларних панела. (Fabris, 2010)

Република Србија је у сарадњи са Републиком Немачком спровела акцију енергетске санације јавних објеката 2017. године где је предвиђено унапређење енергетске ефикасности 30 до 40 школских зграда. Циљ пројекта је поред смањења потрошње енергије и побољшање услова комфора у ученичким просторима. (Ministarstvo prosvete nauke i tehnološkog razvoja, 2021)

Основно истраживачко питање се односи на мере које се могу применити, а које се тичу система грејања простора у контексту унапређења комфорних услова у учионицама. Истраживању треба дати основне смернице за мере унапређења у постизању бољих услова термичког комфора уколико се установи да они нису адекватни.

Предмет истраживања специјалистичког рада је анализа могућности за остваривање унапређења термичког комфора у зимском периоду у учионицама као и теоријска и аналитичка провера подобности примењене мере унапређења система грејања за одређени тип школа изграђених у првој половини 20. века у Шумадијском округу.

Теоријско одређење предмета истраживања обухвата анализу школских објеката, типологије школа и услова комфора у њима као и формирање стратегије за испитивање могућих мера и ефеката тог унапређења у контексту термичког комфора.

Просторно одређење предмета истраживања ограничено је на подручје Шумадијског округа, због климатских услова који се морају прецизирати и који су један од кључних фактора за енергетске симулације и испитивање комфорних услова.

Практични **проблеми овог истраживања** су недовољно обрађен аспект енергетске ефикасности школских објеката и потпуно непостојање третмана овог аспекта у домаћој литератури. Значајан проблем је и скудан број енергетски ефикасних школа у Србији, непостојање пројектне документације изведеног стања објекта која би умногоме олакшала коришћење расположивих система компјутерских симулација енергетских перформанси зграде. Такође, проблем је и оскудност законске регулативе која би се бавила школским зградама и условима комфора у њима.

1.3. Циљ истраживања

Основни циљ овог истраживања је испитивање примене унапређених термотехничких система код одређеног типа школске зграде према којима се испитују услови термичког комфора у ученичким просторима на основу којих се утврђује најоптималније решење и обим будућих интервенција по питању енергетске санације. Првенствени задатак овог рада је истраживање оптималних могућности примене енергетски ефикасних мера у енергетској санацији постојећих школских зграда не третирајући термички омотач већ само системе

грејања код основних школа, изграђених у првој половини 20. века на подручју Шумадијског округа. На основу изнетог циљеви су:

- Преглед домаће и иностране легислативе у вези са школским зградама и енергетском ефикасношћу;
- Прикупљање информација о школским објектима заступљеним у шумадијском округу;
- Проучавање услова комфора код школских објеката;
- Проучавање термотехничких система код школских објеката кроз израду динамичких симулација.

1.4. Задаци истраживања

Основни задатак је приказивање значаја енергетске санације одређеног типа школских зграда базираног на унапређењу термотехничких система код постојећих објеката кроз призму услова термичког комфора у ученичким просторима. Из овог задатка проистичу следећи задаци:

- Анализа резултата санације школских зграда путем динамичких симулација;
- Идентификација, анализа и прорачун могућих интервенција на термотехничким системима, нарочито системима грејања, који ће се применити код одређеног типа школских објеката за подручје Шумадијског округа.

1.5. Истраживачка питања

Полазне хипотезе формиране су након темељног разматрања предмета истраживања и анализирања могућих система грејања који су примењиви на подручју Шумадијског округа и школама за основно образовање.

Основна хипотеза истраживања је:

- *Унапређењем термотехничких система, одабиром одговарајућих система грејања, не третирајући термички омотач објекта, могуће је унапредити услове термичког комфора у школама.*

Такође, истраживање се заснива и на помоћним хипотезама:

- *Коришћењем топлотних пумпи ваздух – вода, као унапређених система у односу на постојеће системе могуће је остварити уштеду енергије од 20 %.*
- *У раду успостављена методологија и предложене мере унапређења система грејања омогућавају одређивање типова школа које су најподобније за примену предложеног система грејања у контексту уштеде енергије и унапређење термичког комфора.*

Поменуте хипотезе су постављене на основу дугогодишњег искуства и анализе примера овог типа објеката у оквиру области енергетске санације.

1.6. Методе истраживања

Ово истраживање ће се спровести у три правца.

Први правац је теоријско разматрање питања енергетске ефикасности школских зграда, климатских карактеристика, легислативе, услова комфора са посебним освртом на термички комфор и истраживања када су у питању термотехнички системи, системи грејања код школских објеката у Србији.

Други правац се огледа у прикупљању података и анализи постојећег стања одређених репрезентативних узорака школских објекта шумадијског округа на којима ће се вршити дефинисано унапређење термотехничких система, односно система грејања, не узимајући у обзир унапређење термичког омотача објекта.

Како би се постигли резултати, упоредило постојеће стање школских зграда и стање након примене унапређених термотехничких система спроводи се трећи правац истраживања. Испитују се услови комфора постојећег и унапређеног стања, као и потрошња енергије за грејање. Испитивани су и израчунавани резултати путем динамичких симулација. Енергетско моделовање, динамичке симулације објеката спровешће се у софтверском пакету DesignBuilder верзија 5.0.3.007.

2 УЛАЗНИ ПАРАМЕТРИ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Климатске карактеристике подручја у коме се налазе школски објекти

Школски објекти који се анализирају у погледу унапређења енергетске ефикасности кроз замену система грејања и у контексту постизања комфорнијих услова се налазе у општини Крагујевац у Србији.

Крагујевац је културни, образовни и привредни центар Шумадије и Поморавља. Град се налази у централном делу Србије између Рудника, Црног врха и Гледичких планина, на надморској висини од 173-220 m.

Заступљену умерено континенталну климу карактерише просечна годишња температура ваздуха од +11.5°C, најтоплији месец је јул од +27°C а најхладнији јануар са температуром од -5°C. Највећи број сунчаних сати је у току месеца јуна и то јун 8.8 h/dan. Највише падавина је забележено у јуну са просеком од 83 l/m². (***) Kragujevac online, 2012)

Приликом анализе и динамичких симулација узимају се просечне месечне температуре за најхладнији и најтоплији дан у селектованој години.

2.2.Преглед законске регулативе у области енергетске ефикасности и школских зграда

2.2.1. Законска регулатива у Србији

Законска регулатива која дефинише и утврђује параметре енергетске ефикасности а између осталог обухвата и школске зграде је многобројна. Поменућемо *Националну стратегију одрживог развоја* која као базични документ истиче значај примене чистих ефикасних технологија, обновљивих извора енергије, истиче значај уштеде енергије, енергетске ефикасности и одрживости у свим њеним сегментима. (Službeni glasnik RS 47/2019, 2019.)

Поред Националне стратегије одрживог развоја *Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2030.* је један од главних приоритета Владе са циљем да смањи потрошњу енергије и повећа енергетску ефикасност зграда. (Službeni glasnik RS 101/2015, 2015.)

Закон о ефикасном коришћењу енергије регулише локално енергетско планирање. Локална самоуправа је обавезна да формира програм како постићи енергетску ефикасност зграда на њеном подручју. Програм треба да садржи циљеве који се постижу на нивоу плана енергетске санације, одржавања јавних објеката, јавних служби и предузећа. (Službeni glasnik RS 25/2013, 2013.)

Поред ових Закона *Закон о енергетици* даје опште смернице локалној самоуправи у погледу енергетске ефикасности, где локална самоуправа након захтева Министарства доставља податке о стратегијама по питању постизања енергетског биланса у оквиру својих планова. (Službeni glasnik RS 145/2014, 2014.)

Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (2011)

Правилник регулише услове на основу којих се израђује енергетски пасош зграда. Према потрошњи енергије за грејање на годишњем нивоу утврђује се енергетски разред зграда. (Službeni glasnik RS 61/2011, 2011)

Табела 1. Енергетски разреди за школске зграде, Сл. гласник РС 69/12

Зграде намењене образовању		Нове	Постојеће
Енергетски разред	$Q_{hnd\ rel}[\%]$	$Q_{hnd}[\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}]$	$Q_{hnd}[\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}]$
A	≤ 15	≤ 10	≤ 12
A	≤ 25	≤ 17	≤ 20
B	≤ 50	≤ 33	≤ 38
C	≤ 100	≤ 65	≤ 75
D	≤ 150	≤ 98	≤ 113
E	≤ 200	≤ 130	≤ 150
F	≤ 250	≤ 163	≤ 188
G	≤ 250	≤ 163	≤ 188

Правилник о енергетској ефикасности зграда, Службени гласник 61/2011

Правилник даје упутства и ближе прописује методологију рада приликом израде елабората о енергетској ефикасности зграда као и приказ енергетских својстава објеката и емисију CO₂ која настаје приликом рада термотехничких система у зградама.

2.2.2. Законска регулатива у свету

Основни документ који се примењује када је у питању постизање енергетске ефикасности зграда је *Регулатива о енергетским перформансама објеката*, EPBD 2002/91. (Energy Performance of Building Directive 2002/91)¹ затим унапређена *Регулатива о енергетским својствима зграда* EPBD 2010/31/EU.

За постојеће објекте, у овом случају основне школе, дозвољене су обимније обнове које представљају 25 % од укупне вредности радова санације.

Овај рад се бави комфорним условима првенствено ученичких простора. Термички комфор је дефинисан стандардом ASHRAE 55 (*American Society of Heating Ventilation and Air Conditioning Engineers*). Хигијенски комфор дефинише стандард ASHRAE 62.

Вентилацију зграда као и критеријуме за пројектовање објеката и услове унутрашњег окружења дефинише стандард CEN CR 1752 (*Committee Report, Ventilation for buildings, Design criteria for the indoor environment*).

Стандард CEN CR 1752 одређује три врсте објеката А, Б или Ц у зависности од количине загађења у простору. (*више у делу о условима комфора за школске објекте*)

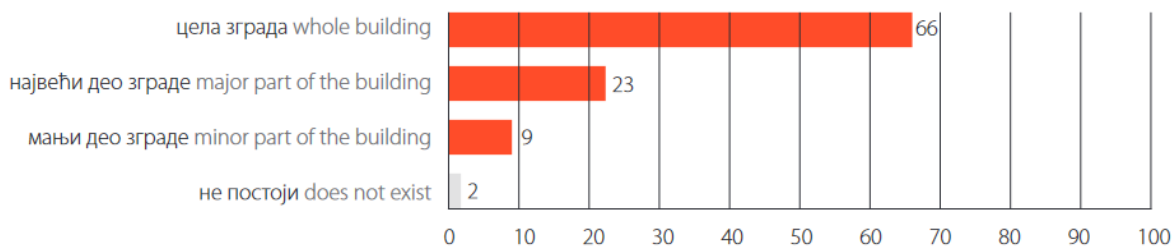
2.3. Термотехнички системи у школским зградама

Термотехнички системи који се односе на инсталације грејања, климатизације, вентилације, припрему санитарне топле воде у школама у Србији су делимично заступљени. Климатизација и вентилација постоје у објектима новије градње и карактеристичне су за период изградње након 2000. године. Припрема потрошне

¹ General regulation on the energy performance of the buildings, Directive 2002/91

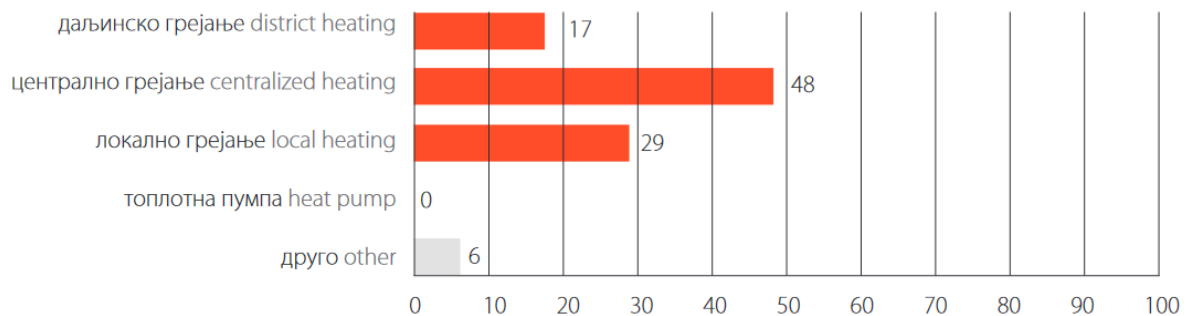
санитарне воде је заступљена спорадично и извршава се локално путем накнадно инсталираних бојлера за грејање воде.

У Србији, у већини школа постоји инсталација грејања у целој или највећем делу школске зграде. Анализом школских објеката утврђено је да 66% школских зграда има инсталације у читавом објекту. (сл. 1)



Слика 1. Заступљеност покривености школских зграда грејањем [%] Извор: Јовановић- Поповић, 2019.

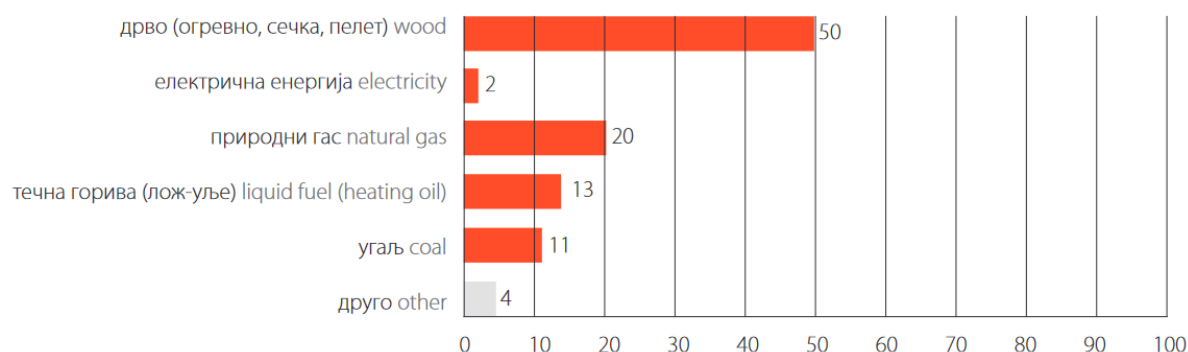
Такође, већина школа има старе инсталације, тако да је степен искоришћења горива мали. Углавном је у питању систем централног грејања са сопственом котларницом. Осим система централног грејања, најзаступљенији су системи локалног и даљинског грејања (сл. 2)



Слика 2. Заступљеност различитих система за грејање у школама [%] Извор: Јовановић- Поповић и др., 2019.

2.3.1. Врсте горива и постојећи системи грејања

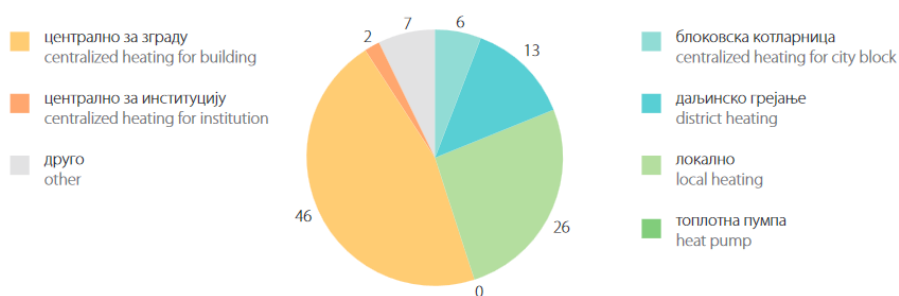
Најзаступљенија горива су дрво (у скоро половини анализираних школских зграда), а затим природни гас. Остали енергенти, течна горива, угаљ или електрична енергија су знатно ређе заступљени (сл 3.)



Слика 3. Заступљеност основног енергента за грејање школа [%] Извор: Јовановић- Поповић и др., 2019.

Од 1991. године, до данас, све школе су опремљене инсталацијама које загревају целу зграду или њен већи део који се првенствено односи на ученичке просторе и просторе управе.

Систем грејања је углавном централни са сопственом котларницом. (сл. 4)

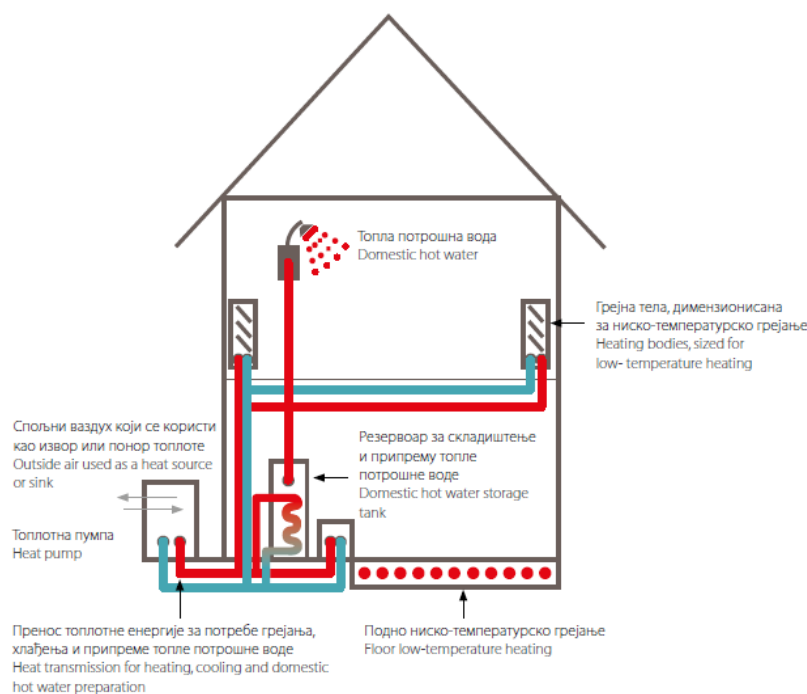


Слика 4. Системи грејања у школама за период после 1991. године [%] Извор: Јовановић- Поповић и др., 2019.

2.3.2. Могуће унапређење енергетске ефикасности унапређењем термотехничких система

У новије време анализирају се системи за употребу обновљивих извора енергије. Анализом постојећих система установљена је превелика потрошња енергије за грејање и с тим у вези могућности употребе топлотних пумпи које се дефинишу према Директиви 2010/31/EУ о енергетским перформансама зграда² као врло ефикасни системи којима снабдевамо зграду енергијом, користећи топлоту из окружења (ваздух, земља, вода) на ниској температури помоћу компресора са погоном на електричну енергију, предајући систему грејања енергију на вишој температури. (Directive 2010/31/EU, 2010.)

Топлотна пумпа ваздух-вода је погодно решење за грејање објеката попут школа као главни тј. једини извор енергије за грајање. (сл. 5).



Слика 5. Топлотна пумпа ваздух-вода, Извор: Јовановић- Поповић и др., 2019.

² Directive 2009/31 EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of the Buildings

Спољни ваздух је најприступачнији извор топлоте за овај тип топлотне пумпе. За коришћење ваздуха користи се топлотни апарат који служи за размену енергије између расхладног флуида и ваздуха, чија је разлика у температури од 5 до 10 степени.

2.4. Анализа услова комфора за школске објекте

Комфор подразумева термику, визуелну перцепцију, квалитетан ваздух, примерену буку. Под појмом комфора подразумева се топлотни, визуелни односно светлосни, ваздушни, просторни, акустични аспект.

„Топлотни комфор представља психолошко стање које одговара угодном осећају топлотних услова у простору односно, којима је постигнута топлотна равнотежа организма. Објективни параметри топлотног комфора су: температура ваздуха, средња температура зрачења површина, брзина кретања ваздуха и влажност ваздуха“ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Službeni glasnik RS 61/2011, 2011.)

Основни показатељ квалитета унутрашњег окружења је проценат незадовољних комфором (Predicted Percentage of Dissatisfied- PPD) који се одређује за сваку категорију комфора посебно.³

Поменути су неки стандарди који указују на критеријуме и параметре у постизању оптималних услова унутрашњег окружења. За сваки појединачни комфор коришћени су одређени стандарди приликом динамичких симулација:

Топлотни комфор- овом врстом комфора баве се три међународна стандарда: SRPS EN ISO 7730- Ергономија термичког окружења- аналитичко утврђивање и интерпретација термичког комфора користећи ПМВ и ППД параметре и локалне критеријуме (*Ergonomics of the thermal environment- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal criteria*) затим ASHRAE standard 55 и CEN EN 15251,

³ Др Жарко Стевановић, Енергетски преглед система грејања и мерења при енергетским прегледима, тематско поглавље 11.1, Инжењерска комора Србије, Београд

Ваздушни комфор- дефинисан је у стандарду CEN CR 1752- Вентилација зграда, критеријуми пројектовања унутрашњег окружења (*Ventilation for Buildings: Design Criteria for the Indoor Environment*),

Светлосни комфор- EN 12193, стандард о ученичким просторима и осветљењу у њима,

Звучни комфор- Правилник о дозвољеном нивоу буке у животној средини Сл. Гласник 54/92.⁴

ASHRAE 55 дефинише све параметре топлотног комфора; температуру ваздуха, вентилисање простора, влажност, ниво облачења и активности корисника простора.

CIBSE A водич је сажета литература која се бави условима окружења, енергетском ефикасношћу и начинима унапређења свих врста простора у погледу енергетских перформанси и постизања енергетске ефикасности.

У делу 1.4. CIBSE водича у табели 1.5. дате су основне смернице за све врсте комфора као полазни параметри при новопроектовању термотехничких система у ученичким просторима.⁵ Табела 2. представља извод из табеле 1.5. CIBSE A водича.

Табела 2. Препоручени критеријуми квалитета унутрашњег простора, Извор: CIBSE Guide A

Простор	Зимска оперативна температура за активност и ниво облачења			Летња оперативна температура за наведену активност и ниво облачења			Препоручена стопа снабдевања ваздухом / Ls^{-1} по особи	Илуминација lux	Бука dB
	Темп. °C	Активност met	Облачење clo	Температура °C	Активност met	Облачење clo			
<i>Школска зграда</i>									
амфитеатри	19-21	1.4.	1.0.	21-23	1.4.	0.65	10	500	25-35
семинари	19-21	1.4.	1.0.	21-23	1.4.	0.65	10	300	25-35
учионице	19-21	1.4.	1.0.	21-23	1.4.	0.65	10	300	25-35

⁴ Ibid Стевановић. 11.1.

⁵ CIBSE Guide A, Environmental Design, табела 1.5.

Температура је у одређеном опсегу на основу вредности *met* и *clo* и *PMV* +/- 0,25.

Фактори топлотног комфора као што је приказано у табели су: ниво активности (*met*) (представља енергију коју генерише тело), степен изолације одеће (*clo*, ниво и врста гардеробе), влажност ваздуха (процент релативне влажности ваздуха).

2.4.1. Топлотни комфор

Топлотни (термички) комфор је психолошко стање које одговара угодном осећају топлотних услова у простору, односно, којима је постигнута топлотна равнотежа организма.⁶

Термички комфор дефинише температура ваздуха, радијантна температура, струјање ваздуха у простору као и влажност. Температура ваздуха је унутрашња температура простора. Радијантна температура представља неједнакост температуре у простору где средња температура варира у односу на близину површина које одају топлоту и присутности људи у простору. Брзина кретања ваздуха, струјање, је средња брзина ваздуха која прелази преко тела. Влажност ваздуха се изражава преко количине влаге у простору.⁷ Фактори који утичу на топлотни комфор су *PMV* (*Predicted Mean Vote*) и *PPD* (*Predicted Percentage of Dissatisfied*). Критеријуми који одређују ове факторе су дати стандардом *SRPS EN 15251*.⁸

Табела 3. Фактори топлотног комфора, *SRPS EN 15251*

Препоручене вредности топлотног комфора			
Индикатори	Категорија, опис	Топлотни осећај	
		<i>PMV</i>	<i>PPD</i> %
А- високи критеријум	І класа Препоручено за хендикепиране, осетљиве особе	- 0,2 < <i>PMV</i> < +0,2	< 6%
В- средњи критеријум	ІІ Нормални осећај угодности	- 0,5 < <i>PMV</i> < +0,5	< 10%
С- умерени критеријум	ІІІ Прихватљиво	- 0,7 < <i>PMV</i> < +0,7	< 15%
---	ІV Само за кратак период прихватљиво	+0,7 < <i>PMV</i> < - 0,7	> 15%

⁶ Правилник о енергетској ефикасности зграда Сл. Гласник 61/2011, члан 2.

⁷ CIBSE Водич А, Дизајн окружења, термички комфор (CIBSE Guide A Environmental Design 1.2.2. Thermal comfort: annotated definitions of main thermal parameters)

⁸ Доступно на <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/human-thermal-comfort>

PMV је индекс који предвиђа средњу вредност за велики број људи који треба да се усагласе око осећаја угодности на топлотној скали од 7 нивоа. Табела 4. даје вредности и приказује осећај који се јавља код великог броја људи након гласања о угодности који су доживели у простору. (ISO 7730)

Табела 4. PMV и PPD, ISO 7730

Predicted mean vote	Вредност	PMV	PPD %
	-3	Хладно	90
	-2	Свеже	75
	-1	Делимично хладно	25
	0,5	--	10
	0	Неутрално	5
	0,5	--	10
	1	Делимично топло, умерено	25
	2	Топло	75
	3	Вруће	90

PMV је индекс топлотног комфора који се најчешће користи данас.⁹

Према ASHRAE 55 стандарду прихватљиво је да вредност PMV буде у опсегу од -0,5 до +0,5 када је PPD 10 % .

Одавање топлоте од људи је метаболички добитак који се узима у обзир при динамичким симулацијама. На одавање топлоте од људи утичу одевеност, узраст, пол, телесна тежина и физичка активност. За динамичке симулације након одређивања свих ових параметара значајно је утврдити и број људи у простору.

Као мера физичке активности човека уведена је јединица *met*.

$$1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2.^{10}$$

⁹ ISO Standard 7730 (ISO 1984 некада- сада EN ISO 7730: 2006)

¹⁰ Бањац, М. Основе енергетског билансирања зграда, Предавање, Инжењерска комора, Обука за енергетску ефикасност зграда, новембар 2012.

Одавање топлоте од људи за различите физичке активности представљено је у табели 5. Параметри из табеле су коришћени приликом утврђивања полазних тачака за утврђивање услова комфора у ученичким просторима.

Табела 5. Одавање топлоте за три нивоа активности, за мировање, средње тежак и тежак рад људи, (Тодоровић, 2009.)

Активност	Одавање топлоте	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C	28°C	30°C	32°C	34°C
Мировање	Q_s	105	95	85	75	70	58	40	30	15
	Q_l	20	25	35	45	50	62	80	90	105
	Q_u	125	120	120	120	120	120	120	120	120
Средње тешка активност	Q_s	150	140	125	110	80	70	55	35	20
	Q_l	105	120	135	150	175	185	195	210	220
	Q_u	255	260	260	260	255	255	260	245	240
Тешка активност	Q_s	185	170	150	140	120	100	85	70	60
	Q_l	195	210	225	230	245	265	275	285	285
	Q_u	380	380	375	370	365	365	360	355	345

Q_s сензибилна топлота одата од стране људи, Q_l латентна топлота, Q_u укупна топлота коју одају људи

2.4.2. Ваздушни комфор

Ваздушни комфор представља услове којима се обезбеђује потребна количина чистог ваздуха у згради односно којима се обезбеђује квалитет ваздуха који је без ризика по здравље корисника.¹¹

Ваздушни комфор у зградама обезбеђују архитектонске мере, облагање површина пре свега, и природно вентилисање простора као и системи за вентилисање простора.

¹¹ Правилник о енергетској ефикасности зграда „ Службени гласник РС“ 61/2011 члан 2.

Основни критеријуми у стандарду CEN CR 1752 за вентилационе системе дати су у табели 6.¹²

Табела 6. Брзина проветравања у зависности од загађења за три категорије зграда, CEN 1752

Категорија	Окупанти	Материјали који су мање штетни	Материјали који су високо штетни
	Ls/m ²	Ls/m ²	Ls/m ²
А (високо)	1	2	3
Б (средње)	0,7	1,4	2,1
Ц (основно)	0,4	0,8	1,2

Квалитет ваздуха се одређује на основу механичких и хемијских параметара, тј количине недозвољених честица у ваздуху. ASHRAE 62 стандард одређује штетност и присутност дозвољених и штетних честица у ваздуху. Уколико су величине од PM10-10 микрона количина може да износи до 0,05 mg/m³. Хемијске параметре квалитета ваздуха одређује количина радона, олова, карбон монооксида, карбон диоксида, формалдехида, CO₂, TVOC.

Према стандарду CEN-CR1752 дозвољене концентрације CO₂ у ваздуху у просторијама за три категорије зграда дата су у табели 7. (Милетић, 2019.)

Табела 7. Дозвољене концентрације CO₂ у просторијама за три категорије зграда, Извор: CEN-CR1752

CO ₂	M (молски удео, g/g-mola)	A category		B category		C category	
		Mg/m ³	Ppm	Mg/m ³	Ppm	Mg/m ³	Ppm
	44	827	460	1187	660	2140	1190

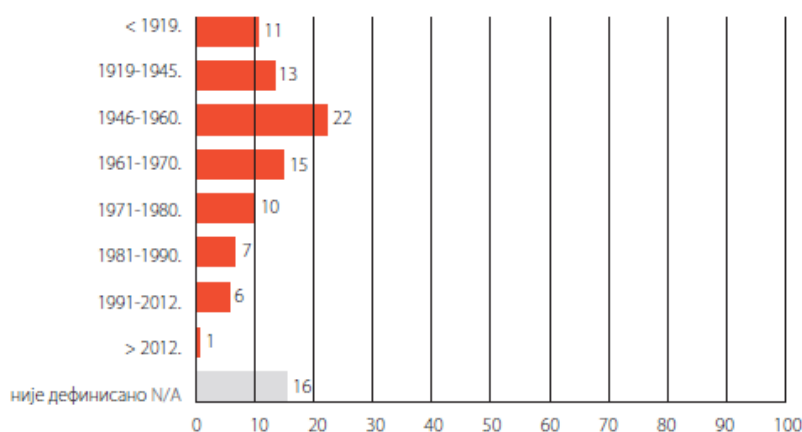
У раду је анализиран термички комфор за учионичке просторе у зимском и летњем периоду.

¹² Извештај ISIAQ-CIB Task Group TG 42 Performance criteria of buildings for health and comfort CIB number 292, 2004.

3 ШКОЛСКЕ ЗГРАДЕ У СРБИЈИ

Статистички годишњак Републике Србије- образовање (РЕФ) а на основу Саопштења за основно школско образовање у Републици Србији која се објављују почетком и крајем школске године приказује базу података од укупно 4444 институција које представљају школе и подружне школе са укупно 6052 објекта. Неке од ових институција не поседују објекте те је укупан број школских зграда у Србији 5474. (Ministarstvo prosvete nauke i tehnološkog razvoja, 2021)

Анализирајући школе може се установити да је велики број ових објеката изграђен у периоду након Првог светског рата, и након Другог светског рата где је изградња ове врсте објеката била најинтензивнија. Слика 6. приказује заступљеност школских зграда у односу на период изградње у Србији.



Слика 6. Заступљеност школа у односу на период изградње, Извор: Поповић Јовановић, М., и др. (2018) Национална типологија школских зграда Србије, Издавач: Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Највећи број школа је изграђен у периоду од 1946. до 1960. године, у време обнове након Другог светског рата.

3.1. Типологија школских зграда у Србији

Основна типологија школских објеката је дефинисана на основу времена изградње објеката. Разликујемо четири периода изградње, тј. четири типа објеката:

- I тип – објекти изграђени до 1945. године,
- II тип- објекти изграђени од 1946. до 1970. године,
- III тип- објекти изграђени од 1971. до 1990. године,
- IV тип- објекти изграђени након 1991. године.

Поред основне типологије у односу на период изградње дефинисана су и три типа школа на основу величине школе (брutto развијене површине објекта) и то:

- Тип А- школе мање од 500 m²,
- Тип Б- школе од 500 до 2000 m²,
- Тип Ц- школе веће од 2000 m². (Jovanović-Popović, M., Ignjatović et al., 2018.)

Школе затим могу да се деле као потпуне (осмогодишње) и непотпуне (четворогодишње), за основно или средње образовање, специјализоване и високе школе. Према Правилнику о класификацији објеката школе можемо класифицирати према табели 8. Објекти различитих класа могу се сврстати у одређене категорије: А- незахтевни објекти, Б- мање захтевни објекти, В- захтевни објекти, Г- инжењерски објекти. Школе су категорија В-захтевни објекти.

Табела 8. Класификација нестамбених зграда (Службени гласник РС 22/2015, 2015.)

Назив	Објашњење	Категорија
<i>Школске зграде и зграде за научноистраживачке делатности</i>		
Зграде дечијих вртића	Зграде за предшколско образовање	В
Зграде основних школа	Зграде за основно образовање	В
	Зграде специјалних школа за хендикепирану децу	В
Зграде средњих и осталих школа	Зграде средњих школа (гимназије, техничке школе, стручне школе)	В
	Непрофесионалне возачке школе за моторна возила	В
	Школе за образовање одраслих и школе којима се не може одредити образовни степен	В
Зграде факултета	Зграде факултета, универзитета, уметничких академија, високих и виших школа	В
Зграде за научноистраживачку делатност	Метеоролошке станице, зграде опсерваторија	В
	Зграде за научноистраживачки рад, лабораторије	В

3.2. Намена простора у школским објектима

Школска зграда треба да садржи одређене просторе према развијености школе и изграђене пратеће елементе на отвореном који се налазе уз школски објекат. (игралишта и окупљања на отвореном). Структуру школа у односу на намену и функцију чине одређени простори: наставне просторије (учионице, кабинети, радионице, простори за физичку активност), општи простори и друштвени живот (простор за више сврха, кухиња), управа (директор, рачуноводство, психолог, зборница), помоћне просторије (гардеробе, санитарije, магацини) (Службени гласник РС 22/2015, 2015)

Наставни простори

Норма за површину наставног простора у школама, у односу на хигијенско-техничке параметре, је за учионице 1.8-2.0 m². Треба водити рачуна о специфичним захтевима када је у питању кубатура ваздуха која износи минимум 5m² за нормалну аерацију по ученику.

Хигијенска граница наставних простора је за дужину; аудитивна 10 m и визуелна 8 m. Инсолациона граница је max. 7 m.

Загревање школе врши се централним грејањем. Када је у питању вентилација простора аерација ваздуха по ученику износи 20 m³ у току једног школског часа. За стално одржавање свежег ваздуха, који је од суштинске важности за боравак деце у простору, потребно је најмање 5 m³ по кубатури по једном ученику и то минимум 4 измене у току једног часа. (5 m³ x 4 = 20 m³). (Службени гласник РС 22/2015, 2015)

4 РЕПРЕЗЕНТАТИВНИ МОДЕЛИ ШКОЛСКИХ ЗГРАДА. МОДЕЛ С1 и С2

Школски објекти који су анализирани у погледу енергетске ефикасности и могућих мера унапређења система грејања су потпуне (осмогодишње) основне школе у Шумадијском округу изграђене у првој половини 20. века. Анализа термичког омотача постојећег и измењеног стања као и анализа КГХ система и услова комфора постојећег и измењеног

стања је урађена путем динамичких симулација. Треба поменути да се термички омотач не третира као једна од мера унапређења енергетске ефикасности али анализа истог је неопходна у динамичким симулацијама.

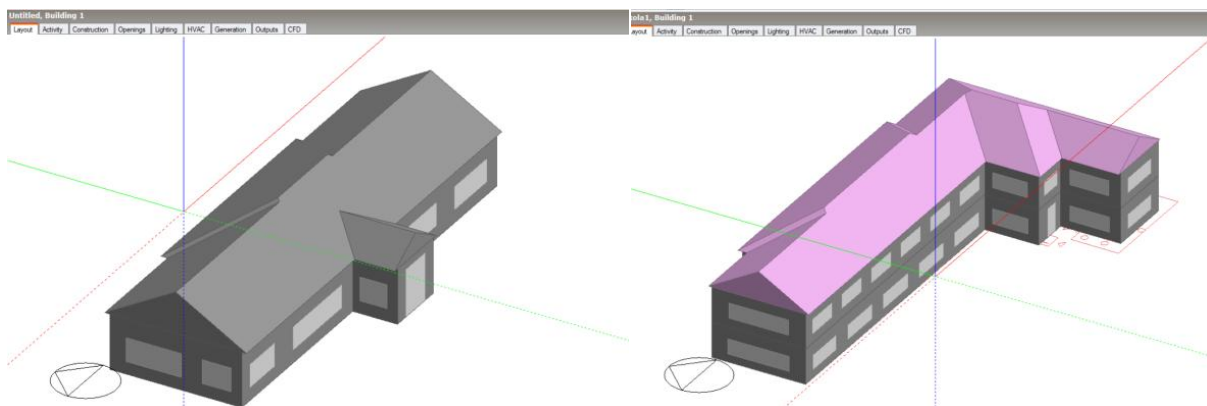
Објекти које се анализирају у раду, постојеће и унапређено стање припају истом типу објеката. Основе су компактне. Школе су структурално исте, када посматрамо намену просторија, с тим што школа С2 има већи број учионица. Фасадни склоп је исти као и однос застакљених у односу на пуне површине термичког омотача. У питању су школе Б категорије- зграде за основно образовање, I тип – објекти изграђени до 1945. године.

4.1. Динамичке симулације

Моделовање објекта постојећег и унапређеног стања по питању термотехничких система као и динамичке симулације односно анализа услова термичког комфора и потрошње енергије за грејање, хлађење и осветљење објекта је урађено у софтверском пакету DesignBuilder верзија 5.03.007. Energy plus 8.5. (сл.7)

Модул Активност (*Activity*) дефинише активност која је заступљена у објекту на основу које се одређује број сати тј. време проведено у простору. У случају оба објекта одабран је модул *Teaching areas* ученички простори са окупираношћу од 0,55 per/m² (*D1 Edu ClassRm:Occ*)

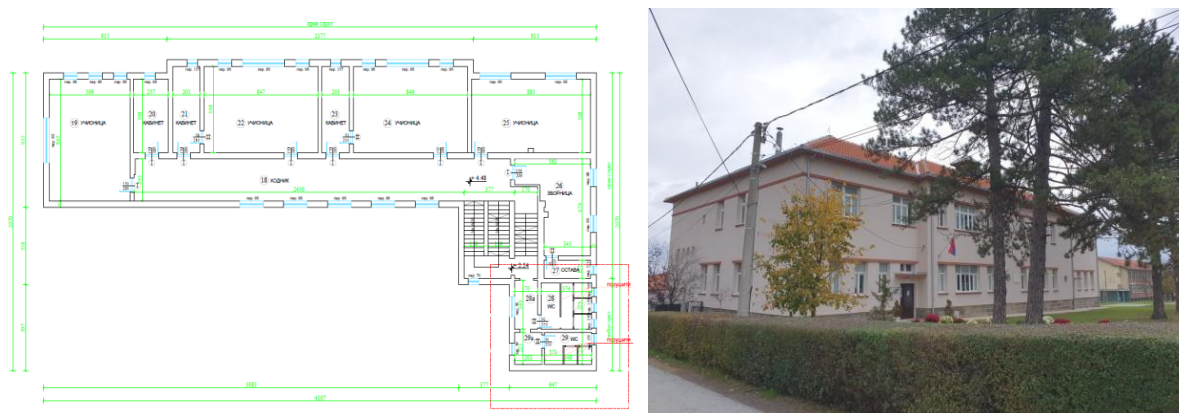
Модул КГХ (HVAC) представља заступљене термотехничке системе. Поменуто је да се углавном односи на осветљење и грејање објекта које у постојећем стању представља модул *Low standard* низак стандард. Хлађење не постоји док се за загревање користи угаљ као основно гориво. *Heating system seasonal CoP* износи 0.4.



Слика 7. Модели C1 и C2 моделовани у софтверском пакету Design Builder, Извор: Design Builder, module Layout

4.2. МОДЕЛ C1 Постојеће стање

Основна школа Вук Караџић у Книћу, општина Кнић, изграђена је 1938. године.¹³ Бруто развијена површина школе је $907,62 \text{ m}^2$. Површина фасадног зида износи $877,37 \text{ m}^2$, док је површина отвора $244,22 \text{ m}^2$. (сл.8)



Слика 8. Основа и изглед школе Вук Караџић у Книћу, модел C1, Извор: Аутор

¹³ Податак са званичног сајта школе <https://osvukkaradzicknic.edu.rs/>

Школа је изграђена у периоду пре 1945. године- припада Типу 1. Површина објекта је већа од 500 m² што представља тип Б.

4.2.1. Термички омотач и термотехнички системи модела С1

Термички омотач објекта С1 и максималне дозвољене вредности коефицијента пролаза топлоте U (W/m²K) према Правилнику о енергетској ефикасности зграда су приказане у табели 9.

Табела 9. Карактеристике термичког омотача модела С1и максималне дозвољене U вредности

Позиције термичког омотача	Слојеви , δ (m) (споља ка унутра)	U (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)
Спољни зид	Цементни малтер 0,013 Полистирен 0,8 Блок 0,22 Гипсани малтер 0,013	0,309	0,9
Застакљење	Дрвени оквири Двослојно застакљење	1,96	1,5
Под на тлу	<i>Urea formaldehyd pena</i> 0.13 Ливени бетон 0.1 Цементна кошуљица 0.07 Паркет 0.03	0,25	0,4
Кров	Цреп 0,025 Ваздушни слој 0,02 Гредице 0,005	2,9	0.2

Системи климатизације, вентилације и систем за припрему санитарне топле воде не постоје у објекту. Систем грејања провобитно су представљале пећи на дрва и угаљ. Реконструкцијом и санацијом објекта уграђен је систем радијаторског грејања и топлотна пумпа ваздух- вода.

Систем грејања, према софтверком пакету модел Грејање *Heating* са основним техничким карактеристикама приказан је у табели 10.

Табела 10. Основне карактеристике постојећег система грејања

Грејање	Gorivo
Low standard	Угаљ
<i>Supply air condition</i>	
Max, supply air temperature	35 ⁰ C
Heating limit type	2- limit capacity
Air humidity ratio g/g	0,0

4.2.2. Потрошња енергије за грејање за модел С1

Симулације су показале да потрошња енергије за грејање на годишњем нивоу износи Q_{hnd} 24,18 [kWh/m²a] што показује да школа у постојећем стању припада Б енергетском разреду. Добра термика зидова постиже мале губитке, грејање по потреби на локалним пећима такође приказује рационалну потрошњу, догревањем се постиже да је школа већ у постојећем стању у одговарајућем енергетском разреду.

Дизајн грејања са температурама: радијантном и оперативном као и температура ваздуха и околних површина приказана је на слици 9.

Temperature and Heat Loss

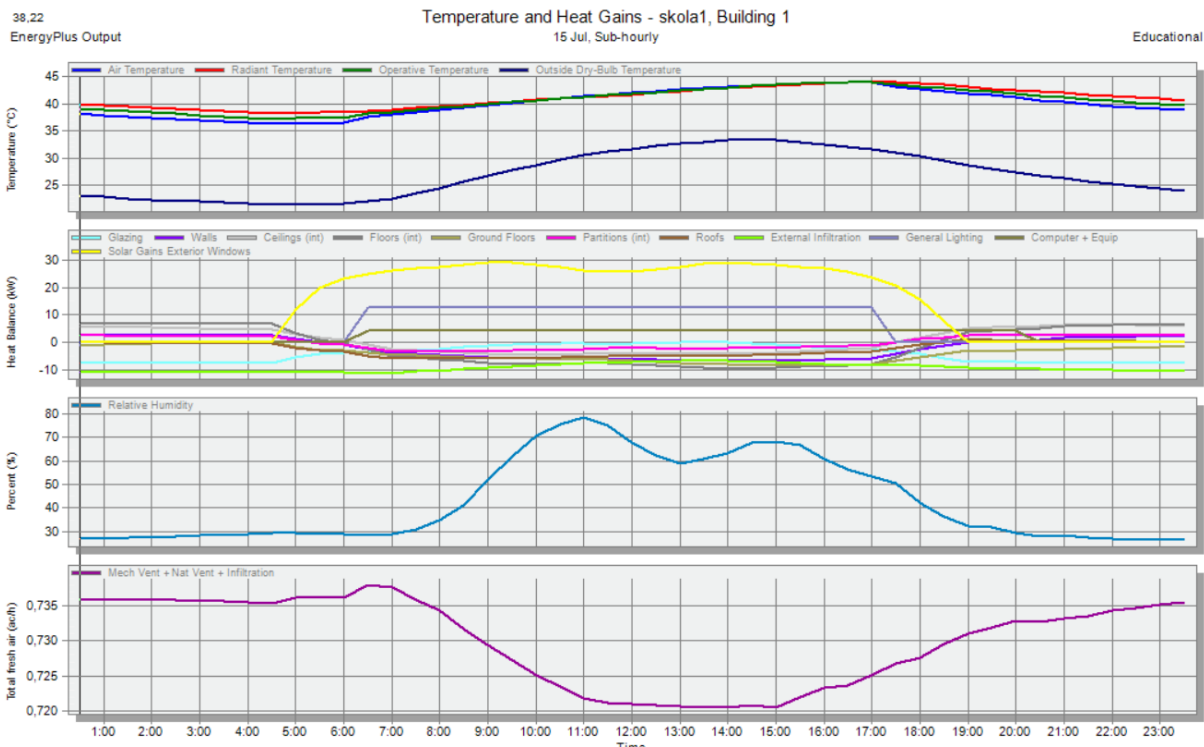
Educational



Air Temperature (°C)	18,00
Radiant Temperature (°C)	14,76
Operative Temperature (°C)	16,38
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-10,70
Glazing (kW)	-11,64
Walls (kW)	-5,62
Ceilings (int) (kW)	-1,79
Floors (int) (kW)	1,79
Ground Floors (kW)	0,36
Partitions (int) (kW)	0,00
Roofs (kW)	-4,81
External Infiltration (kW)	-22,96
Zone Sensible Heating (kW)	44,66

Слика 9. Дизајн грејања код модела С1

Дизајн хлађења тј. карактеристичан најтоплији дан приказан је на слици 10.



Слика 10. Дизајн хлађења код модела C1

Уочљива је промена и нагли пораст температуре у току коришћења ученичких простора у току дана.

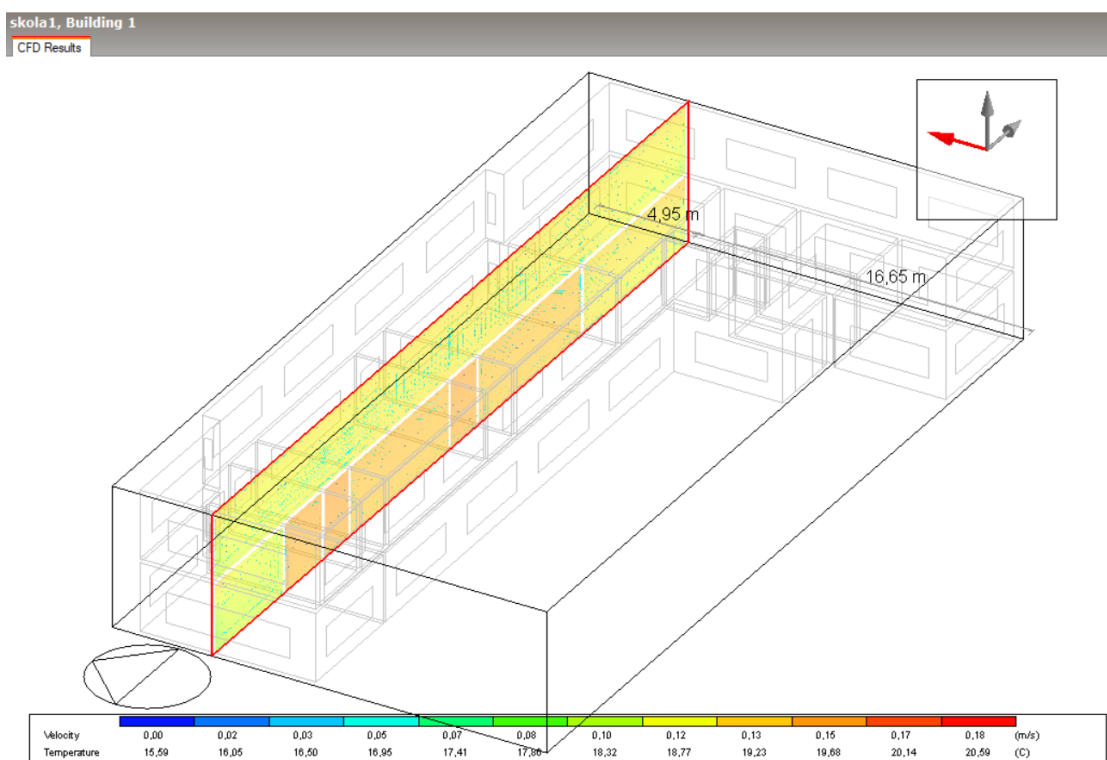
4.2.3. Услови комфора постојећег стања за ученичке просторе модела C1

Приликом калкулацисања вредности термичког комфора узете су у обзир следеће вредности параметара комфора за ученичке просторе (сл. 11). (ASHRAE 90.1)

Comfort Calculation Options	
Metabolic rate (met)	0,900
Clothing level (clo)	1,000
Relative humidity (%)	50,00
Number of sphere segments in MRT calculati...	24

Слика 11. Параметри рачунања комфора, Извор: Design Builder, CFD Modul

У учионицама, на основу резултата добијених у симулацијама, су задовољени услови термичког комфора. Просечна радијантна (комфорна температура) температура са приказаним уграђеним системима је у опсегу од 18,77°C до 19,60°C. Што се сматра врло повољним. (сл.12)

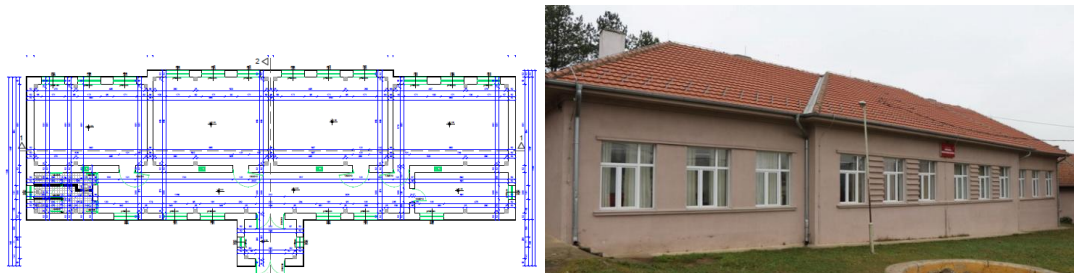


Слика 12. Услови комфора у учионицама, Извор: Design Builder, CFD Modul

4.3. МОДЕЛ С2 Постојеће стање

Основна школа Наталија Нана Недељковић се налази у Крагујевцу, општина Крагујевац. Изграђена је 1936 године.¹⁴ (сл. 13) Површина објекта је 218,83 m². Површина фасадног зида износи 303,85 m² док је површина застакљења 73,51 m².

¹⁴ Податак са званичног сајта школе <https://osnanakg.edu.rs>



Слика 13. Основа и изгледи основне школе Наталија Нана Недељковић, Крагујевац, Извор: Аутор

Школа припада типу IA; објекти површине испод 500 m^2 , потпуне осмогодишње школе изграђење пре 1945.године.

4.3.1. Термички омотач и термотехнички системи модела C2

Термички омотач објекта C2 и максималне дозвољене вредности коефицијента пролаза топлоте U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) према Правилнику о енергетској ефикасности зграда су приказане у табели 11.

Табела 11. Карактеристике термичког омотача модела C2и максималне дозвољене вредности коефицијента пролаза топлоте U_{max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

Позиције термичког омотача	Слојеви, δ (m) (споља ка унутра)	U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	U_{max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
Спољни зид	Цементни малтер 0,1 Полистирен 0,8 Бетонски блок 0,10 Гипсани малтер 0,013	0,348	0,9
Застакљење	Дрвени оквири Двослојно застакљење	1,96	1,5
Под на тлу	<i>Urea formaldehyd pena</i> 0,13 Ливени бетон 0,1 Цементна кошуљица 0,07 Паркет 0,03	0,25	0,4
Кров	Цреп 0,025 Ваздушни слој 0,02 Гредице 0,005	2,9	0,2

Системи климатизације, вентилације и систем за припрему санитарне топле воде не постоје у објекту. Систем грејања провобитно су представљале пећи на дрва и угаљ. Реконструкцијом и санацијом објекта уграђен је систем радијаторског грејања и топлотна пумпа ваздух- вода.

Систем грејања са основним техничким карактеристикама приказан је у табели 12.

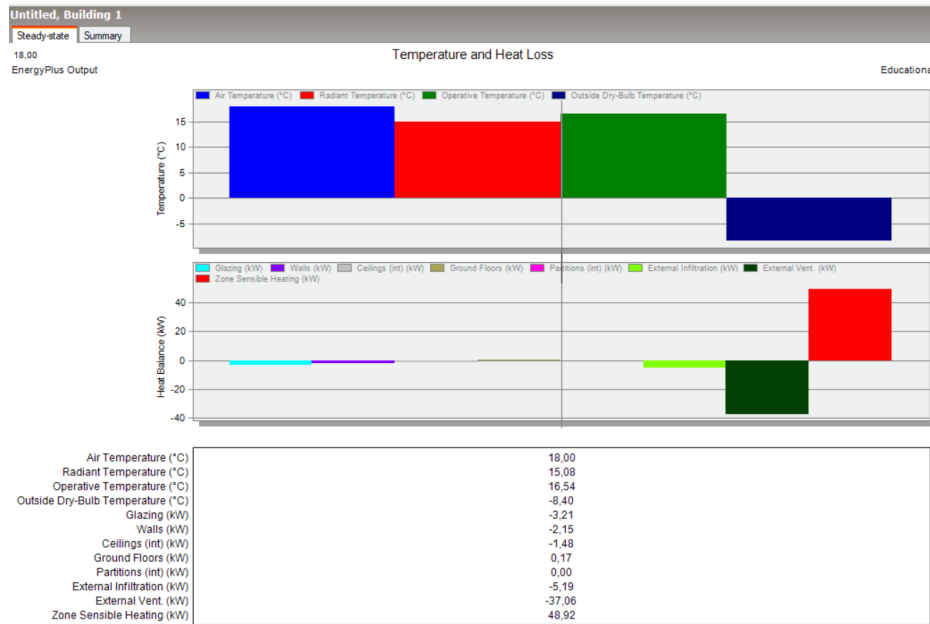
Табела 12. Основне карактеристике постојећег система грејања

Грејање	Гориво
Low standard	Угаљ
<i>Supply air condition</i>	
Max, supply air temperature	35 ⁰ С
Heating limit type	2- limit capacity
Air humidity ratio g/g	0,05

Постојећи систем грејања је у софтверу окарактерисан као систем ниског стандарда, гориво је чврсто, максимална температура снабдевања је 35⁰С, лимитираног капацитета са влажношћу ваздуха 0,05 g/g.

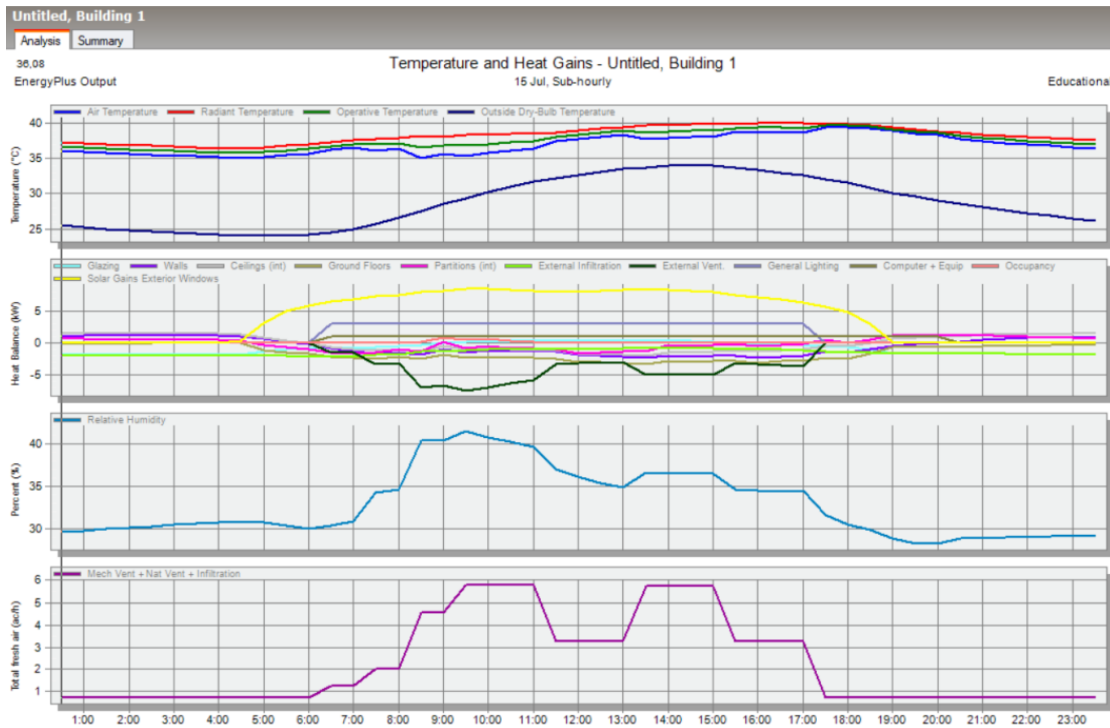
4.3.2. Потрошња енергије за грејање за модел С2

Симулације су показале да модел С2 на годишњем нивоу у постојећем стању потроши $Q_{hnd} = 22,96 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ што је сврстава у енергетски разред Б. Дизајн грејања је приказан на слици 14.



Слика 14. Дизајн грејања за модел C2, Извор: Извор: Design Builder

Кретање температуре за најтоплији дан 15. јул у току дана по сатима је приказан на слици 15. Приказане су све релевантне температуре по питању комфорних услова.



Слика 15. Дизајн хлађења за 15.јул, модел C2

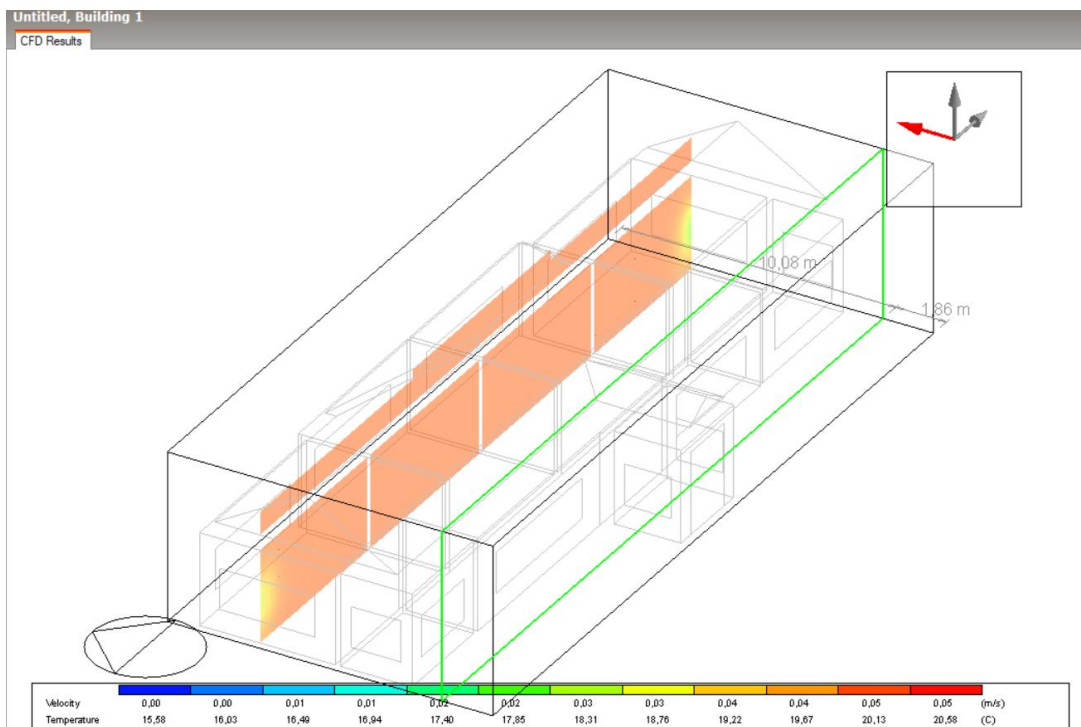
Уочљив је пораст температуре на свим нивоима у периоду од 7.00 до 15.00 часова.

4.3.3. Услови комфора постојећег стања за ученичке просторе модела С2

Слика 16 даје приказ комфортних услова, PMV и PPD за учионице. Оперативна (комфорна) температура је задовољавајућа и креће се у опсегу од 18°C до 19,7°C.

ППД вредности за ученичке просторе се крећу од 49,03-74,95 %.

ПМВ за ученичке просторе су у опсегу од 1,96-1,47.



Слика 16. Услови комфора за ученичке просторе, Извор: Design Builder

5 АНАЛИЗА УСЛОВА УНУТРАШЊЕГ ОКРУЖЕЊА УСЛЕД ЗАМЕНЕ ТЕРМОТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

Објекти који се анализирају као студијски случајеви, С1 и С2, имају термички омотач који је у свему према параметрима прописаним у Правилнику о енергетској ефикасности зграда 61/2011 (таб. 9 и 11). Термички омотач код оба модела није измењен у унапређеном стању. Унапређење је извршено услед промене система за грејање. Објекти у постојећем стању су

имали пећи на чврсто гориво, угаљ и дрво. Унапређено стање подразумева замену система и уградњу топлотних пумпи на принципу ваздух- вода. Измењено стање је приказано кроз модел С1Н и модел С2Н.

5.1. Унапређење термотехничких система модел С1Н и С2Н

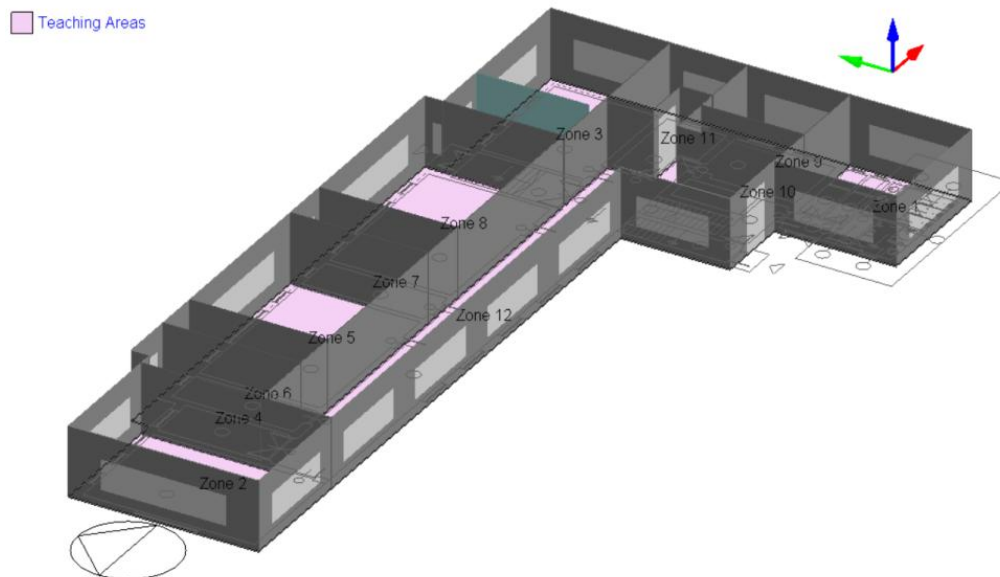
Карактеристике унапређеног стања приказане су у табели 13. Подаци су преузети из модула КГХ системи софтвера за моделовање DesignBuilder, где су објекти С1 и С2 енергетски моделовани.

Табела 13. Параметри кгх система услед унапређења

Грејање	Гориво
Топлотна пумпа ваздух вода <i>Air to water Heat pump (ASHP) Hybrid with Gas Boiler</i>	Електрична енергија <i>Electricity from grid</i>
<i>Heating system seasonal CoP 1,8</i>	
Хлађење	Гориво
Cooling system default	Electricity from grid

5.1.1. МОДЕЛ С1Н

Моделовање објекта С1Н у софтверском пакету DesignBuilder приказано је на слици 17. Све учионице су под активносћу Учење *Teaching* и иако су приказане кроз различите термичке зоне услови у њима су једнаки.

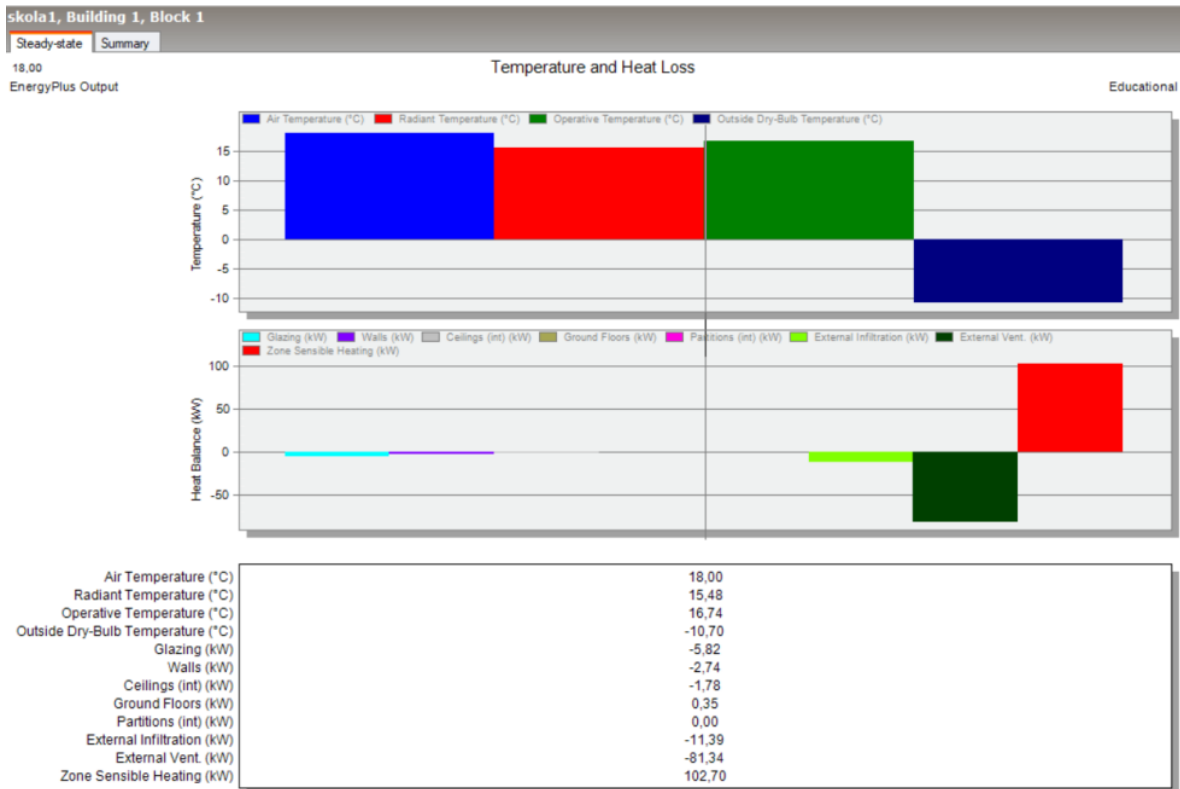


Слика 17. Учионице код модела С1Н, Извор: DesignBuilder, Layout

5.1.1.1. Потрошња енергије за грејање

Модел С1Н (модел С1 са унапређеним системима) на годишњем нивоу потроши $Q_{\text{hnd}} = 19,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ што га сврстава у А енергетски разред . Енергија за хлађење на годишњем нивоу износи $94,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ што није прописано Правилником о енергетској ефикасности РС а сматрамо ирелевантним имајући у виду коришћење ученичких простора у току лета, тј. летњи распуст.

Дизајн грејања је приказан на слици 18.



Слика 18. Дизајн грејања за модел С1Н, Извор: Design Builder

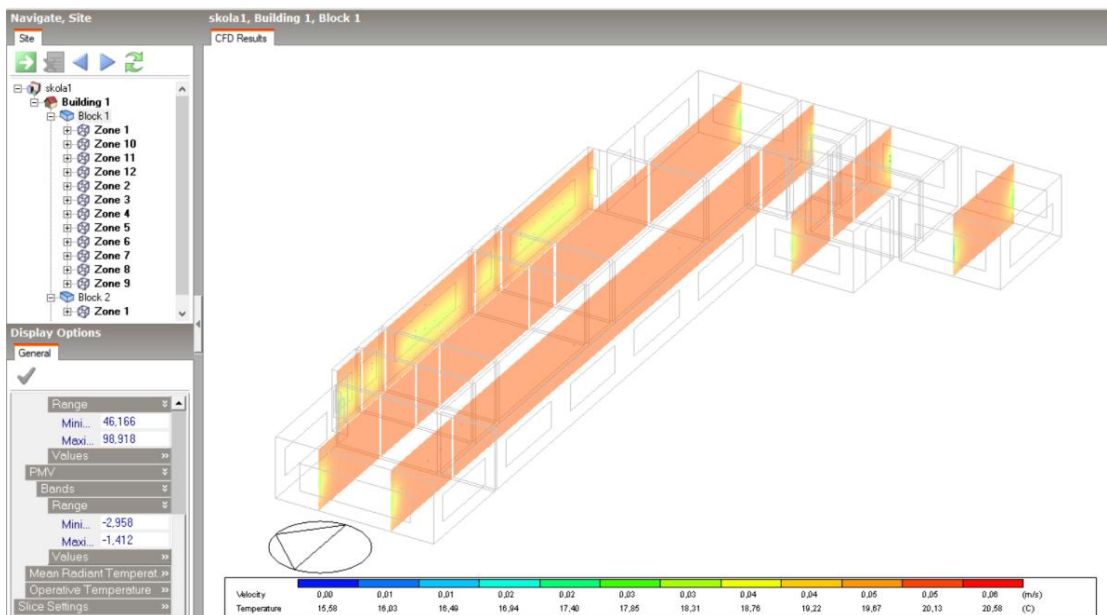
5.1.1.2. Анализа услова термичког комфора

ППД вредности за ученичке просторе се крећу од 46,17% до 98,18%. Услови за рад у зимском периоду су задовољавајући са акцентом на хладније. (таб. 4)

ПМВ за исте просторе и исти временски период је у опсегу од -2,96 до -1,41.

Потребно је догревати просторе за рад деце. Предвиђено је грејање електричном енергијом.

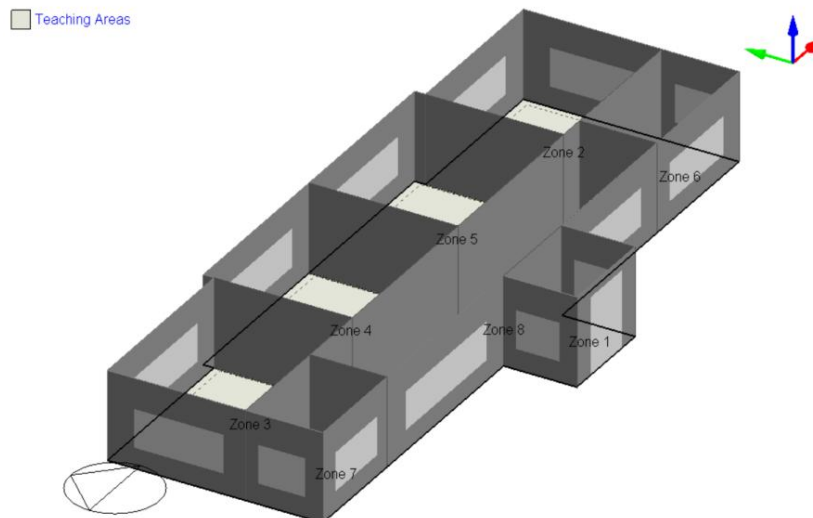
Резултати су приказани на слици 19.



Слика 19. Комфор у ученичким просторима за модел С1Н, Извор: Design Builder CFD analysis

5.1.2. МОДЕЛ С2Н

Моделовање објекта С2Н, попут С1Н, урађено је у софтвересом пакету DesignBuilder (сл.20). Све учионице су тод активношћу Учење *Teaching* и иако су приказане кроз различите термичке зоне услови у њима су једнаки.

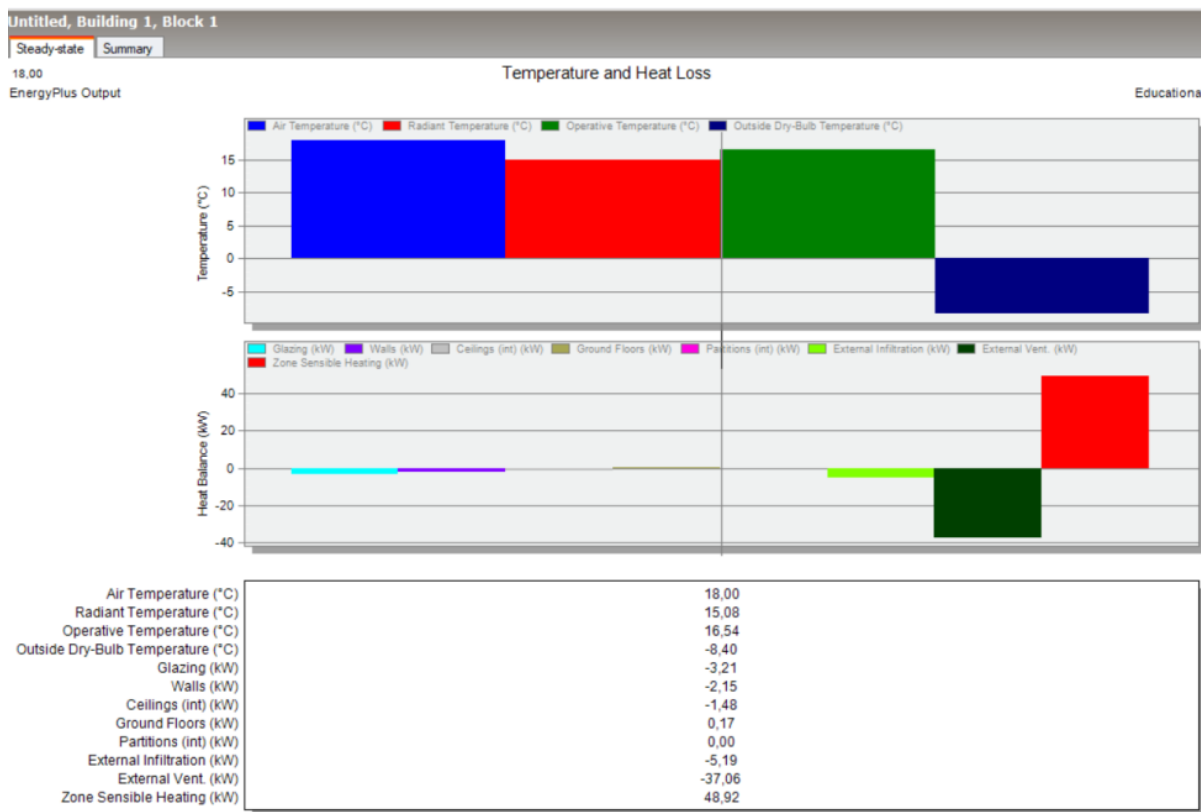


Слика 20. Учионице, део објекта, код модела C2H, Извор: DesignBuilder, Layout

5.1.2.1. Потрошња енергије за грејање

Модел C2H (модел C2 са топлотном пумпом ваздух-вода) на годишњем нивоу потроши $Q_{\text{hnd}} = 23,19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ што га сврстава у В енергетски разред . Енергија за хлађење на годишњем нивоу износи $100,83 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ што није прописано Правилником о енергетској ефикасности РС а сматра се ирелевантним имајући у виду коришћење ученичких простора у току лета.

Дизајн грејања је приказан на слици 21.



Слика 21. Дизајн грејања за модел C2H, Извор: Design Builder, Heating design

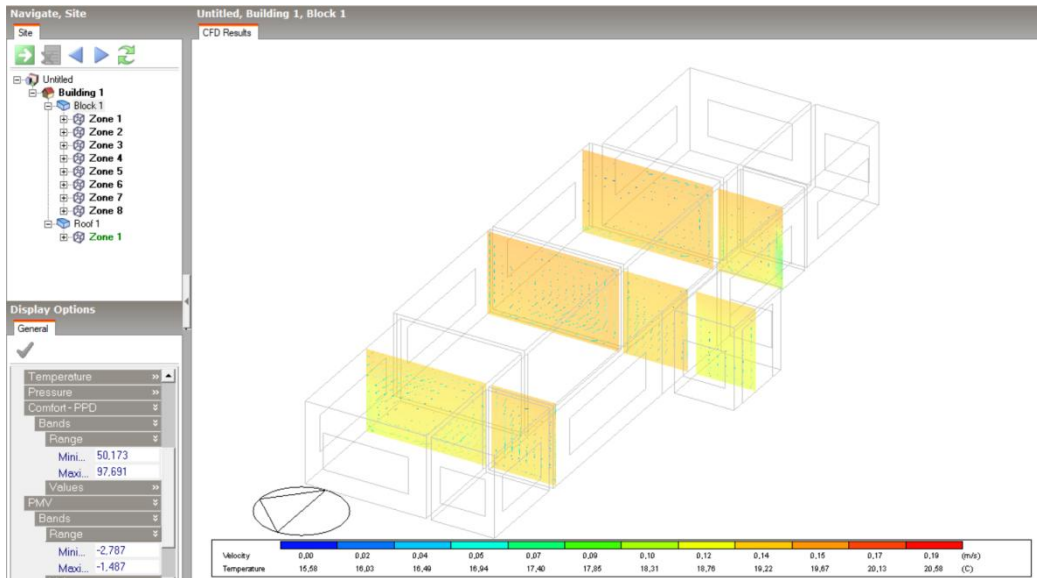
5.1.2.2. Анализа услова термичког комфора

ППД вредности за ученичке просторе се крећу од 50,17% до 97,7%. Услови за рад у зимском периоду су задовољавајући са акцентом на *хладније*. (таб. 4)

ПМВ за исте просторе и исти временски период је у опсегу од -2,79 до -1,49.

Потребно је догревати просторе за рад деце. Предвиђено је грејање електричном енергијом.

Резултати су приказани на слици 22.



Слика 22. Комфор у ученичким просторима за модел C2H, Извор: Design Builder CFD analysis

5.2. Упоредна анализа резултата потрошње енергије, комфора и коментар на постојеће и унапређено стање

Упоредна анализа добијених резултата по питању потрошње енергије за грејање за постојеће (C1 и C2) и унапређено стање (C1H и C2H) школа приказана је у табели 14.

Табела 14. Упоредни приказ резултата потрошње енергије за грејање за C1, C2, C1H и C2H

Модел	Потрошња енергије за грејање $Q_{\text{hnd}}[\text{kWh/m}^2\text{a}]$
C1	24,18
C2	23,19
C1H	19,20
C2H	22,6

Објекат C1, школа Вук Караџић троши енергију за грејање простора $24,18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ на годишњем нивоу што је сврстава у Б енергетски разред. Школа C2, Наталија Нана

Недељковић, утроши 23,19 kWh/m²а на годишњем нивоу за грејање и хлађење што је сврстава у Б енергетски разред (табела 1).

Унапређењем постојећег система грејања, инсталирањем топлотних пумпи ваздух- вода према резултатима симулација постижемо унапређење за модел С1 од 20 % док за модел С2 износи 2,5 %. Тиме се енергетски разред модела С1 унапредио за један ниво што оправдава енергетску санацију. Модел С2, према добијеним резултатима није у А енергетском разреду.

Упоредна анализа добијених резултата по питању термичког комфора за постојеће и унапређено стање за оба модела, С1 и С2, односно С1Н и С2Н, приказана је у табели 15.

Табела 15. Упоредни приказ резултата комфора за С1, С2, С1Н и С2Н

Модел	Основни параметри комфора			
	PMV	PPD %	Радијантна температура Т (°C)	Оперативна температура Т (°C)
С1	-1,96-1,47	49,03-74,95	20,00-20,00	18,83-19,96
С2	-2,8- 1,4	46,17-97,84	14,10-20,00	15,15-20,00
С1Н	-2,96-1,41	46,17- 98,92	13,93-20,00	14,82-20,00
С2Н	-2,79-1,49	50,17 -97,70	15,01-20,00	16,42-19,89

Анализом и динамичким симулацијама у софтверу DesignBuilder кроз модул CFD *Computational Fluid Dinamics* дошло се до резултата приказаних у табели 15.

Према SRPS EN 15251 овако висок ниво PPD % вредности је дозвољен само у ограниченом временском периоду. Потребно је догревати простор у свим учионицама постојећег стања (таб. 3)

Према ASHRAE 55 стандарду прихватљиво је за PMV опсег вредност од -0,5 до +0,5 када је PPD 10 % . (таб. 4) Према резултатима ни у једном случају није дошло до ситуације која би се показала као погодна за боравак деце.

На основу података из CIBSE Guide A (таб. 2) оперативна температура за учионице би требало да је у опсегу од 19- 21 °C. Симулације су показале да унапређено стање узрокује неповољнију температуру у простору.

У постојећем стању са уграђеним локалним пећима уз догревање простора електричном енергијом, комфор је на завидном нивоу у односу на унапређено стање. Уколико изузмемо летњи период и услове комфора у најтоплијим месецима због распуста и подешене активности тј. неактивности у ученичким просторима параметри комфора су незнатно промењени, побољшани уградњом нових система грејања у вредности од 1%.

6 ЗАКЉУЧАК

Енергетска ефикасност зграда представља утрошену енергију у процесу постојања објекта и оствареног корисног учинка те потрошње настојећи да се тај однос побољша у процесу постојања изграђене структуре. Енергетска ефикасност доноси низ користи попут квалитета живљења у простору, смањење загађења, већу енергетску сигурност, конкурентност, продуктивност, смањење емисије штетних гасова, утиче позитивно на климатске промене. Основна настојања су да се смањи потрошња финалне енергије не нарушавајући осећај угодности у објекту. Нарочито је значајно испитивати услове угодности у просторима у којима већи део дана бораве деца, попут ученичких простора, имајући у виду да квалитет ваздуха, температурна простора у коме се борави, на основу различитих спроведених студија, директно утиче на продуктивност и концентрацију ове популације.

У овом раду је дата анализа услова угодности термичког комфора у ученичким просторима услед унапређења система за грејање. Обрађен је и хигијенски комфор, влажност ваздуха у простору за потребе енергетских симулација. Предложени су унапређени системи у односу на постојеће системе грејања и управо они који су уграђени приликом реконструкције објеката. Динамичким симулацијама није узето у обзир унапређење које се односи на архитектонске мере и није третиран термички омотач иако је реална ситуација другачија.

Први корак у истраживању, након дефинисања основних параметара комфора и легислативе која се односи на термички комфор ове врсте објеката, је одабир репрезентативних модела школа. Сами студијски случајеви подразумевају утврђивање основних параметара климатских карактеристика подручја у коме се објекти налазе. Након дефинисања основних података анализиран је термички омотач оба објекта. Детектоване су позиције које могу довести до већих топлотних губитака, али имајући у обзир природу и симулирање модела, исти нису узети у обзир. Анализа подразумева детаљан опис и утврђивање хигротермичких карактеристика свих слојева различитих делова термичког омотача као неопходних улазних података за извођење динамичких симулација у софтверском пакету DesignBuilder.

Дат је утрошак енергије за грејање за оба модела C1 и C2 у постојећем и унапређеном стању након уградње топлотних пумпи ваздух-вода. Имајући у виду да су управо ове пумпе инсталиране на објектима приликом њихове реконструкције, приказана је реална ситуација. Треба поменути да су резултати добијени динамичким симулацијама у софтверском пакету DesignBuilder са платформе EnergyPlus верзија 8.5.0. Резултати су упоређени да би се створила слика о стању пре и након реконструкције по питању потрошње енергије и термичког комфора. Услови су симулирани и нису верификовани инструментима на терену.

За реално сагледавање и оцену квалитета ваздуха и термике ученичких простора потребно је извршити додатне анализе које су саставни део комфора а тичу се кретања ваздуха у простору и размене истог. Ове анализе су остављене за нека даља истраживања. Треба имати на уму да се реално стање модела и симулираних услова у њима разликује услед много непредвиђених параметара које нису предмет ових симулација попут топлотних мостова, неконтролисане инфилтрације, инсолације.

На основу спроведене анализе и добијених резултата за оба случаја предметних објеката и обе понуђене варијанте, где се перформансе објеката унапређују заменом система за грејање, услови комфора нису побољшани, односно незнатно су унапређени, за свега 1%. И поред неспорног квалитета уградње пумпи ваздух- вода, потрошња енергије за објекат C2 је готово неумањена, док је за други модел повећање знатно веће (20 %).

Општи закључак је да оправданост улагања, на основу резултата добијених динамичким симулацијама и мерама унапређења енергетске ефикасности, унапређењем термотехничких система, не третирајући термички омотач објекта, има смисла и оправдана је са аспекта грејања и термичког комфора.

Рад суштински представља истраживање унапређења система грејања код одређеног типа школа, компактних основа, изграђених у Шумадијском округу у периоду пре Другог светског рата.

Методолошки процес

Основни методолошки процес се свео на унапређење система грејања и симулирања услова у објекту након промене и инсталације напреднијих система у односу на постојеће а на основу искуства и већ прихваћених и примењених решења код поменутих школа. Примењени системи код обе школе су инсталација мреже и стављање у погон топлотне пумпе ваздух- вода.

Приказани циљеви истраживања су у потпуности испуњени:

- Преглед домаће и иностране легислативе у вези са школским зградама и енергетском ефикасношћу;
- Прикупљање информација о одабраним школским објектима у Шумадијском округу;
- Проучавање услова комфора код школских објеката;
- Проучавање термотехничких система код школских објеката кроз израду динамичких симулација.

Основни задатак био је приказивање значаја енергетске санације одређеног типа школских зграда базираног на унапређењу дела термотехничких система, система грејања, код постојећих објеката кроз призму услова термичког комфора у ученичким просторима.

Из овог задатка проистекли су задаци који су у потпуности испуњени:

- Анализа резултата санације школских зграда путем динамичких симулација;
- Идентификација, анализа и прорачун могућих интервенција на термотехничким системима, нарочито системима грејања, који ће се применити код одређеног типа школских објеката за подручје Шумадијског округа.

Испуњење циљева и задатка овог истраживања заокружено је резултатима приказаним у табелама 14 и 15. Уколико школске зграде, компактне основе и погодног термичког омотача, типа IА или Б, са постојећим пећима на чврсто гориво, унапредимо инсталирањем топлотних пумпи ваздух- вода, не третирајући термички омотач можемо постићи унапређење услова термичког комфора као и уштеду енергије за грејање до 20 %. У раду успостављена методологија и предложене мере унапређења система грејања, одређују типове школа код којих није погодна поменута замена система грејања. Треба нагласити да су резултати добијени путем динамичких симулација, уз симулирање реалних услова подручја у коме се школе налазе, али да је резултате неопходно верификовати и упоредити на терену реалним мерењем. Такође, треба поменути да је неопходно истражити и остале типове комфора као што је звучни, визуелни и хигијенски у учионицама не би ли постигли праву слику о условима унутрашњег окружења. Претпоставка је да се метод интервенција може применити и на објекте разуђене форме. Ови објекти нису били предмет рада и остају као препорука за даља истраживања.

С обзиром да су симулације рађене за подручје Шумадијског округа, треба поменути и да се, уз адекватне корекције, ова истраживања могу применити и за подручја са другим климатским карактеристикама.

7 ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

*** (2020). <https://osnanakg.edu.rs> - Google pretraga. Коришћено Новембар 20, 2022,

доступно на:

https://www.google.rs/search?q=https%3A%2F%2Fosnanakg.edu.rs&source=hp&ei=mQJ6Y6FHw_WTBeyTjIgd&iflsig=AjIK0e8AAAAAY3oQqfXTHq1nHS088dlMN5oAAe-0b1MW&ved=0ahUKEwjh94zRx7z7AhXD-qQKHewJAzEQ4dUDCAk&uact=5&oq=https%3A%2F%2Fosnanakg.edu.rs&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EANQAFgAYNoIaABwAHgAgAGUAYgBLAGSAQMwLjGYAQCgAQKgAQE&sclient=gws-wiz

*** (Kragujevac online). (2012). *Geografski podaci - Kragujevac online - Sve o gradu na jednom*

- mestu*. Доступно на: <https://www.kragujevaconline.rs/o-kragujevcu/kg-info/geografski-podaci>
- Directive 2010/31/EU. (n.d.). *EUR-Lex - 32010L0031 - EN - EUR-Lex*. Коришћено April 17, 2022, доступно на <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0031>
- EC Europa. (2020). *Improving the energy performance of step-by-step refurbishment and integration of renewable energies - Intelligent Energy Europe - European Commission*. EC Europa. <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/europhit>
- EE Platforma|Tipologija fiskulturnih sala školskih zgrada Srbij*. (n.d.). Коришћено Мај 19, 2020, from <http://eeplatforma.arh.bg.ac.rs/publikacije/tipologija-fiskulturnih-sala-skolskih-zgrada-srbije>
- Energetski portal. (2018). *Korak ka energetskej efikasnosti – prva tipologija škola u Srbiji | Energetski portal Srbije*. <https://www.energetskiportal.rs/korak-ka-energetskej-efikasnosti-prva-tipologija-skola-u-srbiji/>
- Fabris, P. (2010) 7 Keys to Unlocking Energy Efficiency in Schools | Building Design + Construction. *BUilding Design + Construction*. <https://www.bdcnetwork.com/7-keys-unlocking-energy-efficiency-schools>
- Jovanović-Popović, M., Ignjatović, D., Rajičić, A., Djukanović, L., & Nedić, M. (n.d.). *EE Platforma|Nacionalna tipologija školskih zgrada Srbije*. Коришћено Мај 19, 2020, доступно на: <http://eeplatforma.arh.bg.ac.rs/publikacije/nacionalna-tipologija-skolskih-zgrada-srbije>
- Jovanović-Popović, M., Ignjatović, D., Rajičić, A., & Nedić, M. (2018). *EE Platforma|Nacionalna tipologija škola Srbije - Softver za ka*. Доступно на: <http://eeplatforma.arh.bg.ac.rs/usluge/dostupni-alati/nacionalna-tipologija-skola-srbije-softver-za-kalkulaciju-podataka>
- Ministarstvo prosvete nauke i tehnološkog razvoja. (2021). *Енергетска ефикасност школа | Министарство просвете, науке и технолошког развоја*. Доступно на: <http://www.mpn.gov.rs/energetska-efikasnost-skola/>
- Službeni glasnik RS 101/2015. (n.d.). *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine: 101/2015-36*. Коришћено Новембар 14, 2022, Доступно на: <https://www.pravno-informacioni->

- sistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/ostalo/2015/101/1/r
- Službeni glasnik RS 145/2014. (n.d.). *Zakon o energetici*. Коришћено Новембар 14, 2022, Доступно на: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_energetici.html
- Službeni glasnik RS 25/2913. (n.d.). *Zakon o efikasnom korišćenju energije: 25/2013-3, 40/2021-60 (dr. zakon)*. Коришћено Новембар 14, 2022, Доступно на: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2013/25/1/reg>
- Službeni glasnik RS 47/2019. (n.d.). *Strategija održivog urbanog razvoja Republike Srbije do 2030. godine: 47/2019-4*. Коришћено Новембар 14, 2022, Доступно на: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2019/47/1/reg>
- Službeni glasnik RS 61/2011. (2011). *PRAVILNIK O USLOVIMA, SADRŽINI I NAČINU IZDAVANJA SERTIFIKATA O ENERGETSKIM SVOJSTVIMA ZGRADA*.
- Милетић, М. (2019). *Оптимизација енергетских перформанси у процесима санације универзалних спортских дворана изграђених у Београду у периоду од 1960-1980 године*. Докторска дисертација
- Службени гласник РС 22/2015. (n.d.). *Правилник о класификацији објеката*. Коришћено Новембар 19, 2022, Доступно на: https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_klasifikaciji_objekata.html
- Тодоровић, М. (n.d.). *01-Predavanje_Termicki-komfor docent dr Maja Todorovic*. Коришћено Април 17, 2022, Доступно на: <https://dokumen.tips/documents/01-predavanjetermicki-komfor-docent-dr-maja-todorovic.html>
- Национална стратегија одрживог развоја (2021) Доступно на: <http://www.zurbnis.rs/zakoni/Nacionalna%20strategija%20odrzivog%20razvoja.pdf>
- Reknagel, Šprenger, Šramek, Čeperković (2002) *Grejanje i klimatizacija sa pripremom tople vode I rashladnom tehnikom*, V издање, Vrnjačka Banja: Interklima.
- Rodrigues, L. (2010) *An investigation into the use of thermal mass to improve comfort in British housing*. PhD thesis, University of Nottingham, Доступно на: <http://etheses.nottingham.ac.uk/1872/>
- Smith, P. F. (2005) *Architecture in a Climate of Change: A Guide to Sustainable Design*, Elsevier, London: Architectural Press

Stevanović, Ž. (2012) Energetski pregled sistema grejanja i merenja pri energetskim pregledima, tematsko poglavlje 11.1, Inženjerska komora Srbije, Beograd

Strategija razvoja energetike Republike Srbije, Доступно на:

<https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/ostalo/2015/101/1/r>

SRPS EN ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal criteria

SRPS EN 15251, https://www.iss.rs/rs/standard/?natstandard_document_id=26065

SRPS EN ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal criteria

Тодоровић, М. (2009) *Енергетска ефикасност система грејања и климатизације*, поглавље 5, Годишња потрошња енергије за грејање, Београд: Машински факултет

Закон о ефикасном коришћењу енергије, Доступно на: <http://www.parlament.gov.rs/upload/archive/files/cir/pdf/zakoni/2013/424-13.pdf>

Закон о енергетици, Доступно на: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2014/145/1/reg>

CIBSE Guide A: Environmental design, January 2006 (7th edition) The Chartered Institution of Building Services Engineers London, ISBN-10: 1-903287-66-9

CR 1752: Ventilation for Buildings: Design Criteria for the Indoor Environment

Chwieduk, D. (2003) Towards sustainable-energy buildings. *Appl. Energy* 76, стр. 211–217.

ПРИЛОГ 1

*ИЗВОДИ ИЗ ДИНАМИЧКИХ СИМУЛАЦИЈА ИЗВЕШТАЈА О
УНАПРЕЂЕЊУ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ШКОЛА СОФТВЕРА
DESIGN BUILDER*

Program Version: **EnergyPlus, Version 8.5.0-c87e61b44b, YMD=2022.04.27 14:50**

Tabular Output Report in Format: **HTML**

Building: **Building**

Environment: **SKOLA1 SKOLA 2 (01-01:31-12)**

[Table of Contents](#)

Report: **Annual Building Utility Performance Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Values gathered over 8760.00 hours

Site and Source Energy

	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m2]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m2]
Total Site Energy	142116.19	157.04	157.04
Net Site Energy	142116.19	157.04	157.04
Total Source Energy	277840.36	307.01	307.01
Net Source Energy	277840.36	307.01	307.01

Site to Source Energy Conversion Factors

	Site=>Source Conversion Factor
Electricity	3.167
Natural Gas	1.084
District Cooling	1.056
District Heating	3.613

Steam	0.250
Gasoline	1.050
Diesel	1.050
Coal	1.050
Fuel Oil #1	1.050
Fuel Oil #2	1.050
Propane	1.050
Other Fuel 1	1.000
Other Fuel 2	1.000

Building Area

	Area [m2]
Total Building Area	904.99
Net Conditioned Building Area	904.99
Unconditioned Building Area	0.00

End Uses

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	17379.18	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	85253.48	0.00	0.00
Interior Lighting	26758.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	12724.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	39483.52	0.00	0.00	85253.48	17379.18	0.00

Note: District heat appears to be the principal heating source based on energy usage.

End Uses By Subcategory

	Subcategory	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	General	0.00	0.00	0.00	0.00	17379.18	0.00
Cooling	General	0.00	0.00	0.00	85253.48	0.00	0.00
Interior Lighting	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone2#GeneralLights	1498.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone4#GeneralLights	578.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone6#GeneralLights	392.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone5#GeneralLights	1579.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone7#GeneralLights	428.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone8#GeneralLights	1654.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone3#GeneralLights	1417.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone12#GeneralLights	3372.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone11#GeneralLights	415.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone10#GeneralLights	271.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone9#GeneralLights	505.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone1#GeneralLights	965.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ELECTRIC EQUIPMENT#Block2:Zone1#GeneralLights	13678.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone2#05	712.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone4#05	275.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone6#05	186.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone5#05	751.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone7#05	203.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone8#05	786.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone3#05	673.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone12#05	1603.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone11#05	197.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone10#05	129.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone9#05	240.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone1#05	459.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block2:Zone1#05	6504.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	Ventilation (simple)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Refrigeration	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Normalized Metrics

Utility Use Per Conditioned Floor Area

	Electricity Intensity [kWh/m2]	Natural Gas Intensity [kWh/m2]	Additional Fuel Intensity [kWh/m2]	District Cooling Intensity [kWh/m2]	District Heating Intensity [kWh/m2]	Water Intensity [m3/m2]
Lighting	29.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HVAC	0.00	0.00	0.00	94.20	19.20	0.00
Other	14.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	43.63	0.00	0.00	94.20	19.20	0.00

Utility Use Per Total Floor Area

	Electricity Intensity [kWh/m2]	Natural Gas Intensity [kWh/m2]	Additional Fuel Intensity [kWh/m2]	District Cooling Intensity [kWh/m2]	District Heating Intensity [kWh/m2]	Water Intensity [m3/m2]
Lighting	29.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HVAC	0.00	0.00	0.00	94.20	19.20	0.00
Other	14.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	43.63	0.00	0.00	94.20	19.20	0.00

Electric Loads Satisfied

	Electricity [kWh]	Percent Electricity [%]
Fuel-Fired Power Generation	0.000	0.00
High Temperature Geothermal*	0.000	0.00
Photovoltaic Power	0.000	0.00
Wind Power	0.000	0.00
Power Conversion	0.000	0.00
Net Decrease in On-Site Storage	0.000	0.00
Total On-Site Electric Sources	0.000	0.00
Electricity Coming From Utility	39483.524	100.00
Surplus Electricity Going To Utility	0.000	0.00
Net Electricity From Utility	39483.524	100.00

Total On-Site and Utility Electric Sources	39483.524	100.00
Total Electricity End Uses	39483.524	100.00

On-Site Thermal Sources

	Heat [kWh]	Percent Heat [%]
Water-Side Heat Recovery	0.00	
Air to Air Heat Recovery for Cooling	0.00	
Air to Air Heat Recovery for Heating	0.00	
High-Temperature Geothermal*	0.00	
Solar Water Thermal	0.00	
Solar Air Thermal	0.00	
Total On-Site Thermal Sources	0.00	

Water Source Summary

	Water [m3]	Percent Water [%]
Rainwater Collection	0.00	-
Condensate Collection	0.00	-
Groundwater Well	0.00	-
Total On Site Water Sources	0.00	-
-	-	-
Initial Storage	0.00	-
Final Storage	0.00	-
Change in Storage	0.00	-
-	-	-
Water Supplied by Utility	0.00	-
-	-	-
Total On Site, Change in Storage, and Utility Water Sources	0.00	-
Total Water End Uses	0.00	-

Setpoint Not Met Criteria

	Degrees [deltaC]
Tolerance for Zone Heating Setpoint Not Met Time	1.11
Tolerance for Zone Cooling Setpoint Not Met Time	1.11

Comfort and Setpoint Not Met Summary

	Facility [Hours]
Time Setpoint Not Met During Occupied Heating	3.00
Time Setpoint Not Met During Occupied Cooling	0.00
Time Not Comfortable Based on Simple ASHRAE 55-2004	761.50

Note 1: An asterisk (*) indicates that the feature is not yet implemented.

Table of Contents

[Top](#)
[Annual Building Utility Performance Summary](#)
[Input Verification and Results Summary](#)
[Demand End Use Components Summary](#)
[Component Sizing Summary](#)
[Adaptive Comfort Summary](#)
[Climatic Data Summary](#)
[Envelope Summary](#)
[Lighting Summary](#)
[Equipment Summary](#)
[HVAC Sizing Summary](#)
[System Summary](#)
[Outdoor Air Summary](#)
[Object Count Summary](#)
[Sensible Heat Gain Summary](#)

[Table of Contents](#)

Report: **Input Verification and Results Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

General

	Value
Program Version and Build	EnergyPlus, Version 8.5.0-c87e61b44b, YMD=2022.04.27 14:50
RunPeriod	SKOLA1 (01-01:31-12)
Weather File	BELGRADE - SRB IWECC Data WMO#=132720
Latitude [deg]	44.82
Longitude [deg]	20.28
Elevation [m]	99.00
Time Zone	1.00
North Axis Angle [deg]	0.00
Rotation for Appendix G [deg]	0.00
Hours Simulated [hrs]	8760.00

ENVELOPE

Window-Wall Ratio

	Total	North (315 to 45 deg)	East (45 to 135 deg)	South (135 to 225 deg)	West (225 to 315 deg)
Gross Wall Area [m2]	877.37	287.49	151.20	287.49	151.20
Above Ground Wall Area [m2]	877.37	287.49	151.20	287.49	151.20
Window Opening Area [m2]	243.88	81.54	42.20	78.65	41.49
Gross Window-Wall Ratio [%]	27.80	28.36	27.91	27.36	27.44
Above Ground Window-Wall Ratio [%]	27.80	28.36	27.91	27.36	27.44

Conditioned Window-Wall Ratio

	Total	North (315 to 45 deg)	East (45 to 135 deg)	South (135 to 225 deg)	West (225 to 315 deg)
Gross Wall Area [m2]	877.37	287.49	151.20	287.49	151.20
Above Ground Wall Area [m2]	877.37	287.49	151.20	287.49	151.20
Window Opening Area [m2]	243.88	81.54	42.20	78.65	41.49
Gross Window-Wall Ratio [%]	27.80	28.36	27.91	27.36	27.44
Above Ground Window-Wall Ratio [%]	27.80	28.36	27.91	27.36	27.44

Skylight-Roof Ratio

	Total
Gross Roof Area [m2]	500.22
Skylight Area [m2]	0.00
Skylight-Roof Ratio [%]	0.00

PERFORMANCE

Zone Summary

	Area [m2]	Conditioned (Y/N)	Part of Total Floor Area (Y/N)	Volume [m3]	Multipliers	Gross Wall Area [m2]	Window Glass Area [m2]	Lighting [W/m2]	People [m2 per person]	Plug and Process [W/m2]
BLOCK1:ZONE2	50.69	Yes	Yes	177.41	1.00	76.13	19.88	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE4	19.58	Yes	Yes	68.54	1.00	15.05	3.13	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE6	13.28	Yes	Yes	46.47	1.00	7.98	1.96	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE5	53.42	Yes	Yes	186.97	1.00	30.01	8.21	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE7	14.48	Yes	Yes	50.67	1.00	8.64	2.14	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE8	55.95	Yes	Yes	195.81	1.00	34.64	9.08	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE3	47.93	Yes	Yes	167.76	1.00	52.61	13.80	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE12	114.07	Yes	Yes	399.25	1.00	118.23	10.94	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE11	14.06	Yes	Yes	49.19	1.00	13.31	3.47	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE10	9.19	Yes	Yes	32.15	1.00	0.00	0.00	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE9	17.11	Yes	Yes	59.87	1.00	17.66	4.70	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK1:ZONE1	32.64	Yes	Yes	114.26	1.00	64.43	16.56	14.0000	1.81	4.7000
BLOCK2:ZONE1	462.61	Yes	Yes	1572.86	1.00	438.69	58.20	14.0000	1.81	4.7000
Total	904.99			3121.22		877.37	152.06	14.0000	1.81	4.7000
Conditioned Total	904.99			3121.22		877.37	152.06	14.0000	1.81	4.7000
Unconditioned Total	0.00			0.00		0.00	0.00			
Not Part of Total	0.00			0.00		0.00	0.00			

[Table of Contents](#)

Report: **Demand End Use Components Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

End Uses

	Electricity [W]	Natural Gas [W]	Propane [W]	District Cooling [W]	District Heating [W]	Water [m3/s]
Time of Peak	10-JAN-07:30	-	-	08-JUL-14:30	10-JAN-05:30	-
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	54972.75	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	129559.95	0.00	0.00
Interior Lighting	12669.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	4253.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	16923.38	0.00	0.00	129559.95	54972.75	0.00

End Uses By Subcategory

	Subcategory	Electricity	Natural Gas	Propane	District Cooling	District	Water
--	-------------	-------------	-------------	---------	------------------	----------	-------

		[W]	[W]	[W]	[W]	Heating [W]	[m3/s]
Heating	General	0.00	0.00	0.00	0.00	54972.75	0.00
Cooling	General	0.00	0.00	0.00	129559.95	0.00	0.00
Interior Lighting	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone2#GeneralLights	709.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone4#GeneralLights	274.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone6#GeneralLights	185.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone5#GeneralLights	747.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone7#GeneralLights	202.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone8#GeneralLights	783.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone3#GeneralLights	671.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone12#GeneralLights	1596.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone11#GeneralLights	196.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone10#GeneralLights	128.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone9#GeneralLights	239.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone1#GeneralLights	457.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block2:Zone1#GeneralLights	6476.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone2#05	238.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone4#05	92.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone6#05	62.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone5#05	251.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone7#05	68.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone8#05	262.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone3#05	225.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone12#05	536.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone11#05	66.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone10#05	43.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone9#05	80.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone1#05	153.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ELECTRIC EQUIPMENT#Block2:Zone1#05	2174.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	Ventilation (simple)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Refrigeration	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

[Table of Contents](#)

Report: **Climatic Data Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

SizingPeriod:DesignDay

	Maximum Dry Bulb [C]	Daily Temperature Range [deltaC]	Humidity Value	Humidity Type	Wind Speed [m/s]	Wind Direction
SUMMER DESIGN DAY IN SKOLA1 (01-01:31-12) JUL	33.30	11.90	21.30	Wetbulb [C]	0.00	0.00
WINTER DESIGN DAY IN SKOLA1 (01-01:31-12)	-10.70	0.00	-10.70	Wetbulb [C]	9.40	0.00

Weather Statistics File

	Value
None	

[Table of Contents](#)

Report: **Envelope Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Opaque Exterior

	Construction	Reflectance	U-Factor with Film [W/m2-K]	U-Factor no Film [W/m2-K]	Gross Area [m2]	Net Area [m2]	Azimuth [deg]	Tilt [deg]	Cardinal Direction
BLOCK1:ZONE2_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	21.70	15.61	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE2_WALL_4_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	32.73	23.54	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE2_WALL_5_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	21.70	15.61	180.00	90.00	S
BLOCK1:ZONE2_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	57.97	57.97	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE4_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	9.38	6.99	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE4_WALL_4_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	3.15	2.52	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE4_WALL_5_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	2.52	1.87	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE4_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	4.24	4.24	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE4_GROUNDFLOOR_0_0_1	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	18.18	18.18	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE6_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	7.98	5.80	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE6_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	15.47	15.47	0.00	180.00	

BLOCK1:ZONE5_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	30.01	21.21	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE5_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	58.15	58.15	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE7_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	8.64	6.26	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE7_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	16.75	16.75	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE8_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	3.15	2.52	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE8_WALL_4_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	31.49	22.28	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE8_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	61.02	61.02	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE3_WALL_2_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	20.59	14.84	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE3_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	22.19	15.85	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE3_WALL_4_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	9.83	6.99	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE3_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	53.83	53.83	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE12_WALL_10_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	86.20	60.45	180.00	90.00	S
BLOCK1:ZONE12_WALL_11_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	18.83	13.48	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE12_WALL_12_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	13.19	8.98	180.00	90.00	S
BLOCK1:ZONE12_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	1.02	1.02	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE12_GROUNDFLOOR_0_0_1	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	22.65	22.65	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE12_GROUNDFLOOR_0_0_2	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	65.50	65.50	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE12_GROUNDFLOOR_0_0_3	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	39.84	39.84	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE11_WALL_2_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	13.31	9.53	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE11_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	4.76	4.76	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE11_GROUNDFLOOR_0_0_1	PROJECT GROUND	0.40	0.319	0.336	11.82	11.82	0.00	180.00	

	FLOOR								
BLOCK1:ZONE10_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	10.57	10.57	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE9_WALL_2_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	17.66	12.57	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE9_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	19.84	19.84	0.00	180.00	
BLOCK1:ZONE1_WALL_2_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	20.90	15.05	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE1_WALL_6_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	20.89	15.05	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE1_WALL_7_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	22.64	16.49	180.00	90.00	S
BLOCK1:ZONE1_GROUNDFLOOR_0_0_0	PROJECT GROUND FLOOR	0.40	0.319	0.336	38.63	38.63	0.00	180.00	
BLOCK2:ZONE1_WALL_2_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	3.15	2.54	90.00	90.00	E
BLOCK2:ZONE1_WALL_3_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	87.50	62.62	0.00	90.00	N
BLOCK2:ZONE1_WALL_4_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	3.15	2.54	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_5_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	24.22	17.47	0.00	90.00	N
BLOCK2:ZONE1_WALL_6_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	32.73	23.81	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_7_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	107.90	76.77	180.00	90.00	S
BLOCK2:ZONE1_WALL_8_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	18.83	13.65	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_9_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	13.20	9.66	180.00	90.00	S
BLOCK2:ZONE1_WALL_10_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	20.89	15.11	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_11_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	22.64	16.66	180.00	90.00	S
BLOCK2:ZONE1_WALL_12_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	72.45	51.95	90.00	90.00	E
BLOCK2:ZONE1_WALL_13_0_0	PROJECT WALL	0.40	0.280	0.293	32.02	23.00	0.00	90.00	N
BLOCK2:ZONE1_ROOF_1_0_0	PROJECT FLAT ROOF	0.15	0.347	0.364	21.52	21.52	180.00	0.00	
BLOCK2:ZONE1_ROOF_1_0_1	PROJECT FLAT ROOF	0.15	0.347	0.364	288.26	288.26	180.00	0.00	
BLOCK2:ZONE1_ROOF_1_0_2	PROJECT FLAT ROOF	0.15	0.347	0.364	39.48	39.48	180.00	0.00	
BLOCK2:ZONE1_ROOF_1_0_3	PROJECT FLAT ROOF	0.15	0.347	0.364	17.04	17.04	180.00	0.00	

BLOCK2:ZONE1_ROOF_1_0_4	PROJECT FLAT ROOF	0.15	0.347	0.364	133.93	133.93	180.00	0.00	
-------------------------	-------------------	------	-------	-------	--------	--------	--------	------	--

Exterior Fenestration

	Construction	Glass Area [m ²]	Frame Area [m ²]	Divider Area [m ²]	Area of One Opening [m ²]	Area of Multiplied Openings [m ²]	Glass U-Factor [W/m ² -K]	Glass SH GC	Glass Visible Transmittance	Frame Conductance [W/m ² -K]	Divider Conductance [W/m ² -K]	Shade Control	Parent Surface	Azimuth [deg]	Tilt [deg]	Cardinal Direction
BLOCK1:ZONE2_WALL_3_0_0_0_0_WIN	1001	5.54	0.44	0.11	6.09	6.09	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE2_WALL_3_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE2_WALL_4_0_0_0_0_WIN	1001	8.43	0.60	0.15	9.18	9.18	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE2_WALL_4_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE2_WALL_5_0_0_0_0_WIN	1001	5.54	0.44	0.11	6.09	6.09	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE2_WALL_5_0_0	180.00	90.00	S
BLOCK1:ZONE4_WALL_3_0_0_0_0_WIN	1001	2.09	0.24	0.06	2.39	2.39	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE4_WALL_3_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE4_WALL_4_0_0_0_0_WIN	1001	0.45	0.15	0.03	0.63	0.63	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE4_WALL_4_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE4_WALL_5_0_0_0_0_WIN	1001	0.47	0.15	0.04	0.65	0.65	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE4_WALL_5_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE6_WALL_3_0_0_0_0_WIN	1001	1.90	0.23	0.06	2.19	2.19	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE6_WALL_3_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE5_WALL_3_0_0_0_0_WIN	1001	8.07	0.58	0.14	8.79	8.79	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE5_WALL_3_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE7_WALL_3_0_0_0_0_WIN	1001	2.08	0.24	0.06	2.38	2.38	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE7_WALL_3_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE8_WALL_3_0_0_0_0_WIN	1001	0.45	0.15	0.03	0.63	0.63	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE8_WALL_3_0_0	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE8_WALL_4_0_0_0_0_WIN	1001	8.45	0.60	0.15	9.21	9.21	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE8_WALL_4_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE3_WALL_2_0_0_0_0_WIN	1001	5.23	0.42	0.10	5.75	5.75	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE3_WALL_2_0_0	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE3_WALL_3_0_0_0_0_WIN	1001	5.78	0.45	0.11	6.34	6.34	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE3_WALL_3_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE3_WALL_4_0_0_0_0_WIN	1001	2.52	0.27	0.06	2.85	2.85	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE3_WALL_4_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK1:ZONE12_WALL_10_0_0_0_0_WIN	1001	5.87	0.46	0.11	6.44	25.76	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE12_WALL_10_0_0	180.00	90.00	S

BLOCK1:ZONE12_WALL_11_0_0_0_0_WIN	1001	4.86	0.40	0.10	5.35	5.35	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE12_WALL_11_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE11_WALL_2_0_0_0_0_0_WIN	1001	3.39	0.32	0.08	3.78	3.78	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE11_WALL_2_0_0	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE9_WALL_2_0_0_0_0_0_WIN	1001	4.61	0.38	0.09	5.09	5.09	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE9_WALL_2_0_0	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE1_WALL_2_0_0_0_0_0_WIN	1001	5.32	0.43	0.10	5.85	5.85	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE1_WALL_2_0_0	90.00	90.00	E
BLOCK1:ZONE1_WALL_6_0_0_0_0_0_WIN	1001	5.32	0.43	0.10	5.85	5.85	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE1_WALL_6_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK1:ZONE1_WALL_7_0_0_0_0_0_WIN	1001	5.61	0.44	0.11	6.16	6.16	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK1:ZONE1_WALL_7_0_0	180.00	90.00	S
BLOCK2:ZONE1_WALL_2_0_0_0_0_0_WIN	1001	0.43	0.15	0.03	0.61	0.61	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_2_0_0	90.00	90.00	E
BLOCK2:ZONE1_WALL_3_0_0_0_0_0_WIN	1001	5.67	0.45	0.11	6.22	24.88	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_3_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK2:ZONE1_WALL_4_0_0_0_0_0_WIN	1001	0.43	0.15	0.03	0.61	0.61	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_4_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_5_0_0_0_0_0_WIN	1001	6.16	0.47	0.12	6.75	6.75	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_5_0_0	0.00	90.00	N
BLOCK2:ZONE1_WALL_6_0_0_0_0_0_WIN	1001	8.18	0.59	0.15	8.92	8.92	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_6_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_7_0_0_0_0_0_WIN	1001	4.70	0.39	0.10	5.19	31.14	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_7_0_0	180.00	90.00	S
BLOCK2:ZONE1_WALL_8_0_0_0_0_0_WIN	1001	4.69	0.39	0.10	5.18	5.18	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_8_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_9_0_0_0_0_0_WIN	1001	3.16	0.30	0.07	3.54	3.54	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_9_0_0	180.00	90.00	S
BLOCK2:ZONE1_WALL_10_0_0_0_0_0_WIN	1001	5.25	0.42	0.10	5.78	5.78	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_10_0_0	270.00	90.00	W
BLOCK2:ZONE1_WALL_11_0_0_0_0_0_WIN	1001	5.44	0.43	0.11	5.98	5.98	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_11_0_0	180.00	90.00	S
BLOCK2:ZONE1_WALL_12_0_0_0_0_0_WIN	1001	4.64	0.39	0.09	5.12	20.50	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_12_0_0	90.00	90.00	E
BLOCK2:ZONE1_WALL_13_0_0_0_0_0_WIN	1001	8.28	0.59	0.15	9.02	9.02	1.960	0.691	0.744	9.500	9.500	No	BLOCK2:ZONE1_WALL_13_0_0	0.00	90.00	N
Total or Average						243.88	1.960	0.691	0.744							
North Total or Average						81.54	1.960	0.691	0.744							

Non-North Total or Average					162.35	1.960	0.691	0.744						
----------------------------	--	--	--	--	--------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--

Interior Fenestration

	Construction	Area of One Opening [m2]	Area of Openings [m2]	Glass U-Factor [W/m2-K]	Glass SHGC	Glass Visible Transmittance	Parent Surface
Total or Average			0.00	-	-	-	

Exterior Door

	Construction	U-Factor with Film [W/m2-K]	U-Factor no Film [W/m2-K]	Gross Area [m2]	Parent Surface
BLOCK1:ZONE12_WALL_12_0_0_0_0_0_DOOR	PROJECT EXTERNAL DOOR	2.995	5.429	4.21	BLOCK1:ZONE12_WALL_12_0_0

[Table of Contents](#)

Report: **Lighting Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Interior Lighting

	Zone	Lighting Power Density [W/m2]	Zone Area [m2]	Total Power [W]	End Use Subcategory	Schedule Name	Scheduled Hours/Week [hr]	Hours/Week > 1% [hr]	Full Load Hours/Week [hr]	Return Air Fraction	Conditioned (Y/N)	Consumption [GJ]
BLOCK1:ZONE2 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:ZONE2	14.000	50.69	709.65	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone2#GeneralLights	D1_EDU_CLASSRM_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.0000	Y	5.40
BLOCK1:ZONE4 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:ZONE4	14.000	19.58	274.14	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone4#GeneralLights	D1_EDU_CLASSRM_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.0000	Y	2.08
BLOCK1:ZONE6	BLOCK1:ZONE6	14.0	13.2	185.8	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone6#	D1_EDU_CLASSRM_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.0000	Y	1.41

GENERAL LIGHTING	ONE6	000	8	9	GeneralLights	M_LIGHT				00		
BLOCK1:Z ONE5 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE5	14.0 000	53.4 2	747.8 6	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone5# GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	5.69
BLOCK1:Z ONE7 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE7	14.0 000	14.4 8	202.6 9	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone7# GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	1.54
BLOCK1:Z ONE8 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE8	14.0 000	55.9 5	783.2 6	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone8# GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	5.96
BLOCK1:Z ONE3 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE3	14.0 000	47.9 3	671.0 5	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone3# GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	5.10
BLOCK1:Z ONE12 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE12	14.0 000	114. 07	1596. 99	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone12 #GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	12.14
BLOCK1:Z ONE11 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE11	14.0 000	14.0 6	196.7 7	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone11 #GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	1.50
BLOCK1:Z ONE10 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE10	14.0 000	9.19	128.6 0	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone10 #GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	0.98
BLOCK1:Z ONE9 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE9	14.0 000	17.1 1	239.4 8	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone9# GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	1.82
BLOCK1:Z ONE1 GENERAL LIGHTING	BLOCK1:Z ONE1	14.0 000	32.6 4	457.0 3	ELECTRIC EQUIPMENT#Block1:Zone1# GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	3.47
BLOCK2:Z ONE1 GENERAL LIGHTING	BLOCK2:Z ONE1	14.0 000	462. 61	6476. 50	ELECTRIC EQUIPMENT#Block2:Zone1# GeneralLights	D1_EDU_CLASSR M_LIGHT	40.72	40.50	40.50	0.00 00	Y	49.24
Interior Lighting Total		14.0 000	904. 99	12669 .91								96.33

Daylighting

Zone	Daylighting Type	Control Type	Fraction Controlled	Lighting Installed in Zone [W]	Lighting Controlled [W]
------	------------------	--------------	---------------------	--------------------------------	-------------------------

None						
------	--	--	--	--	--	--

Exterior Lighting

	Total Watts	Astronomical Clock/Schedule	Schedule Name	Scheduled Hours/Week [hr]	Hours/Week > 1% [hr]	Full Load Hours/Week [hr]	Consumption [GJ]
Exterior Lighting Total	0.00						0.00

[Table of Contents](#)

Report: **Equipment Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Central Plant

	Type	Nominal Capacity [W]	Nominal Efficiency [W/W]	IPLV in SI Units [W/W]	IPLV in IP Units [Btu/W-h]
None					

Cooling Coils

	Type	Design Coil Load [W]	Nominal Total Capacity [W]	Nominal Sensible Capacity [W]	Nominal Latent Capacity [W]	Nominal Sensible Heat Ratio	Nominal Efficiency [W/W]	Nominal Coil UA Value [W/C]	Nominal Coil Surface Area [m2]
None									

DX Cooling Coils

	DX Cooling Coil Type	Standard Rated Net Cooling Capacity [W]	Standard Rated Net COP [W/W]	EER [Btu/W-h]	SEER [Btu/W-h]	IEER [Btu/W-h]
None						

DX Cooling Coil ASHRAE 127 Standard Ratings Report

	DX Cooling	Rated Net	Rated Electric	Rated Net	Rated Electric	Rated Net	Rated Electric	Rated Net	Rated Electric

	Coil Type	Cooling Capacity Test A [W]	Power Test A [W]	Cooling Capacity Test B [W]	Power Test B [W]	Cooling Capacity Test C [W]	Power Test C [W]	Cooling Capacity Test D [W]	Power Test D [W]
None									

DX Heating Coils

	DX Heating Coil Type	High Temperature Heating (net) Rating Capacity [W]	Low Temperature Heating (net) Rating Capacity [W]	HSPF [Btu/W-h]	Region Number
None					

Heating Coils

	Type	Design Coil Load [W]	Nominal Total Capacity [W]	Nominal Efficiency [W/W]
None				

Fans

	Type	Total Efficiency [W/W]	Delta Pressure [pa]	Max Air Flow Rate [m3/s]	Rated Electric Power [W]	Rated Power Per Max Air Flow Rate [W-s/m3]	Motor Heat In Air Fraction	End Use
None								

Pumps

	Type	Control	Head [pa]	Water Flow [m3/s]	Electric Power [W]	Power Per Water Flow Rate [W-s/m3]	Motor Efficiency [W/W]
None							

Service Water Heating

	Type	Storage Volume [m3]	Input [W]	Thermal Efficiency [W/W]	Recovery Efficiency [W/W]	Energy Factor
None						

[Table of Contents](#)

Report: **HVAC Sizing Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Zone Sensible Cooling

	Calculated Design Load [W]	User Design Load [W]	User Design Load per Area [W/m ²]	Calculated Design Air Flow [m ³ /s]	User Design Air Flow [m ³ /s]	Design Day Name	Date/Time Of Peak {TIMESTAMP}	Thermostat Setpoint Temperature at Peak Load [C]	Indoor Temperature at Peak Load [C]	Indoor Humidity Ratio at Peak Load [kgWater/kgAir]	Outdoor Temperature at Peak Load [C]	Outdoor Humidity Ratio at Peak Load [kgWater/kgAir]	Minimum Outdoor Air Flow Rate [m ³ /s]	Heat Gain Rate from DOAS [W]
BLOCK1:ZONE2	6320.98	7269.12	143.40	0.474	0.546	SUMMER DESIGN DAY IN SKOLA 1 (01-01:31-12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.98	0.00890	33.30	0.01138	0.000	0.00
BLOCK1:ZONE4	1759.40	2023.31	103.33	0.132	0.152	SUMMER DESIGN DAY IN SKOLA 1 (01-01:31-12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.98	0.00930	33.30	0.01138	0.000	0.00
BLOCK1:ZONE6	1217.26	1399.85	105.43	0.091	0.105	SUMMER DESIGN DAY IN SKOLA 1 (01-01:31-12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.99	0.00927	33.30	0.01138	0.000	0.00
BLOCK1:ZONE5	4317.52	4965.15	92.95	0.324	0.373	SUMMER DESIGN DAY IN SKOLA 1 (01-01:31-12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.98	0.00946	33.30	0.01138	0.000	0.00
BLOCK1:ZONE7	1325.59	1524.43	105.30	0.099	0.114	SUMMER DESIGN	7/15 15:00:00	23.00	22.99	0.00927	33.30	0.01138	0.000	0.00

						N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL									
BLOCK1:Z NE8	4575.6 8	5262.0 3	94.05	0.343	0.39 5	SUMM ER DESIG N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.98	0.00944	33.30	0.01138	0.000	0.00	
BLOCK1:Z NE3	4812.3 2	5534.1 7	115.4 6	0.361	0.41 5	SUMM ER DESIG N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL	7/15 10:00:00	23.00	22.99	0.00908	28.78	0.01138	0.000	0.00	
BLOCK1:Z NE12	12214. 68	14046. 89	123.1 4	0.916	1.05 4	SUMM ER DESIG N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL	7/15 14:30:00	23.00	22.99	0.00906	33.30	0.01138	0.000	0.00	
BLOCK1:Z NE11	1857.7 0	2136.3 6	152.0 0	0.139	0.16 0	SUMM ER DESIG N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL	7/15 10:00:00	23.00	22.99	0.00875	28.78	0.01138	0.000	0.00	
BLOCK1:Z NE10	874.66	1005.8 6	109.5 0	0.066	0.07 5	SUMM ER DESIG N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.99	0.00922	33.30	0.01138	0.000	0.00	
BLOCK1:Z NE9	2293.6 7	2637.7 2	154.2 0	0.172	0.19 8	SUMM ER DESIG N DAY	7/15 09:30:00	23.00	22.99	0.00861	27.77	0.01138	0.000	0.00	

						IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL								
BLOCK1:Z NE1	4602.8 1	5293.2 4	162.1 5	0.345	0.39 7	SUMM ER DESIG N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.98	0.00876	33.30	0.01138	0.000	0.00
BLOCK2:Z NE1	42021. 64	48324. 88	104.4 6	3.155	3.62 8	SUMM ER DESIG N DAY IN SKOLA 1 (01- 01:31- 12) JUL	7/15 15:00:00	23.00	22.98	0.00928	33.30	0.01138	0.000	0.00

The Design Load is the zone sensible load only. It does not include any system effects or ventilation loads.

Zone Sensible Heating

	Calculat ed Design Load [W]	User Design Load [W]	User Desig n Load per Area [W/m 2]	Calculat ed Design Air Flow [m3/s]	User Desig n Air Flow [m3/ s]	Desig n Day Name	Date/Time Of Peak {TIMESTA MP}	Thermost at Setpoint Temperat ure at Peak Load [C]	Indoor Temperat ure at Peak Load [C]	Indoor Humidity Ratio at Peak Load [kgWater/kgAir]	Outdoor Temperat ure at Peak Load [C]	Outdoor Humidity Ratio at Peak Load [kgWater/kgAir]	Minim um Outdo or Air Flow Rate [m3/s]	Hea t Gain Rate fro m DO AS [W]
BLOCK1:Z NE2	2755.6 3	3444.5 4	67.95	0.132	0.16 4	WINT ER DESIG N DAY IN SKOL A1 (01- 01:31 -12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01246	-10.70	0.00154	0.000	0.00
BLOCK1:Z NE4	892.67	1115.8 3	56.98	0.043	0.05 3	WINT ER DESIG N DAY IN SKOL A1 (01- 01:31	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01201	-10.70	0.00154	0.000	0.00

							-12)								
BLOCK1:ZONE6	597.67	747.09	56.26	0.029	0.036	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01197	-10.70	0.00154	0.000	0.00	
BLOCK1:ZONE5	2189.84	2737.31	51.24	0.105	0.131	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01171	-10.70	0.00154	0.000	0.00	
BLOCK1:ZONE7	649.24	811.55	56.06	0.031	0.039	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01196	-10.70	0.00154	0.000	0.00	
BLOCK1:ZONE8	2340.48	2925.60	52.29	0.112	0.140	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01177	-10.70	0.00154	0.000	0.00	
BLOCK1:ZONE3	2388.17	2985.21	62.28	0.114	0.143	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01224	-10.70	0.00154	0.000	0.00	
BLOCK1:ZONE12	5590.97	6988.72	61.27	0.267	0.334	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01220	-10.70	0.00154	0.000	0.00	

BLOCK1:ZONE11	710.43	888.03	63.18	0.034	0.042	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01227	-10.70	0.00154	0.000	0.00
BLOCK1:ZONE10	368.46	460.57	50.14	0.018	0.022	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01165	-10.70	0.00154	0.000	0.00
BLOCK1:ZONE9	851.16	1063.95	62.20	0.041	0.051	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01223	-10.70	0.00154	0.000	0.00
BLOCK1:ZONE1	2008.00	2509.99	76.89	0.096	0.120	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.98	0.01275	-10.70	0.00154	0.000	0.00
BLOCK2:ZONE1	22635.47	28294.34	61.16	1.080	1.350	WINTER DESIGN DAY IN SKOL A1 (01-01:31-12)	1/15 24:00:00	18.00	17.97	0.01226	-10.70	0.00154	0.000	0.00

The Design Load is the zone sensible load only. It does not include any system effects or ventilation loads.

System Design Air Flow Rates

	Calculated cooling [m3/s]	User cooling [m3/s]	Calculated heating [m3/s]	User heating [m3/s]
None				

Plant Loop Coincident Design Fluid Flow Rate Adjustments

	Previous Design Volume Flow Rate [m3/s]	Algorithm Volume Flow Rate [m3/s]	Coincident Design Volume Flow Rate [m3/s]	Coincident Size Adjusted	Peak Sizing Period Name	Peak Day into Period {TIMESTAMP}[day]	Peak Hour Of Day {TIMESTAMP}[hr]	Peak Step Start Minute {TIMESTAMP}[min]
None								

[Table of Contents](#)

Report: **System Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Economizer

	High Limit Shutoff Control	Minimum Outdoor Air [m3/s]	Maximum Outdoor Air [m3/s]	Return Air Temp Limit	Return Air Enthalpy Limit	Outdoor Air Temperature Limit [C]	Outdoor Air Enthalpy Limit [C]
None							

Demand Controlled Ventilation using Controller:MechanicalVentilation

	Controller:MechanicalVentilation Name	Outdoor Air Per Person [m3/s-person]	Outdoor Air Per Area [m3/s-m2]	Air Distribution Effectiveness in Cooling Mode	Air Distribution Effectiveness in Heating Mode	Air Distribution Effectiveness Schedule
None						

Time Not Comfortable Based on Simple ASHRAE 55-2004

	Winter Clothes [hr]	Summer Clothes [hr]	Summer or Winter Clothes [hr]
BLOCK1:ZONE2	1435.00	1060.00	535.50
BLOCK1:ZONE4	1255.00	1257.00	591.50
BLOCK1:ZONE6	1217.00	1291.00	609.50
BLOCK1:ZONE5	1238.00	1218.00	516.00
BLOCK1:ZONE7	1223.00	1278.00	596.00

BLOCK1:ZONE8	1256.50	1211.00	523.50
BLOCK1:ZONE3	1406.50	1185.50	630.00
BLOCK1:ZONE12	1394.50	1023.50	469.50
BLOCK1:ZONE11	1364.00	1134.50	554.00
BLOCK1:ZONE10	1137.50	1250.50	531.00
BLOCK1:ZONE9	1384.50	1104.00	530.50
BLOCK1:ZONE1	1524.00	1029.50	566.00
BLOCK2:ZONE1	1399.00	1115.00	531.00
Facility	1712.50	1355.00	761.50

Aggregated over the RunPeriods for Weather

Time Setpoint Not Met

	During Heating [hr]	During Cooling [hr]	During Occupied Heating [hr]	During Occupied Cooling [hr]
BLOCK1:ZONE2	13.00	0.00	0.00	0.00
BLOCK1:ZONE4	25.00	0.00	0.50	0.00
BLOCK1:ZONE6	30.50	0.00	2.00	0.00
BLOCK1:ZONE5	20.00	0.00	0.00	0.00
BLOCK1:ZONE7	29.00	0.00	1.50	0.00
BLOCK1:ZONE8	19.00	0.00	0.00	0.00
BLOCK1:ZONE3	16.50	0.00	0.00	0.00
BLOCK1:ZONE12	15.00	0.00	0.00	0.00
BLOCK1:ZONE11	24.50	0.00	1.00	0.00
BLOCK1:ZONE10	35.00	0.00	3.00	0.00
BLOCK1:ZONE9	19.50	0.00	0.00	0.00
BLOCK1:ZONE1	11.00	0.00	0.00	0.00
BLOCK2:ZONE1	16.50	0.00	0.00	0.00
Facility	39.50	0.00	3.00	0.00

Aggregated over the RunPeriods for Weather

Report: **Outdoor Air Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Average Outdoor Air During Occupied Hours

	Average Number of Occupants	Nominal Number of Occupants	Zone Volume [m3]	Mechanical Ventilation [ach]	Infiltration [ach]	AFN Infiltration [ach]	Simple Ventilation [ach]
BLOCK1:ZONE2	18.07	28.00	177.41	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE4	6.98	10.82	68.54	0.000	0.722	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE6	4.73	7.33	46.47	0.000	0.722	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE5	19.04	29.50	186.97	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE7	5.16	8.00	50.67	0.000	0.722	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE8	19.95	30.90	195.81	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE3	17.09	26.47	167.76	0.000	0.722	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE12	40.67	63.00	399.25	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE11	5.01	7.76	49.19	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE10	3.27	5.07	32.15	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE9	6.10	9.45	59.87	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE1	11.64	18.03	114.26	0.000	0.723	0.000	0.000
BLOCK2:ZONE1	164.92	255.51	1572.86	0.000	0.723	0.000	0.000

Values shown for a single zone without multipliers

Minimum Outdoor Air During Occupied Hours

	Average Number of Occupants	Nominal Number of Occupants	Zone Volume [m3]	Mechanical Ventilation [ach]	Infiltration [ach]	AFN Infiltration [ach]	Simple Ventilation [ach]
BLOCK1:ZONE2	18.07	28.00	177.41	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE4	6.98	10.82	68.54	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE6	4.73	7.33	46.47	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE5	19.04	29.50	186.97	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE7	5.16	8.00	50.67	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE8	19.95	30.90	195.81	0.000	0.037	0.000	0.000

BLOCK1:ZONE3	17.09	26.47	167.76	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE12	40.67	63.00	399.25	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE11	5.01	7.76	49.19	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE10	3.27	5.07	32.15	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE9	6.10	9.45	59.87	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK1:ZONE1	11.64	18.03	114.26	0.000	0.037	0.000	0.000
BLOCK2:ZONE1	164.92	255.51	1572.86	0.000	0.037	0.000	0.000

Values shown for a single zone without multipliers

[Table of Contents](#)

Report: **Object Count Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Surfaces by Class

	Total	Outdoors
Wall	84	34
Floor	34	17
Roof	22	5
Internal Mass	1	0
Building Detached Shading	40	40
Fixed Detached Shading	0	0
Window	33	33
Door	3	1
Glass Door	0	0
Shading	0	0
Overhang	0	0
Fin	0	0
Tubular Daylighting Device Dome	0	0

Tubular Daylighting Device Diffuser	0	0
-------------------------------------	---	---

HVAC

	Count
HVAC Air Loops	0
Conditioned Zones	13
Unconditioned Zones	0
Supply Plenums	0
Return Plenums	0

Input Fields

	Count
IDF Objects	1512
Defaulted Fields	177
Fields with Defaults	3839
Autosized Fields	52
Autosizable Fields	52
Autocalculated Fields	116
Autocalculatable Fields	424

[Table of Contents](#)

Report: **Sensible Heat Gain Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Annual Building Sensible Heat Gain Components

	HVA C Zone	HVA C Zone	HVAC Termi nal	HVAC Termi nal	HVA C Inpu	HVA C Inpu	Peopl e Sensi	Light s Sensi	Equip ment Sensibl	Wind ow Heat	Interz one Air	Infiltra tion Heat	Opaqu e Surface	Equip ment Sensibl	Wind ow Heat	Interz one Air	Infiltra tion Heat	Opaqu e Surface
--	------------------	------------------	----------------------	----------------------	------------------	------------------	---------------------	---------------------	--------------------------	--------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------

	Eq & Other Sensible Air Heating [GJ]	Eq & Other Sensible Air Cooling [GJ]	Unit Sensible Air Heating [GJ]	Unit Sensible Air Cooling [GJ]	t Heat ed Surface Heating [GJ]	t Cool ed Surface Cooling [GJ]	ble Heat Addition [GJ]	ble Heat Addition [GJ]	e Heat Addition [GJ]	Addition [GJ]	Transfer Heat Addition [GJ]	Addition [GJ]	Conduction and Other Heat Addition [GJ]	e Heat Removal [GJ]	Removal [GJ]	Transfer Heat Removal [GJ]	Removal [GJ]	Conduction and Other Heat Removal [GJ]
BLOCK1:ZONE2	3.473	-16.095	0.000	0.000	0.000	0.000	10.638	5.396	2.566	30.956	0.000	0.222	0.000	0.000	-8.499	0.000	-14.511	-14.145
BLOCK1:ZONE4	1.151	-4.773	0.000	0.000	0.000	0.000	4.132	2.084	0.991	2.565	0.000	0.089	0.567	0.000	-1.369	0.000	-5.437	-0.000
BLOCK1:ZONE6	0.760	-3.323	0.000	0.000	0.000	0.000	2.809	1.413	0.672	1.714	0.000	0.061	0.438	0.000	-0.853	0.000	-3.691	-0.000
BLOCK1:ZONE5	2.947	-11.819	0.000	0.000	0.000	0.000	11.182	5.686	2.704	7.292	0.000	0.241	0.001	0.000	-3.472	0.000	-14.483	-0.278
BLOCK1:ZONE7	0.828	-3.618	0.000	0.000	0.000	0.000	3.058	1.541	0.733	1.881	0.000	0.066	0.454	0.000	-0.930	0.000	-4.012	-0.000
BLOCK1:ZONE8	3.162	-12.512	0.000	0.000	0.000	0.000	11.716	5.955	2.832	7.985	0.000	0.252	0.001	0.000	-3.836	0.000	-15.175	-0.378
BLOCK1:ZONE3	3.012	-12.909	0.000	0.000	0.000	0.000	10.131	5.102	2.426	16.308	0.000	0.214	0.000	0.000	-5.831	0.000	-13.383	-5.070
BLOCK1:ZONE12	6.621	-35.703	0.000	0.000	0.000	0.000	23.837	12.142	5.774	59.298	0.000	0.504	0.000	0.000	-12.361	0.000	-32.697	-27.415
BLOCK1:ZONE11	0.852	-4.706	0.000	0.000	0.000	0.000	2.962	1.496	0.711	5.876	0.000	0.063	0.000	0.000	-1.510	0.000	-4.068	-1.675
BLOCK1:ZONE10	0.434	-2.526	0.000	0.000	0.000	0.000	1.936	0.978	0.465	0.000	0.000	0.042	1.341	0.000	0.000	0.000	-2.669	-0.000
BLOCK1:ZONE9	1.035	-5.656	0.000	0.000	0.000	0.000	3.595	1.821	0.866	7.951	0.000	0.076	0.000	0.000	-2.047	0.000	-4.969	-2.672
BLOCK1:ZONE1	2.406	-13.075	0.000	0.000	0.000	0.000	6.855	3.475	1.652	29.163	0.000	0.143	0.000	0.000	-7.128	0.000	-9.733	-13.757
BLOCK2:ZONE1	35.469	-112.092	0.000	0.000	0.000	0.000	96.682	49.242	23.416	173.638	0.000	1.965	0.000	0.000	-46.761	0.000	-122.638	-98.921
Total	62.1	-238.	0.000	0.000	0.00	0.00	189.	96.3	45.809	344.	0.000	3.937	2.801	0.000	-94.59	0.000	-247.46	-164.31

Facility	50	807			0	0	531	32		626					7		8	2
----------	----	-----	--	--	---	---	-----	----	--	-----	--	--	--	--	---	--	---	---

Peak Cooling Sensible Heat Gain Components

	Time of Peak {TIMES TAMP}	HVA C Zone Eq & Other Sensible Air Heating [W]	HVAC Zone Eq & Other Sensible Air Cooling [W]	HVA C Terminal Unit Sensible Air Heating [W]	HVA C Terminal Unit Sensible Air Cooling [W]	HVA C Input Heated Surface Heating [W]	HVA C Input Cooled Surface Cooling [W]	People Sensible Heat Addition [W]	Lights Sensible Heat Addition [W]	Equipment Sensible Heat Addition [W]	Window Heat Addition [W]	Interzone Air Transfer Heat Addition [W]	Infiltration Heat Addition [W]	Opaque Surface Conduction and Other Heat Addition [W]	Equipment Sensible Heat Removal [W]	Window Heat Removal [W]	Interzone Air Transfer Heat Removal [W]	Infiltration Heat Removal [W]	Opaque Surface Conduction and Other Heat Removal [W]
BLOCK1:ZONE2	08-JUL-04:02	0.00	-7954.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.91	0.00	0.00	0.00	8730.72	0.00	-385.13	0.00	-402.74	0.00
BLOCK1:ZONE4	17-JUN-04:02	0.00	-2468.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	0.00	0.00	2790.31	0.00	-82.67	0.00	-243.44	0.00
BLOCK1:ZONE6	17-JUN-04:02	0.00	-1698.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.12	0.00	0.00	0.00	1912.26	0.00	-50.63	0.00	-166.35	0.00
BLOCK1:ZONE5	17-JUN-04:02	0.00	-6272.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.55	0.00	0.00	0.00	7091.49	0.00	-202.56	0.00	-629.30	0.00
BLOCK1:ZONE7	17-JUN-04:02	0.00	-1849.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00	2080.50	0.00	-54.89	0.00	-179.40	0.00
BLOCK1:ZONE8	17-JUN-04:02	0.00	-6618.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.15	0.00	0.00	0.00	7490.86	0.00	-225.66	0.00	-660.03	0.00
BLOCK1:ZONE3	17-JUN-04:02	0.00	-6420.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.26	0.00	0.00	0.00	7372.53	0.00	-363.75	0.00	-599.50	0.00
BLOCK1:ZONE12	17-JUN-04:02	0.00	-16093.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.81	0.00	0.00	0.00	18154.67	0.00	-735.63	0.00	-1352.69	0.00
BLOCK1:ZONE11	08-JUL-04:02	0.00	-2270.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00	0.00	2450.74	0.00	-67.94	0.00	-115.71	0.00
BLOCK1:ZONE10	17-JUN-04:02	0.00	-1204.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	0.00	0.00	0.00	1324.24	0.00	-0.00	0.00	-121.92	0.00
BLOCK1:ZONE9	08-JUL-04:02	0.00	-2717.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.02	0.00	0.00	0.00	2951.26	0.00	-94.22	0.00	-143.29	0.00

BLOCK1:ZONE1	08-JUL-04:02	0.00	5560.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.67	0.00	0.00	0.00	6171.58	0.00	342.76	0.00	276.38	0.00
BLOCK2:ZONE1	17-JUN-04:02	0.00	58231.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	108.71	0.00	0.00	0.00	66197.34	0.00	2856.55	0.00	5217.64	0.00
Total Facility	17-JUN-04:02	0.00	119285.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.67	0.00	0.00	0.00	135412.65	0.00	5763.33	0.00	10576.44	0.00

Peak Heating Sensible Heat Gain Components

	Time of Peak {TIMES TAMP}	HVAC Zone Eq & Other Sensible Air Heating [W]	HVAC Zone Eq & Other Sensible Air Cooling [W]	HVAC Terminal Unit Sensible Air Heating [W]	HVAC Terminal Unit Sensible Air Cooling [W]	HVAC Input Heated Surface Heating [W]	HVAC Input Cooled Surface Cooling [W]	People Sensible Heat Addition [W]	Lights Sensible Heat Addition [W]	Equipment Sensible Heat Addition [W]	Window Heat Addition [W]	Interzone Air Transfer Heat Addition [W]	Infiltration Heat Addition [W]	Opaque Surface Conduction and Other Heat Addition [W]	Equipment Sensible Heat Removal [W]	Window Heat Removal [W]	Interzone Air Transfer Heat Removal [W]	Infiltration Heat Removal [W]	Opaque Surface Conduction and Other Heat Removal [W]
BLOCK1:ZONE2	14-JAN-05:35	3478.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	726.01	0.00	995.94	1768.32
BLOCK1:ZONE4	04-FEB-05:35	1152.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.22	0.00	236.46	840.08
BLOCK1:ZONE6	04-FEB-05:35	794.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.59	0.00	159.74	589.12
BLOCK1:ZONE5	04-FEB-05:35	2763.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	196.01	0.00	652.88	1926.94
BLOCK1:ZONE7	04-FEB-05:35	858.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.02	0.00	174.98	634.20
BLOCK1:ZONE8	04-FEB-05:35	2945.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.02	0.00	684.87	2055.99
BLOCK1:ZONE3	02-DEC-05:34	3046.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	370.81	0.00	720.76	1966.40
BLOCK1:ZONE12	02-DEC-05:34	7056.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	771.85	0.00	1714.33	4597.05
BLOCK1:ZONE	04-FEB-	923.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.1	0.00	169.9	-

ONE11	05:35	5														7		0	674.18
BLOCK1:Z ONE10	04-FEB- 05:35	494.0 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	107.2 4	- 388.94
BLOCK1:Z ONE9	04-FEB- 05:35	1093. 53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	- 111. 82	0.00	- 208.8 8	- 776.85
BLOCK1:Z ONE1	14-JAN- 05:35	2543. 42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	- 598. 98	0.00	- 646.5 2	- 1305.6 0
BLOCK2:Z ONE1	16-JAN- 06:00	2815 9.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	108.7 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	- 4828 .75	0.00	- 11219 .40	- 12220. 01
Total Facility	02-DEC- 05:34	5519 1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.6 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	- 5939 .13	0.00	- 13461 .15	- 36003. 88

[Table of Contents](#)

Report: **Component Sizing Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem

	Design Size Maximum Heating Air Flow Rate [m3/s]	Design Size Maximum Sensible Heating Capacity [W]	Design Size Maximum Cooling Air Flow Rate [m3/s]	Design Size Maximum Total Cooling Capacity [W]
BLOCK1:ZONE2 IDEAL LOADS AIR	0.164432	3444.54	0.545572	9250.78
BLOCK1:ZONE4 IDEAL LOADS AIR	0.053276	1115.83	0.151832	2760.33
BLOCK1:ZONE6 IDEAL LOADS AIR	0.035674	747.09	0.105033	1899.97
BLOCK1:ZONE5 IDEAL LOADS AIR	0.130663	2737.31	0.372699	6953.85
BLOCK1:ZONE7 IDEAL LOADS AIR	0.038751	811.55	0.114384	2069.69
BLOCK1:ZONE8 IDEAL LOADS AIR	0.139651	2925.60	0.394983	7346.48
BLOCK1:ZONE3 IDEAL LOADS AIR	0.142519	2985.21	0.415179	7272.52

BLOCK1:ZONE12 IDEAL LOADS AIR	0.333633	6988.72	1.05	18385.92
BLOCK1:ZONE11 IDEAL LOADS AIR	0.042404	888.03	0.160236	2647.44
BLOCK1:ZONE10 IDEAL LOADS AIR	0.021994	460.57	0.075466	1352.90
BLOCK1:ZONE9 IDEAL LOADS AIR	0.050800	1063.95	0.197810	3180.29
BLOCK1:ZONE1 IDEAL LOADS AIR	0.119831	2509.99	0.397208	6564.68
BLOCK2:ZONE1 IDEAL LOADS AIR	1.35	28294.34	3.63	65677.03

User-Specified values were used. Design Size values were used if no User-Specified values were provided.

[Table of Contents](#)

Report: **Adaptive Comfort Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2022-04-27 14:50:43**

Time Not Meeting the Adaptive Comfort Models during Occupied Hours

ASHRAE55 90% Acceptability Limits [Hours]	ASHRAE55 80% Acceptability Limits [Hours]	CEN15251 Category I Acceptability Limits [Hours]	CEN15251 Category II Acceptability Limits [Hours]	CEN15251 Category III Acceptability Limits [Hours]
---	---	--	---	--