

ENERGETSKA EFIKASNOST NA OBJEKTIMA U JAVNOM SEKTORU

By Zoran D. Živković

**ENERGETSKA EFIKASNOST NA OBJEKTIMA
U JAVNOM SEKTORU
DOKTORSKA DISERTACIJA**

Mentor

dr Predrag Popović, vanr. prof.

Kandidat

Zoran D. Živković

broj indeksa: 465019/2010

Beograd, 2018.

Komisija koja je pregledala rad
pod naslovom
ENERGETSKA EFIKASNOST NA OBJEKTIMA
U JAVNOM SEKTORU
i odobrila odbranu:

Predsednik: dr Milovan Stanišić, redovni profesor
Predsednik Univerziteta Singidunum u Beogradu

Mentor i član: dr Predrag Popović, vanredni profesor
Tehnički fakultet Univerziteta Singidunum u Beogradu

Član: dr Miroslav Radojčić, redovni profesor
Fakultet Tehničkih nauka u Čačku Univerziteta u Kragujevcu



*„Ako želite razumjeti univerzum, razmišljajte
o energiji, frekvenciji i vibraciji.“*

Nikola Tesla

ENERGETSKA EFIKASNOST NA OBJEKTIMA U JAVNOM SEKTORU

REZIME

Činjenica je da se, prema različitim izvorima, u zgradama u Srbiji troši 45-50% ukupno proizvedene i dobijene energije. Da bi se smanjila potrošnja energije u zgradama, tokom proteklih decenija, u razvijenim evropskim zemljama afirmisani su i implementirani rigidniji propisi o termičkoj zaštiti. Vremenom je i težište ovih propisa promenjeno, pa se prešlo sa utvrđivanja i ograničavanja vrednosti pojedinačnih termičkih karakteristika elemenata zgrade, na dozvoljenu potrošnju energije po jedinici površine.

Kjoto protokolom, Evropska unija se obavezala na smanjenje emisije SO₂ za 8% do 2012. godine. Kako bi se ovaj cilj ostvario preduzete su brojne mere i akcije na smanjenju potrošnje energije u zgradama. I dalje ostaju otvorena pitanja, najčešće nedovoljno jasna za nestručnu javnost, vezana za gubitke energije u složenim sistemima kao što su zgrade, konstrukcije i veze koje se u njima javljaju, koje su realno apstraktne i nevidljive. Predloženi integrisani sistem primenjen na javnim zgradama, koji ih čini energetske efikasnim, a koji će biti predstavljen u ovom radu, odnosi se na korišćenje savremenih tehnologija:

- primeni termovizijskog snimanja zgrada,
- upotrebi savremenih materijala u cilju efikasne termičke zaštite zgrada.

33

Potencijal koji pruža energetska efikasnost je ogroman¹, jer se ušteda energije ostvaruje kako na strani proizvođača, na samom izvoru, u postrojenju (prerada uglja, nafte, gasa i proizvodnja, prenošenje i distribucija električne i toplotne energije), tako i na strani korisnika, na samom kraju lanca eksploatacije (upotreba energije u domaćinstvima, saobraćaju i industriji). Zbog nedovoljnog razumevanja i neprihvatanja pojma energetske efikasnosti, od strane javnosti u širem smislu, u praksi taj potencijal ostaje u velikoj meri neiskorišćen, odnosno, tako zanemaren (do sada) se artikuliše kao „daleka“ ambicija društva.

Da bi se integrisani sistem mera na zgradama primenio i učinio ih energetske efikasnim, svakom objektu potrebno je pristupiti kao zasebnom projektu i nezavisnom problemu, uvažavajući utvrđene, sada već poznate, principe, a zatim adekvatno upravljati, sa aspekta koncepta upravljanja građevinskim projektima. Brojne rizike, koji se nameću kasnije u izvođačkom smislu, treba predvideti i usvojiti kao imperativnu i doslednu filozofiju upravljačkog menadžmenta, budući da će se uglavnom ove mere i principi odnositi na objekte u procesu energetske sanacije, dakle najveći posao će biti usmeren prema postojećim objektima.

Ključne reči: održivi razvoj, termovizijsko snimanje, energetska efikasnost, obnovljivi izvori energije

¹www.aler.rs

ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC SECTOR BUILDINGS

ABSTRACT

The fact is that, according to various sources, the buildings in Serbia consumes 45-50% of energy produced and received. To reduce energy consumption in buildings, in recent decades, developed countries have affirmed and implemented rigid regulations on thermal protection. Over time, the focus of these regulations changed and to move away from defining and limiting the value of certain thermal properties of the building elements, the power consumption of energy per unit area.

Kyoto Protocol, the EU committed itself to reducing CO₂ emissions by 8% to 2012. year. In order to achieve this goal has undertaken numerous measures and actions to reduce energy use in buildings. There remain open questions, often not clear enough for unskilled Releases related to energy loss in complex systems such as buildings, structures and relationships that developed within them, that are really abstract and invisible. The proposed integrated system is applied to public buildings to make them more energy efficient, which will be presented in this paper refers to the use of modern technology:

- applying thermovision recording of buildings,
- use of modern materials for efficient thermal protection of buildings.

Potential of providing energy efficiency is huge, because it achieves energy savings as the supply side, at the source, the plant (processing of coal, oil, gas, generation, transmission and distribution of electricity and heat), and on the user side, the the end of the chain of exploitation (the use of energy in households, transport and industry). Due to the lack of understanding and accepting the concept of energy efficiency of the public at large, in practice, this potential remains largely untapped, that is so neglected (so far) is articulated as „distant“ ambition society.

To be an integrated system of measures applied to buildings and made them energy efficient, each object must be accessed as a separate project and independent problem, taking into account the set of the now famous, principles, and properly managed, in terms of the concept of management of construction projects. A number of risks that are imposed after the performative sense, should also be provided as an imperative to adopt a consistent philosophy of control and management, as they will be mostly these measures and principles apply to objects in the process of energy recovery, so most work will be directed towards existing buildings.

Keywords: sustainable development, thermography, energy efficiency, renewable energy

САДРЖАЈ

Rezime sa ključnim rečima (na srpskom jeziku)
Rezime sa ključnim rečima (na engleskom jeziku)

I	UVOD	1
1.1.	Predmet i polazišta rada	1
1.2.	Značaj i aktuelnost	3
1.3.	Ciljevi istraživačkog rada	5
1.4.	Pretpostavke istraživanja	6
1.5.	Zadaci istraživanja	6
1.6.	Metode istraživačkog rada	7
1.7.	Struktura rada	7
II	ENERGETSKA EFIKASNOST, PRAKSA I REGULATIVA	
U	REPUBLICI SRBIJI	9
2.1.	Definicija pojma energetska efikasnost	9
2.2.	Potreba društva za energetsom efikasnošću	10
2.3.	Energetska efikasnost u zgradarstvu u Srbiji	12
2.4.	Pravni i institucionalni okvir u oblasti energetske efikasnosti	13
2.4.1.	Zgradarstvo i realizovani projekti na javnim zgradama u Srbiji	15
2.5.	Energetski bilans Republike Srbije u 2017. godini	17
2.6.	Evropska komisija (pitanja iz upitnika, izveštaji evropske komisije za 2010. i 2017. godinu)	19
2.7.	Barijere za povećanje energetske efikasnosti	22
III	SAVREMENE TEHNOLOGIJE U ZGRADARSTVU	24
3.1.	Savremeni fasadni izolacioni sistemi kod kontaktnih fasada	24
3.2.	Energetski efikasne kontaktne fasade	26
IV	PRIMENJENO ISTRAŽIVANJE U JAVNIM ZGRADAMA	27
4.1.	Preporuke i rešenja	27
4.2.	Opis istraživanja	27
4.3.	Primena termovizijskog snimanja u funkciji analize toplotnih gubitaka fasadnog omotača	28
4.3.1.	Definisanje parametara energetske performansi omotača	29
4.3.2.	Parametari koji utiču na metodu termovizijskog snimanja	30
4.4.	Obrada dobijenog termograma	32
4.4.1.	Izveštajni softveri	32
4.4.2.	Istraživački softveri	32
4.4.3.	Dostupni alati za analizu termograma	33
4.5.	Komparativna analiza modelovanih i izmerenih temperaturnih vrednosti	34
4.6.	Elaborat građevinske fizike	35
4.6.1.	Opis lokacije	36
4.6.2.	Analiza insolacije (senki)	40
4.7.	Izveštaj o termografskom snimanju	49
4.7.1.	Segment krovne terase	50
4.7.2.	Segment fasade	52

4.7.3. Prepust iznad terase sa horizontalnim olukom	54
4.7.4. Završni zid jedinice - ograda terase	56
4.7.5. Segment fasadnog zida	58
4.7.6. Segment obrade enterijera fiskulturne sale.....	60
4.8. Zaključna razmatranja	62
4.9. Konstrukcija zgrade pre intervencije (po sklopovima).....	63
4.9.1. Pristup proračunu provere letnje stabilnosti i provere kondenzacije.....	63
4.10. Intervencija 1	86
4.11. Intervencija 2	109
4.12. Ekonomsko-finansijski pokazatelji opravdanosti istraživanja	132
4.12.1. Primer energetske sanacije na jednom objektu.....	132
 V SMERNICE ZA UPRAVLJANJE PROJEKTOM	
„A ŠTA MOŽE ZIMA MENI ...?“	135
5.1. Realizacija istraživanja	135
5.2. Građevinski projekti	137
5.3. Upravljanje rizicima u građevinskim projektima	138
5.4. Predlog izmena nacionalne regulative u oblasti energetske efikasnosti u zgradarstvu	140
 DISKUSIJA REZULTATA	144
 ZAKLJUČAK	148
SLIKE (spisak)	151
TABELE (spisak)	151
GRAFIKONI (spisak)	152
 LITERATURA	154
 PRILOZI 157	
SPISAK SKRAĆENICA, OZNAKA I SIMBOLA.....	157
PRILOG 2. PISMA O NAMERAMA - Učešće u projektu „A šta može zima meni?“	159
2.1. Pismo o namerama - SIEMENS	159
2.2. Pismo o namerama - HENKEL	160
2.3. Pismo o namerama - KNAUF INSULATION	161
2.4. Pismo o namerama - ERAGON.....	162

UVOD

1.1. Predmet i polazišta rada

Kao posledica povećanja potreba sve brojnije populacije na planeti, rasla je potreba za energijom. „Prljave“ tehnologije, nedovoljna i loša primena zaštite u proizvodnim procesima su aktivirale i probleme ugrožavanja životne sredine. Svakodnevno su posledice sve vidljivije i lako uočljive.

Nekontrolisanom eksploatacijom, iscrpljivanjem ponuđenih resursa, razvijeni svet se trudio, uglavnom, da profitira, a zemlje u razvoju da dostignu „perjanice“ tog tehnološkog razvoja. Tradicionalna politika, pa time i energetska politika, je morala da pretrpi promene i evoluirala u skladu sa napretkom i inoviranim rastućim potrebama čovečanstva.

Od izuzetnog globalnog značaja danas je konstantna potreba za rastućom količinom energije.

Posmatrajući ovo pitanje treba definisati povezanost ciljeva održivog razvoja UN koji podrazumevaju smanjenje siromaštva, sa jedne, te osiguranje pristupa dostupnoj, stalnoj, održivoj energiji, sa druge strane. A kao imperativ se nameće i hitna akcija u borbi protiv klimatskih promena i mogućih nesagledivih posledica koje od njih nastaju.

Energetsko „siromaštvo“ država, odnosno nemogućnost znavljanja postojećih (ograničenih) sistema i primena novih tehnologija, jasno je, najpre pogada osetljive grupe stanovništva, starije osobe, siromašne i nemoćne, decu... Cena energije nije samo ona koju plaćamo, kroz njeno korišćenje po nekoj jedinici mere, ukupnu cenu čine energetske troškovi danas i kretkoročna i dugoročna davanja sutra.

Ako se fokusiramo na savremenu arhitektonsku praksu, u poslednjih tridesetak godina, pitanje energetske efikasnosti se u svetu postavlja kao jedno od bitnijih, kada govorimo o intervencijama kod novih, i svakako kod postojećih objekata. Sprovedena istraživanja u zemljama EU koja su objavljena u okviru poznatih „Zelenih papira - Prema Evropskoj strategiji za sigurnost snabdevanja energijom“ (*The Green Paper „Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply“*) ističu podatak da se u zgradama troši gotovo 40% ukupne energije na nivou Unije, te da se bez određenih aktivnosti, u domenu smanjenja potrošnje energije, ne može očekivati razvoj društva, koje je EU sa svojim članicama i zacrtala.

Kod nas, saglasno nacionalnoj strategiji, a zatim i prema Trećem Akcionom planu za energetske efikasnosti RS², država je sagledala i jasno definisala potrebu racionalnog korišćenja kvalitetnih energenata. Osim toga, pomenutim planom se precizira i povećanje energetske efikasnosti u procesu proizvodnje, kod distribucije i kod korisnika. Dakle, koncept korišćenja čiste energije sa regulatorno ograničenim korišćenjem prema tipu i starosti objekta i prirodi korisnika, poprima karakter i razmišljanje poput - evropskog.

Sagledavanjem strateškog okvira, pod pojmom unapređenja energetske efikasnosti u zgradarstvu upotrebom savremenih, integrisanih tehnologija, na čemu će ovaj rad biti fokusiran, podrazumeva se čitav niz praktičnih aktivnosti koje imaju za cilj smanjenje potrošnje energije. Za

²„Sl. glasnik RS“ br. 1/2017

korisnika, te aktivnosti znače da se uslovi komfora ne menjaju, odnosno da se samo mogu poboljšati. Dosadašnji „investitor“ uštede energije je bila uglavnom država, svojim ili sredstvima namenskih kreditnih linija. Ta ulaganja nisu dovoljna, obzirom da je segment uštede energije bio decenijama, iz više razloga, zapušten. Iako, postoji regulatorna mogućnost da se ušteda energije i njena primena u dobroj meri poveri stručnim kompanijama, i da tako ustupljena aktivnost za te kompanije postane „posao“, kao u svetu, do sada do toga nije došlo. ESCO (*Energy Service Company*) koncept (u daljem: ESCO³) u Srbiji je još uvek u povelju i nije prepoznat kao kvalitetan i dugoročan posao, jer za kompanije ili investicione fondove na našem tržištu nije do kraja regulatorno uređen, visokoprotitan ili definisan kao „easy money“⁴ posao, iako za to postoje kvalitetna inostrana znanja i do sada primenjivan *know how*.

9

Kada govorimo o energetske efikasnosti, pojam energetska efikasnost se najčešće vezuje za dva moguća i očekivana značenja, od kojih se jedno odnosi na uređaje (proste namenske potrošače), a drugo na ponašanja i mere od strane proizvođača, potrošača i krajnjeg korisnika.

Kod prvog značenja, pod energetske efikasnim uređajem (najčešće „bele tehnike“ i osvetljenja) smatra se onaj koji ima mali gubitak prilikom transformacije energije, što je jasno.

Kada je reč o merama energetske efikasnosti u neposrednoj primeni u zgradarstvu, pod energetske efikasnošću postojećih zgrada, podrazumeva se projektovano, integrisano intervenisanje (optimalno primenljivo) u postupku i procesu energetske sanacije na samoj zgradi u cilju smanjenja potrošnje energije, ostvarenja boljeg komfora i unapređenja životne sredine, najčešće mikro okruženja.

9

Bez obzira da li je reč o tehničkim ili netehničkim merama, ili promenama u ponašanju kod „proizvođača“ energije ili kod finalnog korisnika, sve podrazumevaju minimalno isti, ili viši, stepen ostvarenog komfora i standarda korisnika prostora.

Vrlo je bitno istaći da se predviđene mere moraju posmatrati integrisano, i u fazi projektovanja i kasnije u procesu izvođenja radova, dok je njihova neposredna fazna primena i implementacija na samoj zgradi, kontrolisana i moguća.

9

Kada se govori o zgradarstvu (rezidencijalnom i komercijalnom), najčešće praktične mere koje se neposredno preduzimaju u cilju smanjenja gubitaka energije i povećanja energetske efikasnosti, kod izgradnje novih, a posebno kod rekonstrukcije, odnosno energetske sanacije, postojećih zgrada, su:

- primena integrisanog, sveobuhvatnog projektovanja za uštede tokom celog životnog ciklusa u novim ili rekonstruisanim (energetski saniranim) zgradama,
- ugradnja kvalitetne termičke izolacije prostora koji se greje,
- zamena dotrajale stolarije u prostorima koje se greju, (sa dvostrukim ili trostrukim paketima stakla i višekomornim profilima (pet i više profila) od različitih postojećih materijala: PVC, aluminijum, drvo ili kombinacija materijala) uz korišćenje specijalnih nisko-emisionih stakala kad god je to prikladno,
- ugradnja odgovarajućih spoljnih uređaja za zasenjivanje na otvorima okrenutim ka jugu,

³Čl. 5, st. 1, tč. 4, Zakon o efikasnom korišćenju energije, „Sl. glasnik RS“, br. 25/2013

⁴Easy money - lako zaraden ili stečen novac

- ugradnja vertikalnih uređaja za zasenjivanje (roletne, žaluzine) na otvorima okrenutim prema istoku i zapadu,
- preprojektovanje sistema prozora i ugradnja kontrole bljeska i drugih odgovarajućih sistema,
- projektovanje prostora sa poboljšanim uslovima dnevne svetlosti,
- preprojektovanje spoljnih prostora prema bioklimatskim kriterijumima, sa kontrolisanom mikroklimom u kancelarijama i drugim komercijalnim zgradama i ugradnja naprednih („pametnih“) sistema za upravljanje energijom,
- projektovanje i ugradnja odgovarajućih sistema za hlađenje,
- korišćenje daljinskog grejanja za stambene blokove ili komplekse zgrada,
- korišćenje i/ili ugradnja sistema sa fotonaponskim ćelijama na krovove zgrada, fasadne zidove, spoljne prostore itd.,
- dodavanje/integracija pasivnih solarnih sistema na postojeće zgrade,
- ugradnja mernih uređaja za potrošnju energije,
- zamena „prljavih“ neobnovljivih energenata - „čistim“ obnovljivim,
- zamena energetski neefikasnih potrošača efikasnijim,
- primena urbanističkog planiranja za očuvanje energije.

Poboljšanje „efikasnosti“ zgrada, pre svega kod optimalnog, efikasnog utroška energije, primena naprednih tehnologija, učešće alternativnih, obnovljivih goriva, uz regulatorno ostvarene i usaglašene granice i nivoe zagađenja, u velikoj meri smanjuje i emisiju gasova sa efektom staklene bašte. U pitanju je još jedan benefit za društvo.

Konekcija (energetska efikasnost - „zelena energija“ - zaštita životne sredine) je neminovnost, obzirom da energetska efikasnost ne daje samo, kao rezultat, ostvaren komfor time i ugodaj korisnika, već u širem smislu ona predstavlja i kvalitet dobijene energije, odnosno njeno posredno, finalno učešće u kvalitetu života i ljudi koji nisu neposredni „profiteri“ smanjene upotrebe energije.

1.2. Značaj i aktuelnost

Republika Srbija je, u skladu sa prihvaćenim tendencijama za povećanjem energetske efikasnosti u zgradarstvu je, i laički posmatrano, u vidnom zakašnjenju u odnosu na većinu zemalja Evropske unije, pa i svog okruženja u nekim elementima.

Konkretni koraci učinjeni su 2009. godine kada je donošenjem Zakona o planiranju i izgradnji, prvi put pomenut pojam energetske efikasnosti, kao i potreba za energetske³⁹ sertifikacijom zgrada. U avgustu 2011. godine, stupili su na snagu novi propisi (Pravilnici) o energetske³⁹ efikasnosti zgrada i načinu izdavanja sertifikata o energetske³⁹ karakteristikama zgrada, tzv. *energetskih pasoša*.

Kada se govori o arhitektonskoj praksi, sadašnji trenutak je usmeren ka pitanjima energetske efikasnosti, kako sa aspekta teoretskih postavki, tako i sa aspekta utvrđivanja i definisanja performansi objekata, baziranoj na proceduri sertifikacije putem izdavanja „sertifikata energetske performansi“ (*Energy Performance Certificates - EPC*).

U većini evropskih zemalja te procedure su vezane za metode proračuna, dok se same provere kvaliteta izvođenja baziraju na postojanju posebnih procedura, uredbi i neposrednom stručnom nadzoru od strane inženjerskog kadra.

U domaćoj praksi, odnedavno je u primeni princip sertifikacije zgrada, kao i baza podataka izdatih „pasoša“ u resornom ministarstvu, dok pitanju valorizacije izvedenog stanja (energetske sanacije zgrade) nije posvećena posebna pažnja.

Posmatrajući lokalni trenutak, značaj predmeta ovog istraživanja ogleda se u teoretsko-praktičnom okviru, i može se prepoznati kroz:

- utvrđivanje metodološkog načina ispitivanja energetske karakteristika fasadnog omotača javnih zgrada upotrebom termovizijskog snimanja, koji je usaglašen sa realnim potrebama prakse,
- uvođenje metode termovizijskog snimanja kao obavezne, u praktičnoj primeni verifikacije kvaliteta fasadnog omotača javnih zgrada (kod novoizgrađenih i kod energetski saniranih javnih zgrada),
- klasifikaciju nedostataka omotača javnih zgrada iskazanih preko utvrđenih energetske karakteristika,
- predlog realnih mogućnosti ulaganja za privatni kapital (primenom ESCO koncepta i uz mogućnost primene Zakona o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama (u daljem: Zakon o JPP⁵)).

Teoretski okvir značaja ovog istraživanja se karakteriše i vidom društvenog značaja, gde se, pre svega, sagledava potencijal promene dosadašnje prakse verifikacije kvaliteta, uz njegovo usaglašavanje sa trendovima i evropskom regulativom, što kao rezultantu ima definisanje i uvođenje novog profila stručnjaka, odnosno potrebu za njihovom odgovarajućom edukacijom.

Praktični okvir se odnosi na konkretne preporuke i procedure koje bi omogućile adekvatnu primenu metode uz jasno definisanje uočenih praktičnih nedostataka, kroz izmenu i dopunu aktuelnih podzakonskih akata.

Na samom početku istraživanja, višedecenijski pominjan, prikaz „energetskog rasipništva“ predstavlja prosečnu ukupnu specifičnu godišnju potrošnju za zgrade sa daljinskim grejanjem i pripremom tople vode (PTV) u stambenim zgradama u Srbiji i u numeričkom smislu ta brojka je veća od 200kWh/m². Poređenja radi, u razvijenim evropskim zemljama je potrošnja i ispod 60kWh/m² godišnje.

Dakako, u razvijenim zemljama pristup i razumevanje energetske efikasnosti, primene i potrošnje, najpre kvalitetno dobijene energije, je višedecenijski. Merenja su pokazala da je u javnim zgradama kod nas, usled nebrige, ovaj podatak i drastičniji. Ovaj porazan pokazatelj je primorao, pre svega domaćeg zakonodavca, da najpre intenzivira aktivnosti na dostizanju regulatornih standarda koji važe u zemljama Evropske unije (EU). Dakle, usklađenost i harmonizacija, te prilagodljivost propisa je, u prvom koraku, imperativ, odnosno predstavlja uvod prema rešavanju problema energetske neefikasnosti kod svih potrošača, u industriji, saobraćaju i domaćinstvima.

⁵ „Sl. glasnik RS“ br. 88/2011, 15/2016 i 104/2016

Ovaj rad i provedeno istraživanje daje prikaz nekih aspekata energetske efikasnosti, teorijski pristup, osvrst na evropsku i nacionalnu regulativu, ali i aplikativno, kroz studiju slučaja - stanje i moguću primenu integrisanog sistema projektovanja na socijalnim objektima Gradske uprave grada Beograda.

Uži predmet istraživanja ovog rada, predstavljaće primena koncepta energetske efikasnosti u javnom sektoru⁶ na primeru predškolskih zgrada koji se nalaze u okviru predškolskih ustanova Gradske uprave grada Beograda.

1.3. Ciljevi istraživačkog rada

Jedan od najvećih potencijala za uštedu energije se i, logično, nalazi kod najvećeg potrošača - u zgradama. Međutim, proces transformacije postojećih zgrada „objedinjenom“ energetskom sanacijom, u one koje su komforne, bezbedne i energetski efikasne, sa smanjenom potrošnjom, je zahtevan posao.

Cilj ovog istraživanja je potvrda ispravnosti teorije da je, u budućem vremenu, ključ održivog razvoja društva energetska efikasnost, uz posebno definisanu i planiranu uštedu energije u zgradarstvu u javnom sektoru, upotrebom i primenom obnovljivih izvora energije uz moguće učešće kapitala pravnih lica, preduzetnika ili fondova, kojima bi takvo ulaganje predstavljalo održivo i dugoročno poslovanje.

Poseban cilj istraživanja odnosi se na izabrani primer, objekte Gradske uprave grada Beograda i primenu koncepta energetske efikasnosti i društveno odgovornog planiranja i ponašanja.

U funkciji ovih ciljeva, je i definisanje procedure primene posebnog termovizijskog snimanja, kao prvog koraka, u konkretnim uslovima:

- pristupa i načina fotografisanja (odnosa celina, princip definisanja zona ispitivanja),
- precizno određivanje zona sa nedostacima na zgradi (metod verifikacije i neposrednog uočavanja problema na samoj zgradi),
- precizna numerička prezentacija dobijenih rezultata.

Iza toga, fokus ovog rada je i u primeni savremenih materijala, u svakako, optimalno integrisanim sistemima, te njihove primene kod energetske sanacije javnih objekata.

Jedan od ciljeva predstavlja i predlog autora za izmenu i unapređenje podzakonskih akata koji tretiraju problematiku metodologije i izveštajnih dokumenata unutar Metodologija OPG4 i OPG5.

U ovom istraživanju koje tretira javne, socijalne objekte, doprinos se ogleda i u uočavanju značaja energetske efikasnosti i potrebe za racionalnom i efikasnom upotrebom energije od strane savremenog, urbano rešenog i edukovanog društva, odnosno u adekvatnom i optimalnom pristupu energetskog menadžmenta u budućnosti.

1.4. Pretpostavke istraživanja

⁶Čl. 5, st. 1, tč. 18 „Sl. glasnik RS“, br. 25/2013

Ovo istraživanje je usmereno na tri pretpostavke (hipoteze), od kojih je jedna glavna, a dve pomoćne:

Glavna hipoteza H1: Savremene tehnologije i njihova proceduralna, integrisana primena, predstavljaju značajan instrument kod, energetske efikasnosti funkcionisanja javnih objekata, uz očekivanu maksimalnu uštedu energije i finansijskih sredstava za korisnika.

Pomoćna hipoteza H2: Energetska efikasnost donosi trostruku korist društvu: energetske uštede, smanjenje pratećih troškova i smanjenje emisije štetnih gasova.

Pomoćna hipoteza H3: Koncept energetske efikasnosti u direktnoj je vezi sa konceptom zaštite životne sredine i konceptom održivog razvoja.

1.5. Zadaci istraživanja

Posmatrajući pretpostavke istraživanja, osnovni zadaci istraživanja su postavljeni i sumiraju se posle izbora posmatranih objekata, sledećim stavkama:

1. Definisanje pravila samog procesa termografskog snimanja u cilju dobijanja realnih rezultata, i to:

- načina i vremena (termina) izvođenja snimanja,
- određivanja dovoljne i potrebne preciznosti prema predmetnom objektu snimanja,
- upravljanje prema klimatskim uslovima snimanja (vremenski uticaji),
- načina formiranja slike celine objekta i njegovog trenutnog stanja,
- načina prepoznavanja i definisanja uočenih nedostataka na objektu,
- načina procene uticaja dobijenih nedostataka,
- načina određivanja energetske performansi posmatranog i snimanog javnog objekta.

2. Klasifikacija dobijenih termograma sa objašnjenjima performansi i njihovih numeričkih pokazatelja, kako bi predloženi izbor materijala i građevinskih (termičkih) sistema, novog energenta i primenjenih tehnologija bio adekvatan i finansijski održiv za investitora u - uštedu energije.

1.6. Metode istraživačkog rada

Uzimajući u obzir specifičnosti proučavanog predmeta istraživanja, kao i prethodno navedene ciljeve i zadatke, korišćene su metode kako bi bili zadovoljeni osnovni metodološki zahtevi - sistematičnost, objektivnost i pouzdanost.

Ovaj rad će biti u analizi dopunjen verifikovanim saznanjima i iskustvima inostranih i domaćih autora, odnosno saznanjima o savremenoj proizvodnoj i izvođačkoj praksi u racionalnoj primeni.

Izvršeno je ispitivanje javnog objekta kao reprezentativnog uzorka definisanog u toku procesa istraživanja, termovizijskim snimanjem i kontrolnim snimanjima beskontaktnim i, kada je to bilo moguće, kontaktnim metodama.

Takođe, matematičkim modeliranjem karakterističnih sklopova uz pomoć savremenih simulacionih softvera, u konačnom, dokazuje se i ušteda energije i finansijskih sredstava u postupku i nakon izvršene energetske sanacije⁷ na posmatranoj javnoj zgradi.

1.7. Struktura rada

Nakon uvodnog bavljenja značajem i polazištem, u nastavku se definišu ciljevi istraživanja, utvrđuju pretpostavke koje će se docnije dokazivati, a zatim i osnovni zadaci predmetnog istraživanja. Predviđena metodologija, kao i pristup istraživanju, uz dosledno i precizno sagledavanje činjenica, modela i potreba konačno daju rezultantu u vidu realno dostupnog i ostvarivog predloga rešenja.

U okviru drugog poglavlja predstavlja se praksa i regulativa kada je u pitanju energetska efikasnost u Republici Srbiji, uz uspostavljanje paralele sa Evropskom unijom. Poglavlje predstavlja projekte energetske efikasnosti realizovane u Srbiji.

U trećem poglavlju obrađuju se savremene tehnologije koje mogu biti zastupljene u integrisanoj primeni na objektima od javnog značaja. Materijali koji su predloženi predstavljaju samo jednu od mogućih „kombinacija“ koje bi projektant mogao da primeni. Predloženi sistemi, materijali i tehnologije, koji će biti predstavljeni i u samom proračunu građevinske fizike (sa svojim karakteristikama) tretiraju rešavanje problema na fasadi i krovu objekta, te u samom izvoru toplote, u kotlarnici.

Četvrto poglavlje bavi se neposredno proračunom građevinske fizike, uz korišćenje termovizije, kako metode dijagnostikovanja, namenskog javnog objekta, koji je samo jedan od 50(pedeset) javnih objekata za smeštaj predškolske dece u gradu Beogradu, koji nije priključen na daljinski sistem grejanja i nema tu mogućnost, kroz elaborat energetske efikasnosti. Predstavljeno istraživanje, simboličnog naziva - „*A šta može zima meni...?*“⁸, je i svojevrsna inicijativa autora i poziv nadležnima na sistemsko rešavanje ovog gradskog problema. Naziv ovog projekta je simboličan, ali je on prihvaćen i od strane četiri kompanije koje su dale svoj prihvati i na taj način nagovestila i učešće, svojim - pismom o namerama, koja se nalaze u Prilogu 7. ovog rada.

Naredno, peto poglavlje se bavi konceptom upravljanja pomenutim istraživanjem, kao budućim projektom društveno odgovorne lokalne zajednice opisanom u prethodnom poglavlju.

Na kraju se nalaze diskusija rezultata, zaključna razmišljanja, odgovarajući prilozi, kao i spisak referentne literature.

⁷Čl. 2, st. 1, tč. 23, Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, „Sl. glasnik RS“, br. 61/2011

⁸Zimska pesma - Jovan Jovanović Zmaj (prim. aut. - stih iz pesme)

II ENERGETSKA EFIKASNOST, PRAKSA I REGULATIVA U REPUBLICI SRBIJI

Ako sagledavamo energetske sektor na nacionalnom nivou, jasno je da u cilju pravilnog i jasnog definisanja moramo obuhvatiti ne samo ekonomski, pa i proizvodni, nego i socijalni i ekološki aspekt.

Kada je u pitanju sektor energetike, u ovom trenutku, odnosno okruženju, problem energetske snabdevanja, odnosno energetske sigurnosti⁹ se nameće kao centralno pitanje, pa je i sasvim jasno da je energetska efikasnost, za donosioca odluka - sekundarni problem. Neizvesnost snabdevanjem konvencionalnim energentima, u budućem vremenu, i strateški iznalaženje novih i sigurnih rešenja, kao i ušteda svih vidova energije uz primenu savremenih tehnologija i materijala prilikom energetske sanacije postojećih objekata, predstavlja siguran put energetske bezbednosti jedne zemlje.

Dok su izvori snabdevanja fosilnim energentom u postepenom opadanju, a globalni snabdevači „po granama“ definisani, nadmetanje „energetskih sila“ za oskudnim resursima u svetu se izvesno pojačava uz neminovnu opasnost od izbijanja ozbiljnijih sukoba. Preterana zavisnost od fosilnih goriva, naročito prirodnog gasa i nafte, kao izvora energije čini mnoge države, pre svega industrijski razvijene, ranjivim, čak i na najmanje poremećaje u snabdevanju, bez obzira da li su nastali usled terorističkih napada, ili kao rezultat političkih činilaca ili međunarodnih sporova. Iako pojedine zemlje, zahvaljujući prirodnim resursima i mogućnostima, nastoje da se preusmere na upotrebu i korišćenje obnovljivih izvora energije, prevladava potreba za koordiniranim međunarodnim naporima u iznalaženju rešenja za nove pretnje po regionalnu, pa i globalnu energetske bezbednost, posebno po pitanju bezbednosti energetske infrastrukture, kao što su naftna skladišta, naftne platforme, prerađivački kapaciteti, transporter energenata - tankeri, naftovodi, gasna skladišta i gasovodne mreže.

Sa druge strane, prirodni faktori, sve ekstremnije vremenske (ne)prilike, podrazumevaju da je smanjenje emisija štetnih gasova sve značajniji bezbednosni zahtev, posebno u onim krajevima koji su već pogođeni siromaštvom, glađu i socijalnom i političkom nestabilnošću. Takođe, masovne iznuđene migracije usled pogoršanih klimatskih uslova i ratnih dejstava predstavljaju jednu od najopasnijih i potencijalno destabilizirajućih pretnji.

2.1. Definicija pojma energetska efikasnost

Energetska efikasnost u zgradarstvu predstavlja niz mogućih i racionalno (pojedinačno ili integrisano) primenjenih mera koje kao rezultantu imaju smanjenje potrošnje energije. Projektovane i primenjene mere¹⁰ imaju za cilj podizanje komfora za sve korisnike u objektu.

⁹Čl. 3, st. 1, tč. 1, Zakon o efikasnom korišćenju energije, „Sl. glasnik RS“, br. 25/2013

¹⁰Čl. 5, st. 1, tč. 23, Zakon o efikasnom korišćenju energije, „Sl. glasnik RS“, br. 25/2013

Mnoge od mera, u/ili na objektu, u cilju smanjenja potrošnje energije može da izvede i sam korisnik, bez posebnih projektantskih rešenja. (zamena svetiljki, racionalno korišćenje uređaja, ugradnja termoregulacionih ventila na grejnim telima...)

U cilju racionalnog korišćenja energije, a time i povećanja energetske efiksnosti najčešće primenjivane mere su:

- korišćenje obnovljivih izvora energije kod javnih i rezidencijalnih korisnika,
- ugradnja efikasnih potrošača (svetiljki, kotlova...),
- ugradanja i upotreba kvalitetnih fasadnih i krovnih sistema na objektu,
- zamena loše spoljašnje stolarije na objektu,
- ugradnja termoregulacionih uređaja koji limitiraju potrošače energije.

Poznato je da najšira grupa korisnika poznaje i poistovećuje energetska efikasnost kod stambenih i javnih objekata, najčešće sa ugradnjom odgovarajuće termoizolacije i zamene stolarije.

Međutim, postoji i čitav niz mera koje se koriste u drugim granama, u industriji ili saobraćaju, koje nisu bliske najširoj grupi korisnika.

Ovo istraživanje će dati akcenat pre svega na mere (i njihovo unapređenje) koje se primenjuju u zgradarstvu, a koje su svakako građanima, pa i investitorima, najbitnije i najprimenljivije.

2.2. Potreba društva za energetska efikasnošću

Energetska efikasnost je neodvojiva od zaštite životne i radne sredine, odnosno izvorno se može reći da je energetska efikasnost direktno u funkciji zaštite prirode i očuvanja čovekovog, mikro i makro, okruženja. Slobodno se može istaći da je energetska efikasnost u svetu postala nosilac održivog razvoja i realni i nezaobilazni faktor opstanka društva i ekonomskog razvoja.

Kao što je već ranije pomenuto, ukupna prosečna specifična potrošnja energije za stambene zgrade sa daljinskim sistemom grejanja i PTV (*priprema tople vode*) u Srbiji je veća od 200kWh/m² godišnje, dok u razvijenim evropskim zemljama iznosi i ispod 60kWh/m². Ovaj podatak o potrošnji iz 2010. godine, kada je ovo istraživanje i započeto, je indikativan i dovoljno „zreo“. I tadašnje i sadašnje razmišljanje stručne javnosti je istovetno - višestruko uvećana potrošnja zabrinjava i opominje. Evidentno je da ova „rasipnička“ činjenica, koja je u nekim segmentima potrošnje i drastičnije izražena, primorava nadležne da intenziviraju aktivnosti i izjednače se sa standardima koji važe u zemljama EU.¹¹ Taj proces je zahtevan i nije lak i skoro da je neodvojiv od nezaobilaznih mera koje je u budućem vremenu potrebno sprovesti kod zaštite životne sredine.

Javne i komercijalne zgrade uglavnom nisu, zbog pristupa i nebrige od strane vlasnika, u fokusu proračuna potrošnje. U ovom trenutku javni sektor je više okrenut planiranju potreba budžetskog novca da „izgura“ zimu sa svojim, raspoloživim energentom, (i eventualno otkloni „neočekivani“ kvar na sistemu) nego da iznade novac i „angažuje“ ga za primenu mera energetske efikasnosti, ili se, opet, čini da je to samo stvar pojedinaca (entuzijasta) u nekim lokalnim samoupravama ili institucijama, koji figuriraju kao lokalni energetska menadžeri¹². Energetska

¹¹Šumarac, D. Energetska efikasnost zgrada u Srbiji - stanje i perspektive. Termotehnika, 36(1), 11-29, 2010.

¹²Čl. 5, st. 1, tč. 9, Zakon o efikasnom korišćenju energije, „Sl. glasnik RS“, br. 25/2013

ušteta još uvek nije pitanje koje bi „primoralo“ državu, kao vlasnika svog javnog i poslovnog prostora, da reaguje na pravi način.

Istraživanje koje je sproveda Svetska banka 2012. godine, daje nam sledeće rezultate kroz prikazane tabele¹³:

р.б	Зграде	Укупна површина (мл. m ²)	Потенцијал уштеде енергије (% потрошње зграде)	Потенцијал уштеде енергије (% потрошње финалне енергије)	Потенцијал укупне уштеде енергије (у ktоe) ¹⁴
I	Стамбене	190,00	39,00	10,6	1.102
II	Јавне				
	Здравство	4,00	47,00	0,5	43
	Образовање	11,25	44,00	0,7	86
	Зграде са канцеларијама са јавним функцијама	12,00	47,00	0,8	114
III	Пословне	18,00	48,00	3,2	247
	Укупно	235,20		15,8	1.592

Табела 1. Просечна процена уштеда према типу зграде у РС¹⁵

Зграде		Грејање		Струја		Укупно	
	Површина (m ²)	милиона € годишње	ktоe/год.	милиона € годишње	ktоe/год.	милиона € годишње	ktоe/год.
Канцеларије	12.000.000	70	100	41	58	110,4	158,2
Болнице	4.000.000	46	67	14	20	60,2	86,2
Школе	11.250.000	90	129	8	12	98,8	141,6
Укупно	27.250.000	206	296	63	90	269,4	386,0

Табела 2. Процењена вредност енергетске потрошње и трошкови у зградама јавног сектора¹⁶

Сектор	Укупна површина (мл. m ²)	Просечно улагање (€/m ²)	Укупно улагање (x10 ⁹ €)
Зграде са канцеларијама за обављање јавних функција	27,5	46,8	0,562

¹³Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Svetska banka (World bank), 2012.

¹⁴Еквивалентна нафта: 1toe = 41,868GJ = 11,63MWh

¹⁵Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Светска банка, (World bank), стр.8, 2012.

¹⁶Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Светска банка, (World bank), стр.9, 2012.

Болнице	3,5	49,2	0,197
Школе	10,0	38,3	0,431
Пословни сектор	18,0	70,9	1,276
Стамбени сектор	190,0	33,5	6,373
Укупно	249,0	45,4	8,839

Табела 3. Потребна улагања у сектору и укупно улагање¹⁷

Napomena: Iz tabela se j¹⁶o vidi da su troškovi upotrebe energije na godišnjem nivou kod korisnika u javnim zgradama 269,4 miliona evra, dok troškovi za poslovne i stambene zgrade dostižu brojku od 404 miliona evra.

Slično istraživanje i zaključke je dala i nemačka organizacija za tehničku saradnju GIZ, 2016. godine. Prema njenim procenama uz provedeno istraživanje u 169 gradova i opština Srbije, u preko 16.000 javnih zgrada poput škola i vrtića ima i ogromnog potencijala za energetske uštede.¹⁸

2.3. Energetska efikasnost u zgradarstvu u Srbiji

Ukupnu potrošnju energije je moguće ostvariti izgradnjom novih zgrada koje imaju utvrđene standarde energetske potrošnje, koje je zakonodavac i utvrdio. I to je u ovom trenutku sa, regulatorno utvrđenim, energetskim razredom „S“ i - izvodljivo. Međutim, zahtevniji posao u budućem vremenu će biti energetska sanacija postojećih objekata. Kada se govori o stambenim zgradama, potpuno je jasno, da građani to neće moći da ostvare bez odgovarajućih državnih subvencija, kao što se to radi u zemljama EU. Dakle, sve dok za državu energetska efikasnost ne bude u žiži interesovanja ili bar u visokom prioritetu, neće biti ni adekvatnog i dugoročnog rešenja. Do tada, usvaja se potrebna regulativa, obučavaju se novi, tržištu potrebni, kadrovi i radi izvođenje koje ne predstavlja opsežnu akciju, odnosno finansijski je podržano i kontrolisano, kroz institucije sistema, nedovoljnim (državnim) finansijskim instrumentima¹⁹ ili stranim podrškama i kreditnim linijama.

Danas je pred Srbijom i celim regionom niz otvorenih pitanja kada je reč o energetske bezbednosti, i neophodno je da region postigne dogovor, pa tim i utvrdi i zajedničku energetske politiku. Za našu državu je to i primena principa harmonizacije i usaglašavanja sa modelima i politikama EU.

Svedoci smo da je za područje Balkana u fokusu intenzivno traganje za dodirnim tačkama kroz zajedničke projekte i interkonekcije, pre svega gasne.

„Izrada energetskog pasoša zgrade, ima za cilj trajno smanjenje energetskih potreba pri projektovanju, izgradnji i korišćenju novih zgrada, zatim sanaciji i rekonstrukciji postojećih“.²⁰

2.4. Pravni i institucionalni okvir u oblasti energetske efikasnosti

Primena odgovarajućih mera energetske efikasnosti u domaćinstvima i zgradarstvu, jasno je, vodi ka najvažnijim uštedama energije za građane. Da bi se promovisale energetske efikasne zgrade,

¹⁷Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Светска банка, (World bank), стр.10, 2012.

¹⁸GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), Energetska efikasnost u zgradarstvu, 2016.

¹⁹Čl. 5, st. 1, тč. 29 Zakon o efikasnom korišćenju energije, Sl. glasnik RS“, br. 25/2013

²⁰Damjanović, Z. Štrbac, N. Mihajlović, I. & Stojanović, G. Primena termovizije pri merenju energetske efikasnosti u zgradarstvu. Energetske tehnologije, 7(2), 9-15, 2010.

i da bi se uspostavili modeli energetske efikasnosti i primenili minimalni zahtevi u pogledu energetske performansi zgrada, u domaćoj regulativi prepoznaju se uvodne promene, koje vode ka novim zakonima i propisima (pravilnicima) - kao i globalni pristup na polju smanjenja potrošnje energije.²¹

¹⁵
Racionalno i efikasno korišćenje energije i energenata doskora nije bio predmet ni jednog zakonskog akta u Republici Srbiji (do 2013. god.), odnosno njihova uskladenost sa Direktivama EU nije postojala.

⁹
Ako se posmatraju instrumenati politike koji se mogu koristiti za podsticanje povećanja energetske efikasnosti i koji moraju biti uređeni, to su:

1. Zakonska regulativa.
2. Ekonomske mere.
3. Istraživanje i razvoj.
4. Informisanje i obrazovanje.
5. Podaci i statistika.

¹⁵
Najpre, Zakon o energetici iz 2004. godine prepoznaje značaj energetske efikasnosti u sektorima proizvodnje i potrošnje energije kroz definisanu energetske politiku.

⁴ Donošenjem Zakona o energetici iz 2004. godine²² Agencija za energetske efikasnosti je reosnovana sa pravnim statusom specijalne organizacije. Zadatak agencije je bio da sprovodi i predlaže aktivnosti u cilju povećanja energetske efikasnosti i povećanog korišćenja obnovljivih izvora energije, uključujući i pripremu tehničkih i drugih propisa.

Međutim, Agencija za energetske efikasnosti prekida svoj rad 2013. godine, a njen rad nastavlja Odsek za obnovljive izvore i energetske efikasnosti u okviru Ministarstva energetike, razvoja i zaštite životne sredine RS.

¹³
Zakon o planiranju i izgradnji²³ iz 2009. godine uvažava značaj energetske efikasnosti objekata. Obaveza unapređenja energetske efikasnosti objekata definisana je u fazi projektovanja, izvođenja, korišćenja i održavanja (član 4. Zakona), tako da se propisana energetska svojstva utvrđuju izdavanjem *Sertifikata o energetskim svojstvima objekata* tzv. *energetskim pasošem zgrade*.

Sa 2009. godinom uvažen je značaj energetske efikasnosti objekata.

Osim Agencije za energetske efikasnosti, kao tela, Vlada Republike Srbije je 2010. godine pokrenula i „Nacionalni program energetske efikasnosti“ u okviru Ministarstva nauke i zaštite životne sredine.

²¹Schütt, W. & Drpić, M. Novi propisi za sektor zgradarstva. Tehnika - Kvalitet, standardizacija i metrologija, 10(6), 13-18, 2010.

²²Zakon ²³o energetici, „Sl. glasnik RS“, br. 84/2004 i 145/2014

²³Zakon o planiranju i izgradnji, „Sl. glasnik RS“, br. 72/2009, 81/2009, 64/2010, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014

Republika Srbija osniva pet centara za energetska efikasnost, lociranih u Beogradu, Novom Sadu, Nišu, Kragujevcu i Kraljevu. Zadatak regionalnih centara je bio da obezbede sprovođenje regionalnih programa neposredno, na terenu.

U martu 2012. godine, posle trogodišnje debate i usaglašavanja, donesen je Zakon o efikasnoj upotrebi energije, koji je precizirao i formiranje Fonda za energetska efikasnost od 2014. godine, ali ne i precizno model punjenja Fonda. Formiranje Fonda za energetska efikasnost je bila planirana (nužna) inicijalna mera za otpočinjanje procesa i podsticaje konkretnih akcija

Cilj donošenja Zakona je bio da se stvori ambijent koji podstiče odgovorno, racionalno i dugoročno održivo korišćenje energije.

Paralelna aktivnost je i da država mora da postepeno potpuno liberalizuje tržište energije i energenata. To je i učinjeno novoizglasanim Zakonom o energetici, 2011. godine. Time su se stvorili uslovi za privlačenje i zainteresovanost slobodnog investicionog kapitala za projekte povećanja energetske efikasnosti. Do trenutka potpune liberalizacije tržišta energenata i električne energije, državni podsticaji su neophodni za realizaciju ideje povećanja energetske efikasnosti. Plan je bio da se ovim putem postepeno ostvare i integrišu celine energetike u sistem EU, koji je prihvaćen potpisivanjem Ugovora o osnivanju energetske zajednice jugoistočne Evrope, 2006. godine.

Koliko je do sada urađeno i zaista uporedivo sa merama i zakonskom regulativom EU?

Konačno, naša zemlja je donela tri Akciona plana o energetska efikasnosti koji su imali jasno definisane ciljeve:

1. 2010-2012: ušteda **1.5%** finalne energije u 2008. (sa predviđenom uštedom: 0.1254 Mtoe)

Ostvarena ušteda do 2012: 1,22% ili oko 81,5% od planiranih ušteda

2. 2013-2015: **3.5%** finalne energije u 2008. (sa predviđenom uštedom: 0.2952 Mtoe)
3. 2010-2018: **9%** finalne energije u 2008. (sa predviđenom uštedom: 0.7524 Mtoe)

2.4.1. Zgradarstvo i realizovani projekti na javnim zgradama u Srbiji

Ako je potrebno da realnije sagledamo sliku potrošača u našoj zemlji treba uzeti u obzir i udeo određenog energenta, odnosno načina zagrevanja kod nas. Prema tabeli 4. načini zagrevanja zgrada u Republici Srbiji su sledeći: 26% ukupne površine se zagreva iz sistema daljinskih grejanja i lokalnih kotlarica sa centralnim grejanjem (14% iz daljinskih sistema i 12% iz lokalnih kotlarnica), 14% iz elektroenergetskog sistema, 10% iz sistema prirodnog gasa i 50% ukupnih površina koristi čvrsta goriva u lokalnim pećima (ugalj, ogrevno drvo, biomasa iz poljoprivrede, otpad i dr.).

Начин загревања зграда у Републици Србији	
Пећи на чврсто гориво	50%
Далјинско грејање	14%
Електрична енергија	14%
Локалне котларнице	12%
Природни гас	10%

Табела 4. Начин загревања зграда у РС²⁴

„Srednje godišnje specifične potrošnje energije za objekte grejane iz sistema daljinskog grejanja i lokalnih kotlarnica iznose: za stambene zgrade 171kWh/m², za nestambene zgrade 194kWh/m², za pripremu tople vode u stambenim zgradama 55kWh/m² a u nestambenim zgradama 12kWh/m². To daje srednju specifičnu potrošnju toplote za grejanje i pripremu tople vode u stambenim i nestambenim zgradama svedenu na 1m² neto površine od 228kWh/m².

Potrošnja energije u zgradarstvu Srbije (javni i privatni sektor) u potrošnji finalne energije iznosi 36%, što je više od industrije i saobraćaja pojedinačno (2009). Potrošnja električne energije u zgradarstvu je oko 60%.

Srednje godišnje specifične potrošnje energije za grejanje objekata koji koriste ostale načine zagrevanja iznose: za objekte grejane električnom energijom 130kWh/m², prirodnim gasom 230kWh/m² i iz lokalnih peći na čvrsta goriva 57kWh/m².²⁵

Broj domaćinstava koja se greju na električnu energiju iznosi 15% od ukupnog broja, a samo za grejanje potroši se 24% od ukupne potrošnje električne energije u svim domaćinstvima.

„Stambeni, komercijalni i sektor javnih usluga beležili su stalni rast u poslednjih nekoliko decenija, i to naročito u izgradnji svih tipova objekata: stambenih, komercijalnih i kombinovanih - višenamenskih objekata.“²⁶

Privatne, domaće i inostrane investicije u urbanim centrima Srbije rezultirale su traktivnim razvojem, posebno u vidu kombinovanih višenamenskih objekata – komercijalnih sa poslovnim, prodajnim i luksuznim stambenim površinama sa ugrađenim sistemima grejanja, ventilacije i klimatizacije velikog instalisanog kapaciteta. Međutim, neki od tih objekata projektovani su u skladu sa najstrožijim standardima energetske efikasnosti EU i u tom smislu su postali reper u regionu (npr. centar Ušće, iako je ceo objekat zastakljen, ima grejno opterećenje manje od 50kWh/m² godišnje). Ova tendencija prisutna je u najnovijim objektima i prosečna potrošnja toplotne energije u novim objektima je do 100kWh/m² godišnje.²⁷

S druge strane, prosečna godišnja potrošnja toplotne energije u većini postojećih objekata u gradskim sredinama Srbije značajno je veća, i to čak 2 do 3 puta veća nego u novim objektima. Stambeni objekti koji su izgrađeni tokom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog veka, u periodu najintenzivnijeg rasta stambenog fonda, karakterišu se preteranom potrošnjom finalne, posebno toplotne energije. Budući da su ove zgrade izgrađene bez ili sa neadekvatnom termoizolacijom, one danas predstavljaju najveći problem u pogledu potrošnje energije u Srbiji. Ovi objekti se dalje karakterišu predimenzioniranim instalacijama sistema grejanja i kotlovima ili toplotnim podstanicama.

²⁴Агенција за енергетску ефикасност РС, 2007.

²⁵Stojiljković, M. & Todorović, M. Osnove energetskog bilansiranja zgrade, Obuka za polaganje stručnog ispita za oblast energije i efikasnosti zgrada, Inženjerska komora Srbije, 2013

²⁶Todorović, M. Ećim, O. & Martinović, I. Izbor prilaza unapređenja energetske efikasnosti i održivosti zidanih zgrada. Materijali i konstrukcije, 53(4), 5-27, 2010.

²⁷Todorović, M. First NEEAP/BS - National Energy Efficiency Action Plan/Building Sector 2009-2018, Study Report and NEEAP-BS for the Republic of Serbia Ministry of Mining and Energy, IRG, Washington, June 2010.

³ U okviru strateškog programa Energetska efikasnost u zgradarstvu, koji je trebao da doprinese povećanju energetske efikasnosti i smanjenju potrošnje energije u stambenom i tercijarnom sektoru, AEE Republike Srbije je u 2005. i 2006. godini realizovala projekat *Energetska efikasnost u javnim zgradama - demonstracioni projekti*.

³ Aktivnosti ovog Projekta sprovedene su uz finansijsku podršku EU, preko Evropske agencije za rekonstrukciju (EAR), koja je u obliku nepovratne finansijske pomoći Srbiji obezbedila poseban fond za unapređenje energetske efikasnosti u zgradarstvu u iznosu od 1,65mil.€.

³ Godine 2004. objavljen je javni poziv sa sufinansiranje demonstracionih projekata na povećanju EE u javnim zgradama lokalne samouprave. Po ovom pozivu primljeno je 58 prijava. Nakon tehničke i finansijske ocene projekata angažovanih, kvalifikovanih i iskusnih eksperata, i nakon odobrenja od EAR-a, Agencija je zaključila 16 ugovora sa opštinama kojima je dodeljena donacija.

³ Struktura odabranih javnih objekata je: sedam škola, dve predškolske ustanove, tri administrativne zgrade, jedan objekat kulture i tri zdravstvena objekta.

³ Korisnik donacije je upravljao projektom pod nadzorom AEE, koja je ujedno obezbeđivala podršku lokalnim samoupravama u svim koracima implementacije: pripremi tenderske dokumentacije, procesu ocene dostavljenih ponuda, u postupku procedure ugovaranja, pripreme tehničkih i potrebnih finansijskih izveštaja.



Слика 1. Реализовани демонстрациони пројекти²⁸

³ U okviru ovakve organizacije projekta Agencija je, kao kopotpisnik sa Ministarstvom rudarstva i energetike, ugovorila različite konsultantske usluge sa Zajedničkim poduhvatom firmi BDSP iz Londona i Energoprojekt-Entel iz Beograda od kojih je jedna od najvažnijih, u smislu verifikacije projekta, merenje potrošnje toplotne energije za grejanje pre i posle primene izabranih paketa mera energetske sanacije objekta uz praćenje dostignutog komfora za krajnje korisnike.

²⁸http://www.gradjevinarstvo.rs/ТекстДетаљиURL/Агенција_за_енергетску_ефикасност_%E2%80%93_Енергетска_ефикасност_у_зградарству.aspx?ban=820&текстид=213 датум приступа 17. мај 2011. год.

Takode, Svetska banka je u okviru pet projekata za Srbiju, u junu 2007. godine odobrila i projekat za unapređenje energetske efikasnosti u školama i bolnicama. Za ovaj projekat je obezbedeno dodatnih 28 mil. US dolara i to delom iz zajma po EBRD uslovima u iznosu od 18 mil. US dolara, i delom iz kredita po koncesionalnim IDA uslovima u iznosu od 10 mil. US dolara. Ovo je omogućilo Vladi da ratifikacijom ugovora u Skupštini Srbije ostvari originalni cilj projekta i da nastavi sa unapređenjem efikasnosti korišćenja energije kroz: rehabilitaciju sistema grejanja u Kliničkom centru Niš i rekonstrukciju 17 objekata unutar Kliničkog centra, unapređenje osvetljenja u školama, unapređenje energetske efikasnosti u oko deset socijalnih ustanova, kao što su domovi za nezbrinutu decu, domovi za stara lica i ustanove za decu sa posebnim potrebama, kao i unapređenje energetske efikasnosti u šezdesetak škola i bolnica širom Srbije.

2.5. Energetski bilans Republike Srbije u 2017. godini

„Energetski bilans predstavlja dokument kojim se utvrđuju godišnji iznosi energije i energenata za uredno i sigurno snabdevanje korisnika energije“.²⁹

Planirana proizvodnja energetskog sektora u 2017. godini će iznositi 0,761Mtoe, predstavlja 4% više od procenjene potrošnje energetskog sektora od 0,735Mtoe u prethodnoj godini.³⁰

U 2017. godini planirani gubici u prenosu i distribuciji će iznositi 0,629Mtoe, što je za 7% više u odnosu na proteklu godinu, kada su gubici u prenosu i distribuciji iznosili 0,590Mtoe.³¹

Ukupna finalna energija koja je raspoloživa potrošnju planirana je na 9,047Mtoe ili za 1,4% više u odnosu na 2016. godinu kada je ukupna potrošnja finalne energije iznosila 8,935Mtoe.³²

„Gazprom je krajem novembra 2017. godine objavio da je potrošnja gasa u Srbiji do 15. novembra dostigla potrošnju iz 2016. godine kada je isporučeno 1,75 milijardi kubnih metara. Tržišta, koja su na trasi gasovoda Turski tok, pokazala su rastući apetit za ruskim gasom u periodu od 1. januara do 15. novembra 2017. godine.

Isporuke Turskoj su povećane za 21,7% (4,4 milijarde kubnih metara) u odnosu na isti period prošle godine, Grčkoj za 12,1%, Bugarskoj za 7,1%, Mađarskoj za 24,4%, a Srbiji za 26,7%.“³³

Koliko je gas energent budućnosti pokazuju i investicione aktivnosti članica EU koje grade terminale za smeštaj tečnog gasa, pa je tako u Svinoujšču u Poljskoj 2015. godine pušten u rad terminal za tečni gas, kapaciteta pet milijardi kubnih metara godišnje. Kasnije je Varšava saopštila da taj terminal i gasovod koji će povezati Poljsku sa norveškim nalazištem omogućavaju zemlji da bude nezavisna od isporuka gasa „sa istoka“.

Pored Poljske, ulogu drugog izvora ulaska goriva u Evropu u okviru novog gasnog koridora treba da igra Hrvatska. Početkom jula tokom „Samita tri mora“ u Varšavi, hrvatski gasni operater „Plinacro“ potpisao je s „Gas sistemom“ sporazum o saradnji. Gasni terminal na ostrvu Krk još nije izgrađen, ali je planirano da bude pušten u rad 2019. ili 2020. godine.

²⁹Energetski bilans Republike Srbije za 2017. godinu, str. 1. („Službeni glasnik RS“ br. 110/2016)

³⁰Energetski bilans Republike Srbije za 2017. godinu, str. 12. („Službeni glasnik RS“ br. 110/2016)

³¹Energetski bilans Republike Srbije za 2017. godinu, str. 12. („Službeni glasnik RS“ br. 110/2016)

³²Energetski bilans Republike Srbije za 2017. godinu, str. 12. („Službeni glasnik RS“ br. 110/2016)

³³Novinska Agencija Tas (Rusija), 17.11.2017. god. (izvor: Tanjug, 19.11.2017. god.)

Regasifikacioni kapacitet novog terminala biće prvo oko 10 milijardi kubnih metara godišnje, a kasnije bi mogao da bude povećan na 15 milijardi kubnih metara. Pošto je potreba same Hrvatske za prirodnim gasom oko tri milijarde kubnih metara, terminal će biti orijentisan na izvoz. Za ove svrhe već je izgrađen novi gasovod iz Hrvatske ka Mađarskoj. Izgradnja još uvek nije započela, obzirom da je planirano se snabdevanje vrši tečnim gasom (uvezenim) iz SAD. Ovi planovi još uvek nisu sprovedeni u delo.

Ponovo je u opciji i očekuje se, krajem 2018. godine, „evropska dozvola“ za „Južni tok“ sa već poznatom trasom, koji bi mogao da doprema gas sa ruskih polja, još jednim nastavkom iz Turske, odnosno Bugarske, koji se nastavlja prema Mađarskoj, Slovačkoj i Austriji. Srbija mogla da očekuje gas preko ove trase 2020. godine.

2.6. Evropska komisija (pitanja iz upitnika, izveštaji evropske komisije za 2010. i 2017. godinu)

Evropski savet je 1993. godine u Kopenhagenu definisao kriterijume za članstvo u Evropskoj uniji, koji glase:

„Pristupanje će se održati čim država preuzme obaveze članstva ispunjavanjem **ekonomskih i političkih uslova**.“

Članstvo podrazumeva:

- **da je zemlja kandidat postigla stabilnost institucija koja garantuje demokratiju,**
- **vladavinu prava, ljudska prava i poštovanje i zaštitu manjina,**
- **postojanje funkcionalne tržišne ekonomije, kao i sposobnost da se nosi sa pritiskom konkurencije i tržišnim snagama u okviru Unije,**
- **sposobnost zemlje kandidata da preuzme obaveze članstva, koje uključuju i**
- **privrženost cilju političke, ekonomske i monetarne unije.“**

Dana 29. aprila 1997. godine Savet je definisao uslove za zemlje Zapadnog Balkana u okviru Procesa o stabilizaciji i pridruživanju.

U svom Mišljenju, dakle, evropska Komisija će analizirati zahtev Srbije na osnovu iskazane sposobnosti zemlje da ispuni određene uslove i kriterijume.

Kako bi Komisiji bile pružene neophodne informacije za sprovođenje ove detaljne analize, republici Srbiji je ovim putem predat spisak sveobuhvatnih pitanja. Kada je u pitanju Upitnik, na 181. strani pomenutog dokumenta, u odeljku koji se odnosi na Energetsku efikasnost, izložena su sledeća pitanja:

37. Da li imate ili nameravate da izradite Nacionalni akcioni plan energetske efikasnosti? Molimo vas da dostavite sledeće podatke o vremenskom okviru Nacionalnog plana, sektorima koje obuhvata i očekivane/postignute uštede. Ukoliko imate postavljene ciljeve o nacionalnoj energetske efikasnosti/uštedama, molimo vas da dostavite informacije o načinu na koji su definisani i njihovim merama?

38. Molimo vas da nam pružite informacije o tekućim i planiranim zakonodavnim i nezakonodavnim merama promovisanja energetske efikasnosti (o vrsti ovih mera, raspoloživom budžetu, itd.). Da li postoji neki zakon o energetskej efikasnosti?

39. Koje institucije su nadležne ili će biti nadležne za monitoring i sprovođenje mera i programa energetske efikasnosti?

40. Da li ste uspostavili bilo kakav sistem podsticanja uštede energije i poboljšanja energetske efikasnosti (kao što su programi sertifikata o uštedi energije ili dobrovoljni sporazumi sa energoprivredom ili drugim učesnicima)?

41. Postoje li bilo kakve mere za unapređenje energetske efikasnosti u javnom sektoru i iskoristite njihove primerne uloge (npr. javna nabavka energetske efikasnosti)?

42. Postoje li bilo kakvi programi podrške (finansijske, fiskalne ili druge) za:

a) poboljšanje energetske efikasnosti objekata;

b) poboljšanje energetske efikasnosti u industriji i domaćinstvima;

v) poboljšanje energetske efikasnosti transporta.

43. Postoji li bilo kakva politika koja se zalaže za unapređenje razvoja kompanija za energetske usluge (KEU) ili za sprovođenje ugovora o energetskom učinku od strane potrošača energije?

44. Da li imate neki zakonski propis na snazi koji zahteva i time obezbeđuje da krajnji korisnici električne energije, prirodnog gasa, daljinskog grejanja i/ili hlađenja i toplovoda u vašoj zemlji budu opremljeni individualnim meračima koji odražavaju stvarnu potrošnju energije?

45. Da li imate neki zakonski propis na snazi koji zahteva i time obezbeđuje da se naplata vrši od strane distributera energije, operatera distributivnog sistema i kompanije za maloprodaju energije, na osnovu stvarne potrošnje energije?

46. Da li je nacionalno zakonodavstvo usklađeno sa Ekološkim dizajnom i Direktivama energetskog označavanja, merama za njihovo sprovođenje i Uredbom o programu *Energy Star* standarda za energetske efikasnosti proizvoda? Da li postoji plan o obaveznom energetskom označavanju i da li postoje minimalni zahtevi energetske efikasnosti za kućne aparate? Ukoliko ne postoje, koji su planovi za njihovo uvođenje i kada? Koje strukture ste predvideli za sprovođenje ovih mera? Da li je nacionalno zakonodavstvo usklađeno sa Uredbom 1222/2009/EZ o označavanju guma u pogledu efikasnosti goriva i drugih suštinskih parametara, i ukoliko nije, kakvi su planovi u smislu usklađivanja?

47. Da li je energetska efikasnost razmotrena u građevinskim propisima?

48. Da li postoje uslovi za ispunjavanje minimalnog energetskog učinka za pojedine vrste objekata (novih i postojećih, stambenih i nestambenih)? Da li imate neke oznake energetskog učinka za objekte?

49. Da li postoji neka politika ili program o unapređenju razvoja niskoenergetskih objekata? Da li postoje odredbe koje određuju minimalni udeo obnovljivih izvora energije u snabdevanju objekata energijom?

50. Da li postoje zahtevi u pogledu efikasnosti odnosno monitoringa grejanja, ventilacije odnosno klimatizacije i rasvete?

51. Da li su podaci prikupljeni u skladu sa prirodom i energetskim karakteristikama objekata?

52. Da li vaše zakonodavstvo sadrži ikakve zahteve u pogledu planova energetske revizije za krajnje potrošače energije (npr. preduzeće, industrija)?

53. Postoje li politički okviri i programi podrške (finansijske, fiskalne ili druge) u pogledu visokoefikasne kogeneracije? Da li imate planove za unapređenje korišćenja visokoefikasne kogeneracije i obnovljive energije u daljinskom grejanju i kogeneraciji?

Posle dve godine od potpisivanja, važno je napomenuti deo iz *Izveštaja Evropske komisije o Srbiji za 2010. godinu*.³⁴ U ovom izveštaju se navodi da je mali napredak ostvaren na polju energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije. U julu 2010. godine, kako se u Izveštaju navodi, usvojen je nacionalni Akcioni plan o energetskej efikasnosti. Vlada je usvojila podzakonske propise o obnovljivoj energiji, prethodne godine, u novembru 2009. godine. Ovi propisi se posebno odnose na privilegovane proizvođače električne energije, koji uključujuju i mere stimulacije (garantovane otkupne cene tzv. „feed in“ - tarife u dvanaestogodišnjem periodu) za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora energije. (Napomena: Pomenuta tarifa za privilegovane proizvođače električne energije je revidirana krajem 2012. godine.)

Međutim, glavni elementi pravnih tekovina Evropske unije o obnovljivoj energiji još uvek se nisu preneli kroz srpsku regulativu. Republika Srbija je započela da primenjuje pravni okvir o energetskej efikasnosti donošenjem Zakona o efikasnoj upotrebi energije, 15. marta 2013. godine, o kome se, kako je poznato, dugo polemislalo.

U javnosti su poznati problemi koji su nastali u procesu dobijanja potrebne dokumentacije za izgradnju i puštanje u rad prvih vetrogeneratora, kao i problemi izgradnje mini hidroelektrana u zaštićenim zonama.

Koliko je urađeno vidi se jasno, posle sedam godina, u *Izveštaju Evropske komisije za 2017. godinu*, gde se u samo jednom pasusu se navodi da je Srbija trebala da usvoji Treći akcioni plan energetske efikasnosti energetski do juna 2016. Međutim, usvajanje je u trenutku kreiranja izveštaja Komisije EU bilo još u toku.

Treći Akcioni plan za energetskej efikasnost Republike Srbije je donesen u decembru 2016. godine, na snazi je od 06.01.2017. godine. U njemu je definisan cilj da se u 2018. godini u finalnoj potrošnji energije uštedeti 9%. Postojeći zakon o efikasnom korišćenju energije i zakon o energetskej efikasnosti zgrada je delimično u skladu sa evropskim Direktivama. U izveštaju se traži snažno jačanje kapaciteta, posebno u Ministarstvu rudarstva i energetike, odeljenju za energetskej efikasnost, te u građevinskej inspekciji. Fond za energetskej efikasnost je postavljen kao deo budžetske linije resornog ministarstva, a njegovo trenutni opseg koji iznosi oko 1,2 miliona evra (za 2016. godinu) je označen kao nedovoljan da zadovolji zahteve.

Pod uticajem Izveštaja Evropske komisije, kao i zbog verovatno sagledanih potreba Budžetski fond za unapređenje energetske efikasnosti za 2019. godinu (prema usvojenom Budžetu RS za 2019. god.) biće „težak“ 500 mil. RSD (oko 4,22 miliona evra), koliko je ukupno iznosio u prethodne četiri godine. (Napomena: U 2018. godini Budžetski fond iznosio je 125 miliona dinara (oko 1,06 miliona evra), dok je u prethodne tri godine u njemu ukupno bilo 400 miliona dinara (oko 3,38 miliona evra).

³⁴Evropska komisija, Radni dokument osoblja komisije, Izveštaj o napretku Srbije za 2010. godinu koji prati saopštenje Komisije upućen evropskom parlamentu i savetu, Strategija proširenja i ključni izazovi za 2010-2011. godinu, Brisel, SEC(2010) 1330

Najavljeno je, od strane resornog Ministarstva, formiranje Fonda za energetska efikasnost koji će raspolagati sa 10 miliona evra godišnje i dodatnim sredstvima koja će opredeliti EU.

Do sada su mere energetske efikasnosti u Srbiji, u koje je uloženo 415 miliona dinara (oko 3,5 miliona evra), sprovedene u 39 javnih objekata. (izvor: Ministarstvo rudarstva i energetike PS)

2.7. Barijere za povećanje energetske efikasnosti

Ključnu barijeru predstavlja nerealan paritet cena energenata i njihova nestabilnost. Ovo se najpre odnosi na cenu električne energije u odnosu na ostala goriva, odnosno vidljivo je da je cena električne energije „bliska“ i održiva za budžet najzastupljenijeg korisnika - građana.

Plan Evropske unije je bio da napravi jedinstveno evropsko tržište električne energije i da ono počne sa radom od 2020. godine, a da se pre toga nacionalna tržišta spoje u regionalna. Nove smernice utiču i na Srbiju, kao zemlju kandidata za članstvo u Uniji.

Jedinstveno evropsko tržište traži i efikasna energetska preduzeća. Očekuje se da će preduzeća težište svoje aktivnosti morati da usmere na razvoj obnovljivih izvora energije i regionalno povezivanje. Smernice Unije su jasne - treba podići sigurnost u prenosu električne energije, a to jasno znači da bi zajedno sa susednim zemljama trebalo otkloniti uska grla na dalekovodnom prenosu, zatim ukinuti regulisane (socijalno zaštićene i privilegovane) cene struje i obezbediti veću zaštitu siromašnih domaćinstava (izradom socijalnih karata i subvencionisanjem cene ugroženim korisnicima).

Kada pogledamo našu sliku činjenica je da domaćinstva u Srbiji, poslednjih 20-ak godina, imaju najnižu cenu električne energije u Evropi, pa i u regionu. Nešto osetniji skok cene je vidljiv kod pravnih lica i kod javnih preduzeća, ali su oni uglavnom usmereni na jednog snabdevača - EPS Snabdevanje, koji i sa podignutom cenom predstavlja najjeftinijeg isporučioća u regionu.

Građani Srbije imaju pet puta jeftiniju struju nego što se plaća u Danskoj i Nemačkoj, odnosno oko četiri puta jeftiniju u poređenju sa građanima Belgije.

„Domaćinstva u Srbiji su trošila u proseku 385kWh električne energije mesečno u periodu od januara do maja 2017. godine, a u proseku račun je iznosio 2.562 dinara bez uračunatih naknada i poreza.“³⁵

Međutim, zbog tako niske cene struje, potrošnja u Srbiji u odnosu na Evropu je višestruka, budući da oko 2,5 miliona domaćinstava u Srbiji potroši skoro pet puta više električne energije od evropskog proseka.

Kako je cena električne energije za većinu korisnika prihvatljiva, oni nemaju interesa da ulažu u „utopljanje“ svojih zgrada, već im je cinj samo da ostanu kvalitetni klijenti koji redovno plaćaju utrošenu električnu energiju, odnosno da brinu o ispravnosti, pre svega, svojih grejnih tela i uređaja bele tehnike.

³⁵Podatak EPS - Elektroprivreda Srbije, Električna energija u Srbiji najjeftinija u Evropi, Energetski portal, (Izvor. Blic), 11.08.2017. god.

*Zaključak koji se nameće je sledeći: u uslovima pomenute cenovne politike i jasno izraženog socijalnog preduslova za njeno formiranje, jedini interes korisnika je, da električne energije - **IMA**, a ne koliko ona zaista košta, proizvodno, odnosno tržišno!*

Ukoliko sagledamo koncept Vlade RS ističem da je u Programu ekonomskih reformi za period od 2018. do 2020. godine istaknuto u delu programa - 3.2 Oblast Reforma tržišta energije i transporta „**Sprovođenje mera energetske efikasnosti treba da ima veći prioritet uzimajući u obzir izuzetno visoku energetska intenzivnost (veliko trošenje EE u javnom sektoru i domaćinstvima pre svega zbog grejanja na električnu energiju) i razvojne mogućnosti na lokalnu**”. Potrebno je obezbediti veća sredstva i ljudske kapacitete za rad Budžetskog fonda za unapređenje energetske efikasnosti odnosno sagledati modalitete za izmenu njegovog pravnog statusa kako bi se omogućila primena većeg broja mehanizama finansiranja energetske efikasnosti. Potrebno je uvođenje sistema energetskog menadžmenta u privatnom i javnom sektoru, kojim treba da bude obuhvaćeno oko 70% potrošnje primarne energije.

Energetska postrojenja koja imaju visoke emisije gasova sa efektom staklene bašte, u uslovima nedovoljnog korišćenja održivih izvora energije (OIE), negativno utiču na životnu sredinu i zdravlje građana. Izgradnja planiranih vetroelektrana ukupne snage 500MW (do kraja 2019. godine) i drugih postrojenja koja koriste OIE, doprineće povećanju učešća udela OIE u bruto finalnoj potrošnji energije od 27% u narednoj 2020. godini.

Potrebno je uspostaviti cenu električne energije tako da odražava troškove regulisanih delatnosti (mrežarine), kao i njene tržišne cene, bez subvencionisanih proizvodnih troškova. Cena električne energije u Srbiji je bar 30% niža od cene u bilo kojoj drugoj zemlji jugoistočne Evrope za sektor domaćinstva. Adekvatna dugoročna politika regulisanih cena, predvidljiva za kupce i investitore, važna je za održiv razvoj energetskih sistema. Povećanje cena električne energije u 2017. jeste korak ka dostizanju tržišnog nivoa veleprodajne cene i opravdanog nivoa cena distribucije i prenosa EE. Postizanje cene EE koja jasno odražava troškove takode je jedan od elementata koji može da doprinese povećanju energetske efikasnosti u Republici Srbiji (*Izveštaj EK o napretku R. Srbije 2016. str. 54 i 55*)³⁶.

³⁶Program ekonomskih reformi RS za period od 2018. do 2020. god.

III SAVREMENE TEHNOLOGIJE I PRIMENA U ZGRADARSTVU

„Ulaganja u obnovljive izvore energije trebalo bi da se povećaju sa oko 305 milijardi US dolara (286 milijardi evra) u 2015. godini na oko 900 milijardi dolara (845 milijardi evra) godišnje između 2016. i 2030. godine.

Razvoj novih tehnologija omogućio je da se drastično smanje troškovi proizvodnje iz obnovljivih izvora energije. To je takođe omogućilo da taj sektor postane povoljan izbor za proizvodnju energije, iako su pale cene fosilnih goriva. Solarni paneli su najbolji primer za to, njihova cena se prepolovila od 2010. godine i trebalo bi da padne za još 60% u narednoj deceniji. Prema procenama, najbrži rast će imati kapaciteti i proizvodnja iz fotonaponskih solarnih sistema. Ključnu ulogu će imati razvoj baterija za skladištenje struje, čiji bi kapacitet mogao da se poveća sa jednog gigavata (GW) dnevno na 250 GW do 2030. godine.“³⁷

„Indeks energetske trileme“ za 2016. godinu (*Energy Trilemma Index*), koji je nedavno objavio *Svetski energetski savet*, rangira 130 zemalja na osnovu tri osnovna kriterijuma: energetska sigurnost, energetska ravnopravnost i održivost životne sredine. Učinak određene zemlje u odnosu na „Indeks energetske trileme“ obuhvata niz međusobno povezanih faktora uključujući razvoj tehnologije, tržišne snage, institucionalne aranžmane i korporativne i potrošačke vrednosti.

²⁰ Svetski energetski savet ocenio je Srbiju najnižom ocenom - ocenom **D** - u oblasti energetske sigurnosti.

²⁰ Međunarodna agencija za energetiku (IEA)³⁸ definiše „energetsku sigurnost“ na sledeći način - to je „spособnost neprekidnog pristupa energetskim izvorima po podnošljivoj ceni“.

Sa druge strane, „Srbija se po performansama energetskog sistema popela za četiri mesta, na 70. poziciju među 127 zemalja“³⁹.

„Bolje od Srbije u regionu su plasirane Albanija i Hrvatska. U svetu po energetskim performansama predvodi Švajcarska, dok je od članica EU najbolje rangirana Švedska.“⁴⁰

3.1. Savremeni fasadni izolacioni sistemi kod kontaktnih fasada

Srce termički tretirane fasade kod tzv. kontaktnih fasada je termoizolacioni sloj ili tabla-ploča (u našim uslovima najčešće od polistirena tzv. stiropol tabla ili od kamene vune).

Proizvođači fasadnih završnih elemenata termofasade (lepkova i maltera), su uzeli na sebe zadatak da sačuvaju ovo srce čitavog sistema i projektuju i patentiraju čitave fasadne sisteme, razvojem u svojim centrima. Izborom kvalitetnih završnih materijala, u izabranom fasadnom sistemu, obezbeđuje se dug životni vek objekta sa ugrađenom termofasadom. U novije vreme

³⁷International Renewable Energy Agency - IRENA (Međunarodna organizacija za obnovljivu energiju), Republika Srbija je osnivač, 2009

³⁸International Energy Agency, (Republika Srbija nije država članica)

³⁹Indeks performansi globalne energetske arhitekture 2017, Svetski ekonomski forum (World Economic Forum)

⁴⁰Indeks performansi globalne energetske arhitekture 2017, Svetski ekonomski forum (World Economic Forum)

garancija koje proizvođači daju, uz kvalitetnu ugradnju od strane sertifikovanih izvođača, iznosi 10, 12 pa i 15 godina, za pojedine vrste materijala. Razvoj i inoviranje fasadnih sistema je gotovo svakodnevni proces. Čitave palete proizvoda, koje proizvođači, putem jakih marketinških kampanja, izbacuju i promovišu su prisutne na tržištu.

Ponuda termoizolacionih fasadnih sistema je vrlo široka, konkurencija je oštra, pa je potrebno da savremeni građevinski materijali zadovolje strogo postavljene zahteve:

- malu zapreminsku masu, odnosno visoku poroznost,
- nizak nivo upijanja vode,
- provodljivost pare na zadovoljavajućem nivou,
- odgovarajuću čvrstoću na pritisak (mehanička svojstva),
- otpornost na smrzavanje i uticaje mraza,
- otpornost na požar,
- mogućnost recikliranja,
- prihvatljivu tržišnu cenu.

Kada se govori o izboru određenog (projektovanog) termoizolacionog materijala, treba istaći on ima tesnu vezu sa:

- analizom položaja objekta, odnosno elemenata konstrukcije, u odnosu na neposredno okruženje,
- analizom karakteristika termoizolacionog materijala koji se aplicira, u odnosu na ostale materijale od kojih je objekat izveden,
- analizom termičkih, odnosno mikroklimatskih uslova sredine.

Ukoliko je izbor termoizolacionog materijala, koji će biti primenjen na objektu, loš usled nepoznavanja svojstava, prilikom primene i u procesu korišćenja objekta, može doći do:

- drastično smanjenog efekta termoizolacionih svojstava materijala,
- pojave pratećih (nepovoljnih) efekata, kao što su:
 - a) vlaga (zati pojava mikroorganizama),
 - b) plesni i buđ na zidovima i plafonima,
 - v) ljuštenje i otpadanje završnih izolacionih slojeva (malter, boja...).

U postupku projektovanja, za svaki objekat prilikom izgradnje novog ili energetske sanacije postojećeg, vrlo je bitan pravilan izbor i završnog fasadnog materijala, odnosno njegova završna fasadna obrada.

U ovom istraživanju će takode biti opisan i, za posmatrani objekat, odbaran termoizolacioni sloj, koji je mineralnog porekla. U pitanju je kamena vuna, koja je izrađena kao termoizolaciona tabla dim. 100 x 50cm.

3.2. Energetski efikasne kontaktne fasade

Spoljašnji zid bez termoizolacionog materijala delimično se zimi hladi ispod granice od 0°C. Dolazi do temperaturnih napona, akumulacija toplote postaje manja i nastaju veći gubici toplote kao i moguće štete usled smrzavanja konstrukcije. Ukoliko spoljašnji zid ima fasadni termoizolacioni sistem držimo u pozitivnom temperaturnom opsegu kompletne zidove i pri uslovima smrzavanja.

Ceo zid postaje akumulator toplote što praktično znači da termički sistem deluje termoregulacijski i brine o udobnosti stanovanja.

Kod ugradnje, izvođači radova su sa svoje strane u obavezi da se pridržavaju preporuka o korišćenju sistema, kao i da kontrolišu proizvode isporučene na gradilištu prema njihovoj pripadnosti određenom sistemu. Sastavni delovi fasadnog termoizolacionog sistema (ETICS)⁴¹ sa kamenom vunom su: lepak za lepljenje, izolacioni materijal (kamena vuna, tiplovi, lepak za armiranje i gletovanje), staklena mrežica, profili (ugaoni sa staklenom mrežicom, početni, dilatacioni, špaletni i okapni), osnovni premaz i završni (dekorativni) sloj fasadnog maltera.

Fasadni termoizolacioni sistem može da se primenjuje na novim i na postojećim zidovima. Sistem takode može da se primeni i na horizontalnim ili površinama pod uglom na kojima nije predviđeno zadržavanje vode. Sistem nije noseći konstruktivni element i ne doprinosi stabilnosti zida na koji je ugrađen. Sistem samo može da doprinese trajnosti zida koji je ugrađen. Sistem samo može da doprinese trajnosti zida obezbeđujući pojačanu zaštitu od uticaja atmosferilija.⁴²

IV PRIMENJENO ISTRAŽIVANJE NA JAVNIM ZGRADAMA

4.1. Preporuke i rešenja

Ovo istraživanje daje preliminarne preporuke u vezi smanjenja potrošnje energije za 50 beogradskih vrtića koji nisu priključeni (i nemaju mogućnost priključenja) na sistem daljinskog grejanja, korišćenjem peleta kao energenta, umesto postojećeg - lož ulja. Takode se predlažu energetske efikasne mere i promene na objektu vezane za izradu kvalitetne kontaktne fasade, zamene spoljašnjih otvora na objektu i postavljanje delova i elemenata na postojećem kotlovskom postrojenju, čijom se zamenom kotao na tečno gorivo, pretvara u kotlovsko postrojenje čiji je energent drvena biomasa - pelet.

Na svakom pojedinačnom objektu, vršile bi se tri intervencije zamene ili ugradnje opreme, materijala ili nove tehnologije (mere energetske efikasnosti):

1. Zamena kotlova i/ili delova (tamo gde je to tehnički izvodljivo), koji kao energent koriste lož ulje, sa odgovarajućim kotlovima, koji kao energent koriste drveni pelet;
2. Izrada kontaktne fasade (izolator - kamena vuna) na svakom pojedinačnom objektu;
3. Postavljanje - zamena potrebnog broja spoljašnjih otvora na objektu.

Ovo istraživanje će, davanjem potrebnih preporuka kroz dve ponuđene intervencije, uz detaljni proračun i integracijom predloženih mera, pokazati da vrtići grada Beograda mogu biti

⁴¹ETICS - je skraćenica za pojam eksterna termalna izolacija nekompozitnog sistema. Odnosi se na primenjen fabrički napravljen sistem proizvoda - termoizolacioni fasadni sistem.

⁴²Kuzmanović, A. Ivanović, R. Sistem kontaktne fasade, Građevinska knjiga, Beograd, str. 14, 2008.

savremeniji uz inicijalne dodatne troškove, koji će biti nadoknađeni značajnim energetske uštedama, te da je taj posao moguće poveriti i ESCO kompaniji.

Danas u Beogradu postoji 15 predškolskih ustanova i 337 dečjih vrtića. Kapaciteti ustanova za smeštaj i dnevni boravak predškolske dece u Beogradu, nedovoljni su i zaostaju za potrebama, pre svega zaposlenih roditelja. Potrebne su investicije u otvaranje dečjih vrtića u Beogradu. Novac neophodan za investiciju ovog tipa može se obezbediti kroz uštedu u korišćenju postojećih objekata, kao jedan od modela finansiranja.

4.2. Opis istraživanja

Sve dečije ustanove za koje postoje tehničke mogućnosti za priključenje na sistem daljinskog grejanja ili sistem gasovoda, na iste su i priključene. Za druge, gde ne postoje uslovi, neophodno je izvršiti rekonstrukciju postojećih kotlova za prelazak na sagorevanje predloženog ekološkog goriva - drvnog peleta.

U okviru ovog dela istraživanja predstavljen je tehnički deo i analiziran model finansiranja realizacije, kao i analiza upravljanja projektom.

Cilj istraživanja je da i posluži kao svojevrsna prethodna studija opravdanosti potencijala energetske uštede na dečijim vrtićima u gradu Beogradu. Projekat će analizirati i odrediti isplative mere koje će doprineti aspektu ušteda, na postojećim objektima, na način koji će optimizovati potrošnju energije i simultano uvesti obnovljiv izvor energije - drveni pelet.

Заинтересоване стране истраживања представљене су у табели, како следи:

р.б	ЗАИНТЕРЕСОВАНЕ СТРАНЕ
1	Град Београд - Градска управа
2	Грађани Београда
3	Заинтересована привредна друштва
4	Државне агенције и институције Републике Србије

Табела 5. Заинтересоване стране за истраживање

4.3. Primena termovizijskog snimanja u funkciji analize toplotnih gubitaka fasadnog omotača

Analiza toplotnih gubitaka fasadnog omotača u direktnoj je vezi sa oblašću građevinske fizike i odgovarajućim zakonskim propisima koji je uređuju.

Kada, kao prvi korak u postupku energetskog pregleda, analiziramo performanse omotača zgrade treba istaći da je posebno važan odnos računskih i realnih karakteristika elemenata omotača.

Matematički model koji opisuje prolaz toplote kroz fasadni omotač i probleme koji se tada javljaju, pre svega, kod linijskih mesta, odnosno tačkastih gubitaka, predstavlja polje

višedecenijskog stalnog istraživanja i razvoja simulacionih metoda kako bi se došlo do što realnijih rezultata.

U istraživanju u okviru izrade svoje doktorske disertacije, A. Rajčić je razvio softverski paket *KnaufTerm2*⁴³, koji olakšava modeliranje i vizuelizaciju energetskih (termičkih) performansi. Ovo je bitno, pre svih, projektantima kojima je omogućeno da unapred sagledaju efekte prilikom rešavanja problema i optimalnog predloga sanacije objekta (energetske sanacije).

Ovaj softverski paket je korišćen u toku ovog istraživanja.

U praksi se sve više, osim simulacija, i neodvojivo koristi i termovizijsko snimanje. Termovizijsko snimanje se do sedamdesetih godina prošlog veka koristilo za potrebe vojske i bezbednosnih struktura, a tek u novije vreme dobija svoju punu primenu u civilne svrhe. U poslednjih petnaestak godina koristi se u analizi toplotnih gubitaka fasadnih omotača, detekciji opasnih zona u industriji, kod rizičnih elektro radova, u postupku stručnog nadzora u toku i nakon izvođenja radova i sl.

Evropa prve propise koji regulišu oblast termovizije uvodi 1983. godine, a tek 1998. godine uvodi odgovarajući standard EN ISO 13187:1998 *Thermal performance of buildings*. Godine 2008. je *Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes, Infrared method*, u nazivu SRPS EN 13187:2008 prihvaćen i kod nas. Ovaj standard definiše osnovne principe i uslove adekvatnog termovizijskog snimanja i daje osnovne smernice za primenu metode.

Autor ovog istraživanja je teoretska i praktična znanja o termovizijskom snimanju stekao od domaćih stručnjaka sa Arhitektonskog fakulteta u Beogradu, koji su od 2006. godine nosioci *ITC infrared thermographer Level 1*, stečene nakon obuke u *ITC* centru u Švedskoj. Ovaj nivo obuke u Srbiji nije još uvek dostupan.

U svrhu pripreme za izradu ove disertacije vršen je i obiman istraživački rad na terenu, u gradovima Niš i Beograd, u periodu 2009-2015, analizom različitih tipova javnih zgrada (analizirano je više od 50 javnih zgrada) i proučavan je njihov termički omotač, kao i tip i način zagrevanja. Autor se takođe bavio i stambenim višeporodičnim objektima, a kao rezultat pomenutog istraživanja objavljeno je jedno dvojezično monografsko izdanje i izložba slika autorskog projekta „Krovovi Beograda - realno rešenje“.

Takođe, u istraživanju su korišćeni i softverski paketi koji su isključivo namenjeni analizi termovizijskih slika, kompanije Flir (USA): *FLIR Reporter Version 9.0 Professional*, kao i *FLIR ThermoCam Image Builder*.

4.3.1. Definisane parametara energetskih performansi omotača

⁴³Detaljnija analiza raspoloživih softvera i osnovnih odlika za 2D i 3D principe modelovanja se može naći u disertaciji A. Rajčića „Metode projektovanja i simulacije termičkih mostova u arhitektonskim objektima“, Arhitektonski fakultet u Beogradu 2011. (Rajčić, 2011).

„Metodom termovizijskog (IR) snimanja omogućava se da se energija „vidi“ i golim okom.“⁴⁴ Naime, termovizija se bazira na poznatoj činjenici da sva tela toplija od *aposlutne nule*⁴⁵ emituju u zavisnosti od svoje temperature, određenu količinu zračenja.

Numerička kvantifikacija termograma je proces koji se odvija prema fizičkim zakonitostima, na osnovu internog softvera kamere. Rezultat procesa neposrednog fotografisanja karakterističnih delova objekta predstavlja slika-termogram kod koga je svakom detektovanom pikselu dodeljena odgovarajuća temperaturna vrednost, koju je dostupno i vidljivo očitati.

Postupak tumačenja rezultata bi trebalo da je krajnje jednostavan i da se svodi na prosto očitavanje dobijenih vrednosti, međutim, upravo je suprotno. Problem kvantifikativne analize termograma u odnosu na kvalitativnu se, prvenstveno, ogleda u pravilnom tumačenju dobijenih, odnosno izmerenih vrednosti, pa je, prosta obaveza da, prilikom analize, procene budu sprovedene od strane obučenihi osoba koje svoje znanje potvrđuju odgovarajućim licencama (ITC 2006).

Potreba za razumevanjem „šire slike“, tj. teoretskog osnova i uticajnih faktora je naročito izražena razvojem tehnologije koja je dovela do značajnog smanjenja cena opreme sa nekoliko desetina hiljada na nekoliko hiljada evra, čime je postupak primene postao dostupan široj grupi raznorodnih korisnika, a tim i različitim nepravilnim tumačenjima, kasnije i neadekvatnim zaključcima. Upravo laičko kvantifikovanje termograma može dovesti do zablude i obezvređiti celokupnu dijagnostičku metodu.⁴⁶

4.3.2. Parametari koji utiču na metodu termovizijskog snimanja

Kvalitetan snimak predstavlja polaznu tačku za sprovođenje procedura analize karakteristika jednog fasadnog sklopa, (primena uputstva iz standarda SRPS EN 13187), uz poštovanje svih neophodnih termičkih i klimatskih uslova. Za dalji pravac istraživanja, koje se dalje sprovodi na osnovu termograma, neophodno je evidentirati klimatske parametre, te parametre zračenja, kao i projektno-tehničke karakteristike i karakteristične detalje objekta koji se analizira.

Ukoliko detaljno ispitujemo i analiziramo uticaje klimatskih parametara na primenu termovizije, jasnije uočavamo značajne varijacije dobijenih rezultata, odnosno mogućnost nepravilnih ili nedovoljno tačnog tumačenja⁴⁷.

Pomenuti autori naglašavaju neophodnost veoma preciznog evidentiranja svih uticajnih faktora, kako vizuelnim, tako i termovizijskim snimanjem, a obavezno:

- temperature vazduha,
- vlažnosti vazduha,

⁴⁴Jovanović Popović, M. Ignjatović, D. Videti energiju, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, GTZ, Beograd, str. 3, 201 ³¹

⁴⁵Najniža moguća temperatura od koje ništa ne može biti hladnije, jer tada u sistemu nema toplotne energije $T=273,15^{\circ}\text{S}$

⁴⁶Ferrarini, G. Cadelano, G. and Bortolin. A, Automatic thermographic scanning with the creation of 3D panoramic views of bui ²⁵ gs, Thermosense Infrared Applications XXXVIII, 2016. ³⁷

⁴⁷Lehmann, B. Ghazi Wakili, K. Frank, Th. Vera Collado, B. et al., Effects of individual climatic parameters on the infrared thermography of buildings, no. 110, pp. 29-42, 2013.

- jačine i pravca vetra,
- emisivnost snimane površine,
- geometrijskog faktora zračenja,
- intenziteta sunčevog zračenja i vremenskog trajanja osunčanosti,
- intenziteta zračenja okruženja,
- mogućih lokalnih izvora zračenja,
- postojanja i vremenskog trajanja kišnih padavina,
- postojanja i količine snežnih padavina itd.

Jedan od najvažnijih parametara na osnovu kojih definišemo ponašanje određenog elementa termičkog omotača je koeficijent prolaza toplote - U . Na osnovu njega možemo odrediti temperature spoljašnjih i unutrašnjih površina zidova prema odgovarajućim temperaturama vazduha. Procesom termovizijskog snimanja možemo ustanoviti stepen odstupanja ili prisutnih defekata. Proces zavisi od velikog broja uticajnih faktora i nije direktan.

Koeficijent prolaza toplote se proračunava za svaki element termičkog omotača posebno. Maksimalne dozvoljene vrednosti su date u *Pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada*, za novoprojektovane i za postojeće zgrade.

Princip proračuna otpornosti termičkog omotača u zavisnosti od njegove strukture kao i koeficijentata prolaza toplote dat je standardom SRPS EN ISO 6946. On u ovom radu neće biti u celosti analiziran, već će biti izloženi samo osnovni principi i određene karakteristike koje imaju uticaja na primenu metoda IR termografije.⁴⁸

Koeficijent prolaza toplote ⁵ se u opštem slučaju izračunava - ²¹ za netransparentni građevinski element jednostavne heterogenosti, saglasno standardu SRPS EN ISO 13789 odnosno SRPS EN ISO 6946, na sledeći način:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum m x \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}} \text{ [W/m}^2\text{K]}, \text{ gde je:}$$

²¹

R_{si} - unutrašnji otpor prelazu toplote [m²K/W],

R_{se} - spoljašnji otpor prelazu toplote [m²K/W],

d_m - debljina m-tog sloja zida [m],

λ_m - toplotna provodljivosti m-tog sloja. [W/mK]

Vrednost toplotne provodljivosti je za veliki broj građevinskih materijala data tabelarno. U realnim uslovima on može varirati u zavisnosti od temperature i vlažnosti vazduha, tako da se vrednosti dobijene ispitivanjem na terenu mogu značajno razlikovati od laboratorijskih.

⁴⁸Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, „Sl. glasnik RS“ br. 61/2011, str. 35, 2011.

Ovo pitanje kod nas razmatra i nacionalni standard SRPS EN ISO 10456:2012.⁴⁹ Postojeće zgrade ne moraju ispunjavati odrednice pravilnika ukoliko se na njima ne interveniše. Ukoliko, međutim, pristupamo procesu rekonstrukcije, sanacije ili energetske obnove, obavezno je da elemente omotača na kojima se vrše intervencije uskladimo sa odredbama pravilnika, gde se nalaže ukupno povećanje postojećeg energetskog razreda za najmanje jedan nivo.

Koeficijenti R_{si} i R_{se} predstavljaju unutrašnji i spoljašnji otpor prelazu toplote. Oni opisuju pojavu razmene toplote između fluida (vazduha) i čvrste površine (zida). Predstavljaju recipročnu vrednost koeficijenta prelaza toplote h koji se definiše kao količina toplote koja se kroz 1 m² jedinice površine graničnog sloja razmeni u vremenskom intervalu od 1 s za temperaturnu razliku od 1 K između tzv. „neometanog“ fluida i površine zida.

4.4. Obrada dobijenog termograma

Termogram predstavlja grafički prikaz procesa akvizicije dolaznog zračenja utvrđenog sočivom kamere, detekcije zračenja i pretvaranja energije zračenja (posrednim ili direktnim načinom) u signal i finalno obradu signala u skladu sa predefinisanim kalibracijskim vrednostima uređaja. Termogram je finalni „proizvod“ procesa snimanja i u sebi sadrži, osim vizuelne, i direktne (radiometrijske) ili izvedene (temperaturne) informacije. Njih je kasnije moguće analizirati odgovarajućim softverom.

Geometrijski, termogram je, u stvari, skup pojedinačnih piksela u rezoluciji koja odgovara rezoluciji detektora, pri čemu se svaki piksel karakteriše, u okviru ravanske matrice, odgovarajućim koordinatama (x, y), kome odgovaraju i izmerene temperaturne vrednosti.

Ukoliko krenemo od hipoteze da je snimanje izvedeno u skladu sa standardom primenjene metode, postupak analize i tumačenja snimka vodi ka primeni alata koji su na raspolaganju, kako u korišćenju aparaturi-kameri tako i kod odgovarajućih softvera za analizu i obradu termograma.

Praksa poznaje veći broj softvera koji su dostupni komercijalno, a obuhvat njihovog rada i primene zavisi od namene i potrebne preciznosti ispitivanja, odnosno tipa željenog finalnog izveštaja.

Softvere razlikujemo, kao:

- izveštajne,
- istraživačke.

4.4.1. Izveštajni softveri

Ukoliko nam nije potrebna neka složenija matematička analiza koristićemo unapred alate koji pripadaju tzv. izveštajnim (eng. *Reporting*) paketima. Oni se u vanlaboratorijskim i realnim uslovima i najčešće upotrebljavaju. Ovakvi izveštajni softveri se mogu podeliti na dve grupe:

- jednostavniji softveri, koji pružaju osnovne i jednostavnije mogućnosti analize i izveštavanja od kojih je u radu korišćen *Flir Quick Reporter ver. 1.2* (FLIR, 2009), i

⁴⁹SRPS EN ISO 10456:2012. Građevinski materijali i proizvodi - higrotoplotna svojstva-tabelarne projektne vrednosti i postupci za određivanje deklariranih i projektnih toplotnih vrednosti

- složeniji softveri, koji daju opsežnije mogućnosti analize od kojih je u ovom radu korišćen *FLIR Reporter pro Ver 9* (FLIR, 2012).

4.4.2. Istraživački softveri

Istraživački softveri predstavljaju grupaciju najkvalitetnijih softverskih paketa koji, osim cele palete predefinisanih alata za obradu termograma, pružaju široke mogućnosti koje olakšavaju sagledavanje i tumačenje.

To su mogućnost direktne (u softveru) ili posredne (eksportovanjem u nekom od formata) analize radiometrijskih podataka koji predstavljaju numeričku vrednost izmerenog zračenja na osnovu očitnog signala sa detektora. Pristupom ovim neobrađenim (eng. *raw*) podacima obrađivaču se pruža mogućnost primene drugačijih metoda obrade signala od standardnih koji su nastali od samog uređaja merenja - kamere.

Većina softverskih paketa je proizvedena od strane američke kompanije *FLIR*. U periodu od nekoliko godina oni se inoviraju, bilo kroz unapređenja ili kroz objedinjavanje sa drugim kompatibilnim softverom.

4.4.3. Dostupni alati za analizu termograma

U istraživanju performansi, korišćeni su alati u okviru izveštajnih softvera koji nam pružaju uporedive numeričke pokazatelje sa proračunskim i simulacionim metodama.

Prilikom analize, standardno se koriste identifikacije temperaturnih vrednosti sa termograma: u pojedinačnoj tački, duž pravca (pravolinijskog, poligonalnog i krivolinijskog), u okviru površina (poligonalnih ili eliptičnih kružnih) i dr. Za svaki od dijagnostičkih alata možemo izabrati podatak koji želimo da prikazemo na termogramu, od čega se najčešće koriste: *temperatura*, *emisivnost* i *refleksivnost*. Za potrebe ovog istraživanja korišćeni su histogrami očitanih temperaturnih vrednosti duž karakteristične linije koja odgovara poziciji analiziranog sklopa. Tako, na primer, specijalizovani softver tipa *Flir Reporter Buildng* iz 2009. koji je razvijen za primenu u zgradarstvu, sa posebnim alatima vezanim za otkrivanje defekata termoizolacije i probleme vezane za orošavanje, više ne postoji u ponudi. Softveru *Flir Quick Reporter ver. 1.2* promenjen je praktično samo naziv (sada *FLIR Tools*), dok je *Flir Image Builder ver. 5.0* (namenjen spajanju pojedinačnih termograma u celinu) postao deo *FLIR Tools+* softvera.

U savremenim kamerama, takođe postoji i opcija slikanja konvencionalnih fotografija, tako da je moguće izvršiti potpuno precizna preklapanja dva grafička prikaza, uz podešavanje stepena providnosti kako bi se jasnije uočili nedostaci. Ovaj alat je naročito primenljiv za snimanja unutar objekata, koja ne zavise od doba dana, dok je za snimanja sa spoljašnje strane, koja se vrše u večernjim časovima ili rano ujutro najčešće neprimenljiv, te je neophodno ponovo posetiti lokalitet u odgovarajućim uslovima za fotografisanje. U cilju pojednostavljenja praćenja dobijenih rezultata, uobičajena praksa je da se prikazuju termovizijski i konvencionalni snimci u geometrijskoj korelaciji, kako bi se jednostavnije mogli izvući odgovarajući zaključci o performansama, odnosno kako bi se jasnije identifikovale zone koje bi trebalo ispitati drugim metodama. U ovom istraživanju korišćena je kamera koja pruža mogućnost snimanja i konvencionalnih fotografija.

Priprema termograma za dalju analizu, u smislu regulisanja temperaturnog opsega, je izvršena uz pomoć softvera, kako bi se dobile vizuelno uporedive slike. Na ovaj način se izbegava grafički prikaz u kome se nerealno naglašavaju pojedine zone termograma, a koji može rezultirati pogrešnim tumačenjima. Primenjenim postupkom se ne vrši kvantitativna korekcija vrednosti, tj. one, za svaki piksel termograma, ostaju nepromenjene. Usklađivanje je izvršeno prema preporukama definisanim u okviru metoda *QualiTermo*⁵⁰. (Tanner et al. 2011)

Analiza karakteristika fasadnih sklopova primenom termovizijskog snimanja je data kroz uporedni prikaz termograma i fotografija. Na njima je naznačen analizirani pravac koji je korespondentan simuliranom preseku.

Očitavanja temperaturnih vrednosti duž naznačenog pravca su data na grafikonima. U cilju jednostavnijeg sagledavanja odnosa izmerenih vrednosti, koje su prikazane na grafikonima sa uslovima važećim u trenutku snimanja, definisani su i bitni parametri, koji se prethodno unose u softver kamere. Ovi parametri uključuju: temperaturu vazduha spolja i unutra, vlažnost vazduha, udaljenje od posmatranog fasadnog sklopa kao i reflektovanu temperaturu.

Ovde je potrebno, još jedanput, naglasiti da se pod reflektovanom temperaturom podrazumeva, u stvari, kvantifikovana količina zračenja koja dolazi do fasadnog sklopa (paketa) od strane okruženja. Kvantifikacija je izvršena prema preporukama za ispitivanje omotača zgrada definisanim u stručnoj literaturi (FLIR 2006).

4.5. Komparativna analiza modelovanih i izmerenih temperaturnih vrednosti

Da bi dobili što realnije stanje omotača, po završenom termovizijskom snimanju, neophodno je izvršiti adekvatnu proveru i kvantifikaciju dobijenih rezultata. U okviru standarda SRPS EN 13187, koji definiše procedure prilikom korišćenja metode primene termovizijskog snimanja, dato je sledeće:

„U cilju utvrđivanja da li su uočene varijacije u termoizolacionim karakteristikama omotača neodgovarajuće neophodno je porediti termogram sa pretpostavljenom temperaturnom distribucijom utvrđenom na osnovu projektnih karakteristika omotača a na osnovu uticaja u vreme snimanja. Pretpostavljena temperaturna distribucija se može utvrditi na osnovu priloženih „referentnih“ termograma, proračuna i drugih ispitivanja.“ (SRPS EN 13187, str. 4)

Ukoliko pratimo preporuke, dolazimo do zaključka da bi najadekvatnije bilo koristiti metodu referentnih termograma i na osnovu istih izvršiti neposrednu (direktnu) komparaciju.

Praktična primene ovog postupka sagledava i problem raspoloživosti (postojanja) referentnih termograma, naročito, za konkretan predmet istraživanja, odnosno za predmetni fasadni omotač. Jasnije, korisniku je potreban katalog termograma ogromnog broja fasadnih sklopova, snimljenih na terenu ili laboratorijskim uslovima, uz precizna merenja uticajnih faktora.

Takav katalog bi morao da obuhvati sve „aktuelne“ fasadne sklopove, koji jesu standardna rešenja i na kojima ne odlazi do odstupanja performansi, ali i „atipične“ sklopove, koji imaju poznate nedostatke ili oštećenja.

⁵⁰Tanner, C. Lehmann, B. Frank, T. Wakili, K.G. A proposal for standardized thermal images, 2013.

Ako se osvrnemo na tipove konstrukcija koji se javljaju u praksi i izvođačke (poznate) greške u njihovoj realizaciji koje dovode do atipičnih performansi, zaključujemo da je gotovo nemoguće izraditi ovakav katalog, koji bi pojednostavio komparaciju.

Razvijeni metod ocene karakteristika fasadnih omotača se stoga, bazira na korišćenju kombinacije postupka numeričke simulacije karakterističnih sklopova i analize termograma. Rezultati se koriste kao referentni za ocenu performansi.

Termovizijskim snimanjem se sagledava apsolutno realno stanje fasadnog omotača, sa svim greškama tumačenja, a simulacijama se definišu teoretske vrednosti linijskih i površinskih prolaza toplote, odnosno sheme distribucije temperaturnih vrednosti. Na ovakav način se mogu vršiti snimanja u realnim uslovima, na terenu, uz minimalna merenja dva parametra: reflekovanu količinu zračenja i temperaturu vazduha.

Za predmet istraživanja i objašnjenje postupka je uzet niz karakterističnih detalja fasadnog omotača. Prilikom procene performansi celokupnog omotača, neophodno je identifikovati sve karakteristične sklopove i izvršiti njihova snimanja, a zatim i simulacije.

4.6. Elaborat građevinske fizike⁵¹

(ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKI DEO)

Građevinska fizika se pojavila krajem 20. veka, podržavajući, tada zanimljivu vezu, između servisnog inženjeringa, primenjene fizike i građevinske tehnike. Građevinska fizika istražuje deo prirodne nauke koja se najpre odnosi na karakteristike zgrada i njihovu unutrašnju i spoljnu sredinu.

Pokriva jedinstvenu mešavinu fizike, prenosa toplote i mase, aerodinamike, nauke o materijalima, meteorologije, građevinske tehnologije, humane psihologije i sociologije življenja.

Ta disciplina dopunjuje i podržava tehniku servisiranja zgrade, formalizujući mnoge aspekte rada za koje su inženjeri za servisiranje zgrada već pozvani da ih obavljaju. „Inovirana“ građevinska fizika pruža alate za analizu toplotnih i energetske karakteristika delova zgrade koji tradicionalno nisu smatrani sistemima za servisiranje zgrade, već su bili zanemareni, kao što su omotač i okvir.

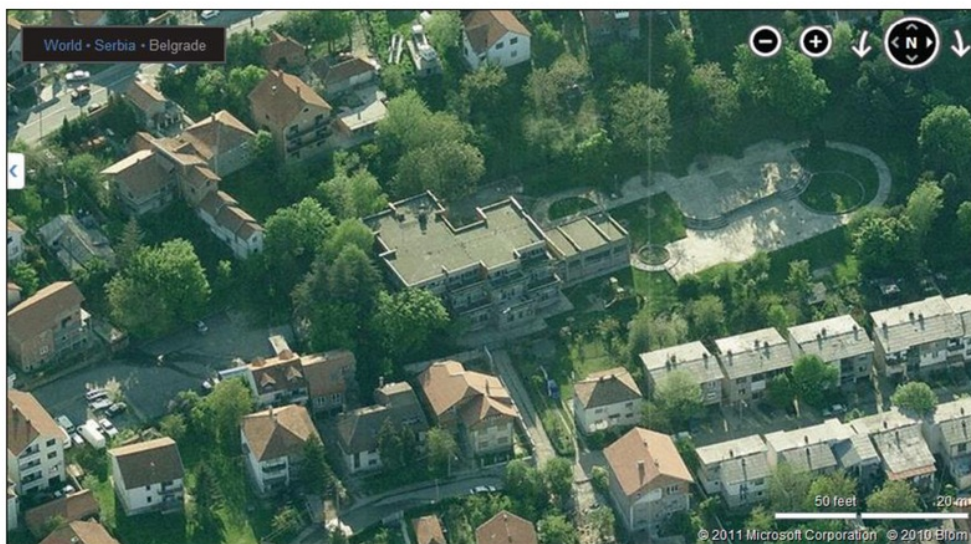
Objekat PU Voždovac, vrtić „Neven“, (adresa: ul. Majska br. 9, Kumodraž, Beograd) nije izabran slučajno, već je sam objekat, obzirom na sadržaje koje pruža, izazov, odnosno, postojeće arhitektonsko rešenje, je potrebno tretirati u smislu intervencija na omotaču objekta, po svim fasadnim i krovnim površinama, a potrebno je izvesti mere energetske sanacije i na fiskulturnoj sali koja je u okviru objekta. Dakle, radi se o atipičnom objektu, koji će jednostavno imati veće troškove intervencija, od klasičnih objekata beogradskih predškolskih ustanova.

⁵¹Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada i Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada, „Sl. glasnik RS“ br.61/2011.

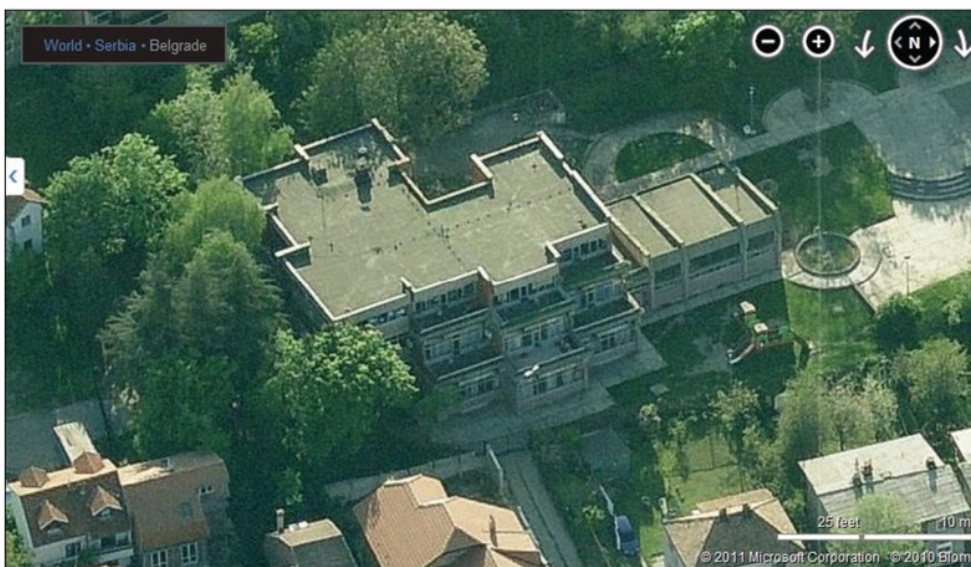
4.6.1. Opis lokacije

Teren na kome je projektovan i izveden vrtić je u blagom padu prema istoku, tako da je visinska razlika između ekstremne nivelete na severnoj i južnoj strani parcele oko 2,0m.

Prikaz lokacije je dat na slikama 4.1-4.8, ilustrovan *Bing* satelitskim snimcima.



Слика 2.1. Поглед са истока (шири кадар)



Слика 2.2. Поглед са истока (ужи кадар)



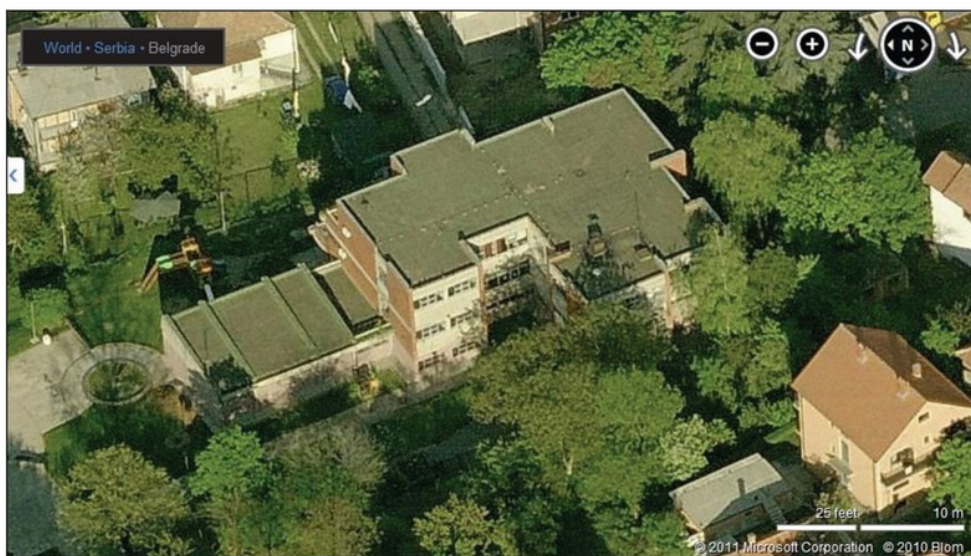
Слика 2.3. Поглед са југа (шири кадар)



Слика 2.4. Поглед са југа (ужи кадар)



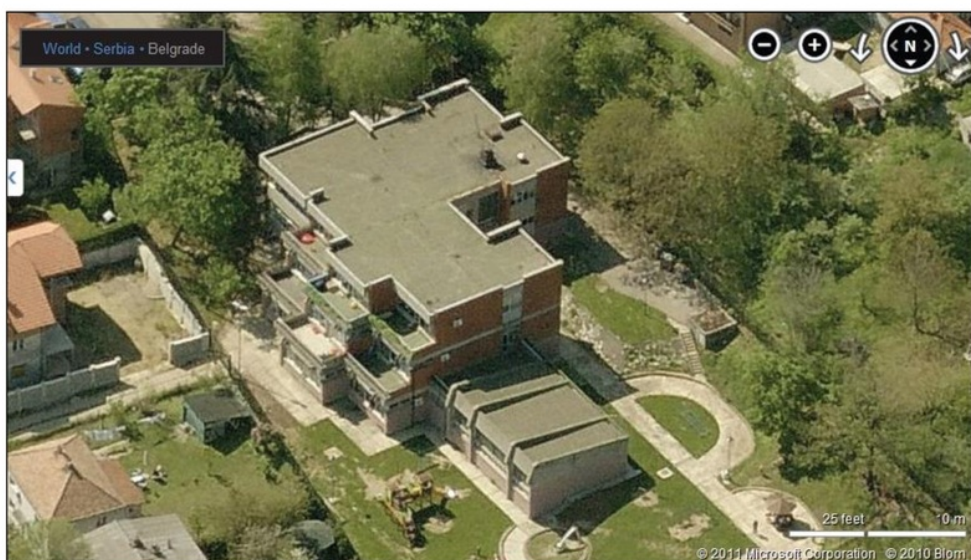
Слика 2.5. Поглед са запада (ужи кадар)



Слика 2.6. Поглед са запада (ужи кадар)



Слика 2.7. Поглед са севера (шири кадар)



Слика 2.8. Поглед са севера (уџи кадар)

4.6.2. Analiza insolacije (senki)

U odnosu na parametre lokacije, u okviru istraživanja, urađena je analiza insolacije, odnosno analiza senki, kako bi se kvantifikovao uticaj postojeće okolne vegetacije na osenčenje predmetnog objekta, te sagledale sopstvene i bačene senke na samoj zgradi.

Za analizu je iskorišćen *Google SketchUp 8 - SHADING Tools Plugin v1.0*.

Imajući u vidu da Elaborat energetske efikasnosti prema sadašnjim zahtevima Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada tretira i limitira energiju potrebnu za grejanje zgrada, analizirana su dva kritična perioda u toku zimske sezone, na dan 21. decembra i 21. marta, u intervalima od po 1 sat, od izlaska do zalaska sunca.

Slike (ilustracije) su date sa pogledima na izabrani objekat iz četiri pozicije: istočni, južni, zapadni i severni pogled.

Na osnovu ove analize se može zaključiti sledeće:

- Fasade objekta se ne poklapaju u potpunosti sa stranama sveta (postoji inklinacija od oko 30°), ali će u priloženom elaboratu, zbog aproksimacija koje su definisane Pravilnikom o energetske efikasnosti, ovo odstupanje biti zanemareno, te će se pojedinačne orijentacije pozicija svesti na najbliže od 4 osnovne orijentacije;

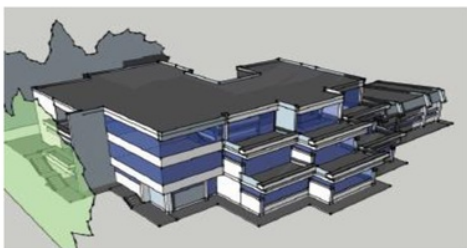
- Istočna fasada, u korpusu objekta se može smatrati za delimično osenčenu usled bačenih senki koje su posledice stepenaste organizacije volumena (prostora dečjih učionica) u osnovi. U odnosu na vertikalnu ravan, osenčenje je eliminisano, zbog dobrog pozicioniranja u odnosu na treću dimeziju, odnosno povlačenja viših etaža u odnosu na niže, čime se ujedno formiraju terase (ravni krovovi) nad učionicama. Sa projektanskog aspekta, grupisanje glavnih sadržaja, kao i njihovo otvaranje prema padini, za posledicu ima i velike zastakljene površine, koje su diskretnim krovnim prepustima zaštićene od uticaja sunca u letnjim mesecima, a dobro izložene blagotvornom uticaju niskog, „zimskog“ Sunca;

- Južna fasada vrtića, koja je zapravo pristupna fasada, je osenčena, prvenstveno kao posledica postojeće vegetacije (drveća);

- Zapadna fasada, kao i ceo potez „zadnje fasade“ je relativno slabo osunčan, odnosno značajno je osenčen kao posledica konfiguracije terena (koji se u tom delu blago uzdiže), kao i razuđenosti osnove u toj zoni, sa veoma izraženim senkama;

- Severna fasada je po prirodi svoje orijentacije osenčena;

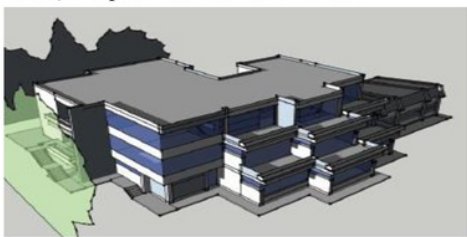
- Volumetrijski, vrtić se sastoji od korpusa veće visine, u kome su smeštajni i servisni sadržaji, znatno nižeg korpusa, u kome je i fiskulturna sala. Ova sala je pozicionirana na severnom delu objekta, te je zbog toga, kao i zbog izražene visinske razlike u ovim korpusima u izraženom osenčenju.



21.децембар, 07:30, поглед са истока



21.децембар, 08:30, поглед са истока



21.децембар, 09:30, поглед са истока



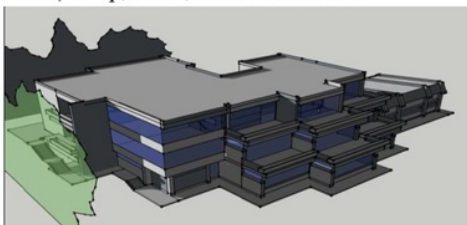
21.децембар, 10:30, поглед са истока



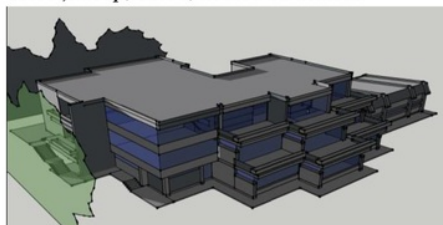
21.децембар, 11:30, поглед са истока



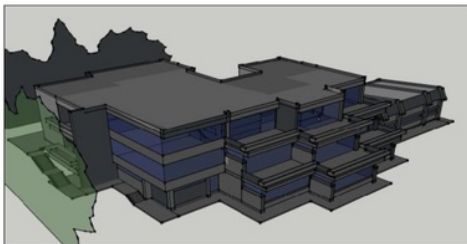
21.децембар, 12:30, поглед са истока



21.децембар, 13:30, поглед са истока

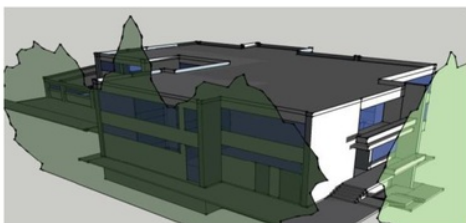


21.децембар, 14:30, поглед са истока

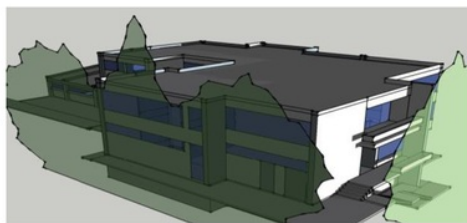


21.децембар, 15:30, поглед са истока

Слика 3.1-9. Осенчење објекта на дан 21.децембра, поглед са истока



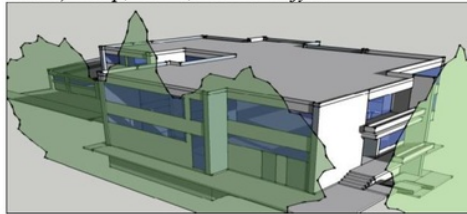
21.децембар, 07:30, поглед са југа



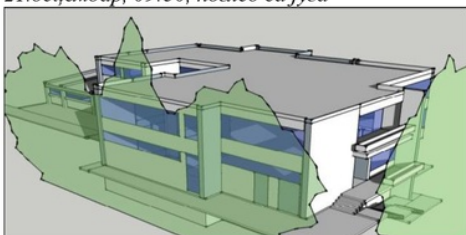
21.децембар, 08:30, поглед са југа



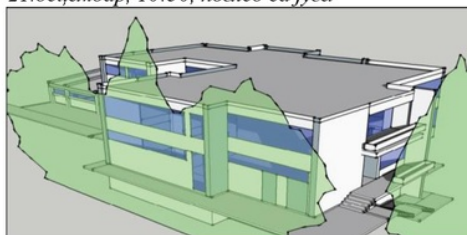
21.децембар, 09:30, поглед са југа



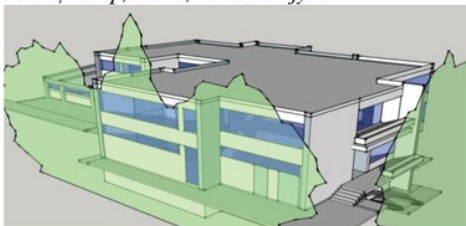
21.децембар, 10:30, поглед са југа



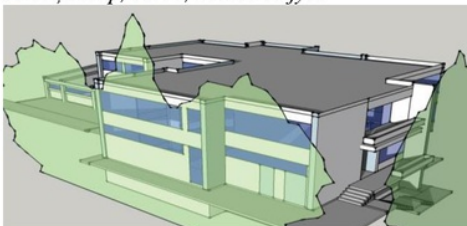
21.децембар, 11:30, поглед са југа



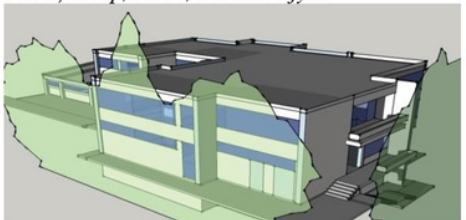
21.децембар, 12:30, поглед са југа



21.децембар, 13:30, поглед са југа

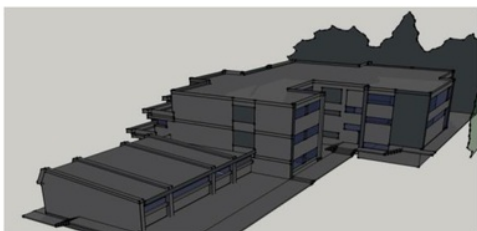


21.децембар, 14:30, поглед са југа

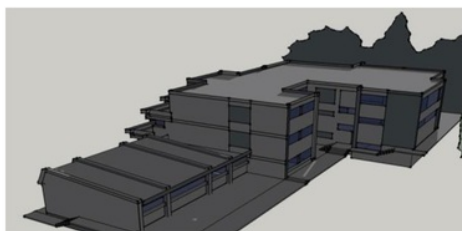


21.децембар, 15:30, поглед са југа

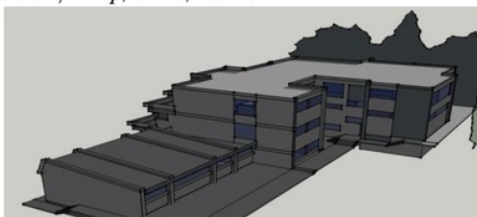
Слика 4.1-9. Осенчење објекта на дан 21. децембра, поглед са југа



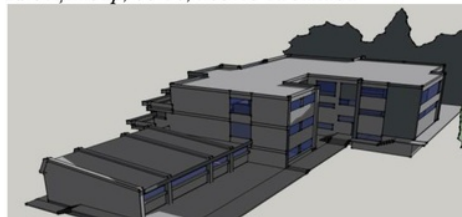
21.децембар, 07:30, поглед са запада



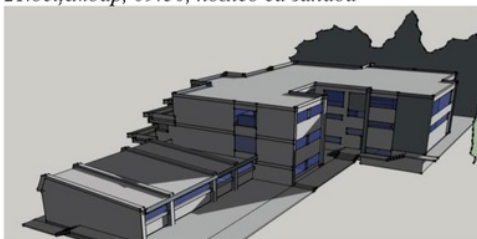
21.децембар, 08:30, поглед са запада



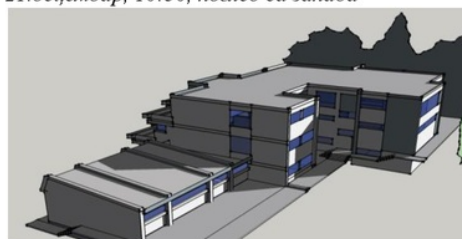
21.децембар, 09:30, поглед са запада



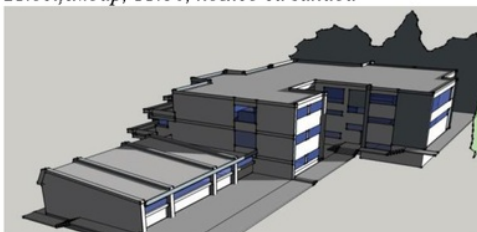
21.децембар, 10:30, поглед са запада



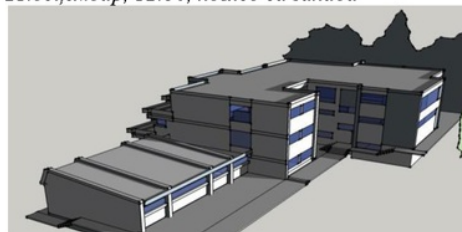
21.децембар, 11:30, поглед са запада



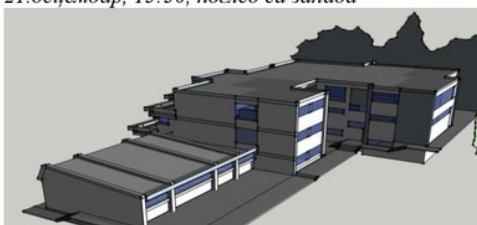
21.децембар, 12:30, поглед са запада



21.децембар, 13:30, поглед са запада

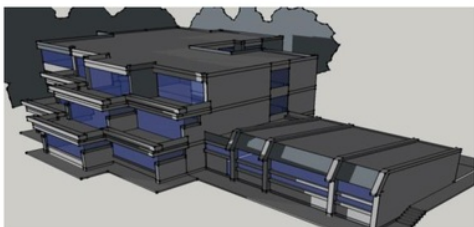


21.децембар, 14:30, поглед са запада

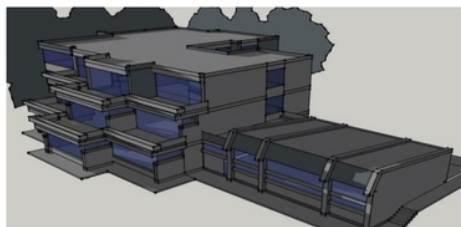


21.децембар, 15:30, поглед са запада

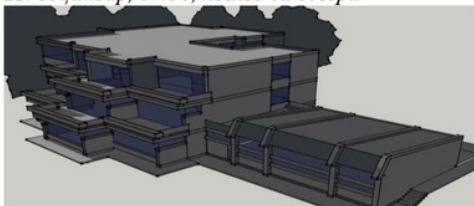
Слика 5.1-9. Осенчење објекта на дан 21. децембра, поглед са запада



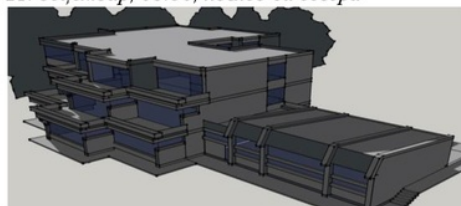
21. децембар, 07:30, поглед са севера



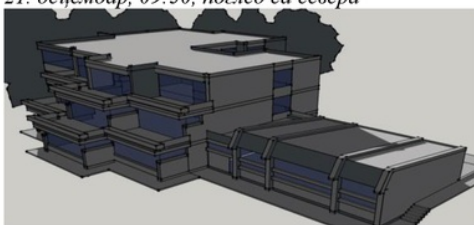
21. децембар, 08:30, поглед са севера



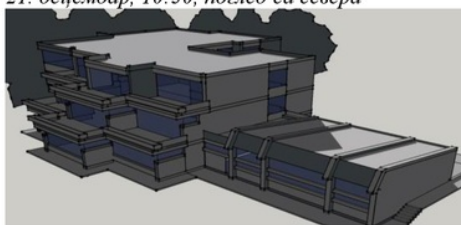
21. децембар, 09:30, поглед са севера



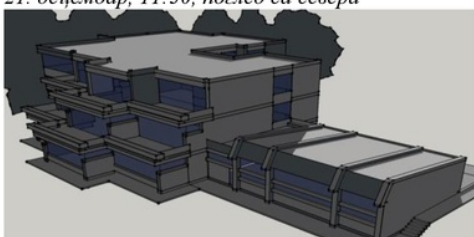
21. децембар, 10:30, поглед са севера



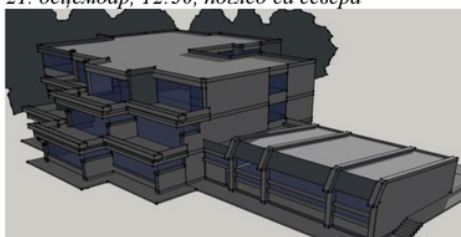
21. децембар, 11:30, поглед са севера



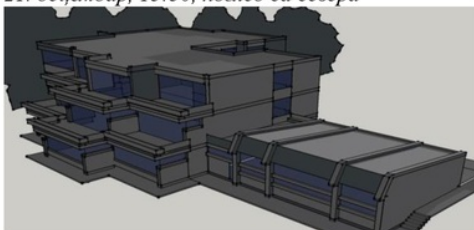
21. децембар, 12:30, поглед са севера



21. децембар, 13:30, поглед са севера

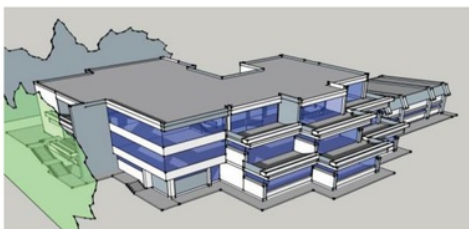


21. децембар, 14:30, поглед са севера

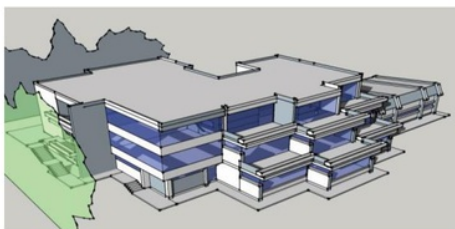


21. децембар, 15:30, поглед са севера

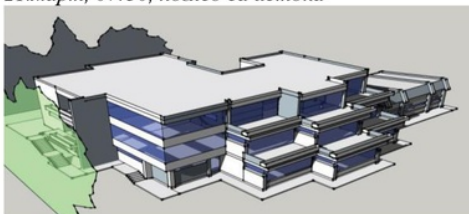
Слика 6.1-9. Осенчење објекта на дан 21. децембра, поглед са севера



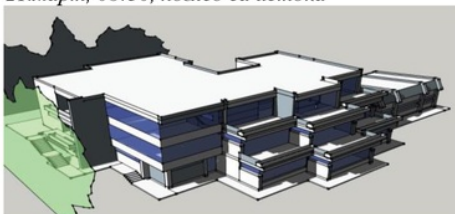
21.март, 07:30, поглед са истока



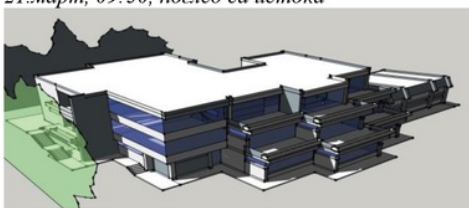
21.март, 08:30, поглед са истока



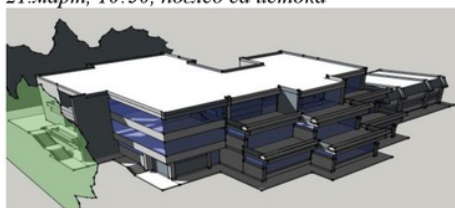
21.март, 09:30, поглед са истока



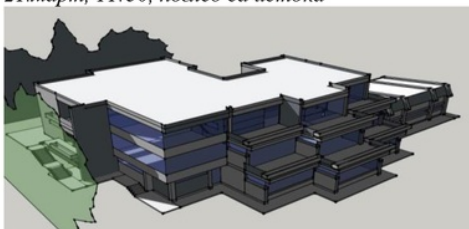
21.март, 10:30, поглед са истока



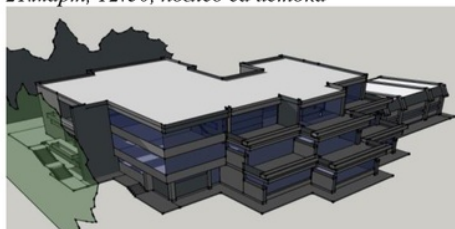
21.март, 11:30, поглед са истока



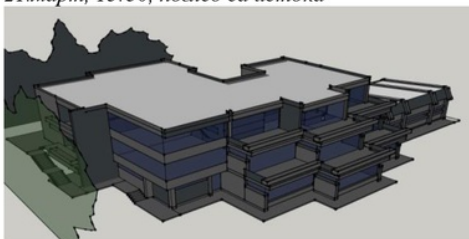
21.март, 12:30, поглед са истока



21.март, 13:30, поглед са истока

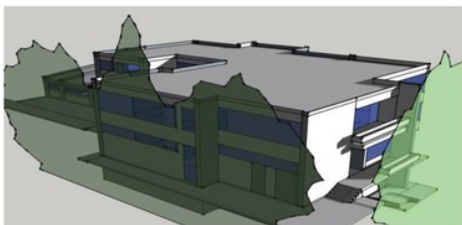


21.март, 14:30, поглед са истока

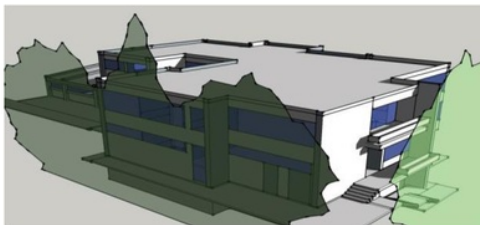


21.март, 15:30, поглед са истока

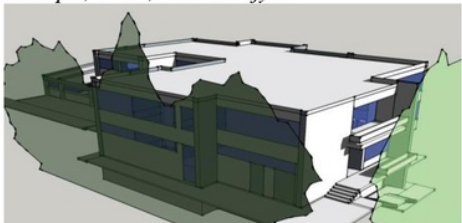
Слика 7.1-9. Осенчење објекта на дан 21. марта, поглед са истока



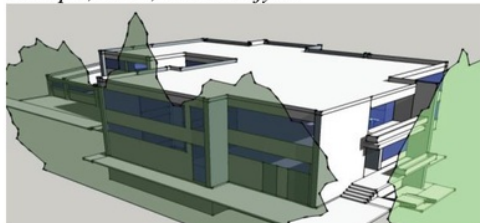
21.март, 07:30, поглед са југа



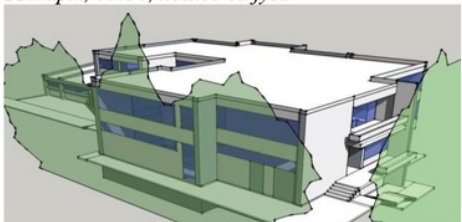
21.март, 08:30, поглед са југа



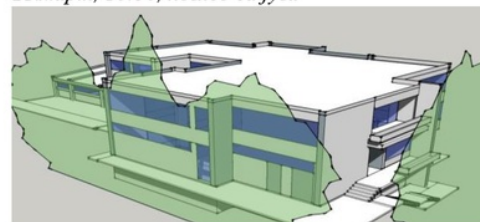
21.март, 09:30, поглед са југа



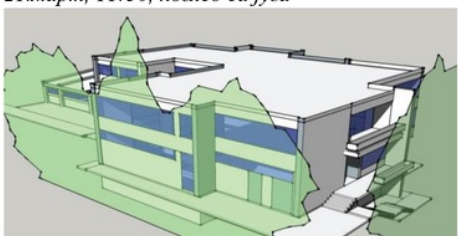
21.март, 10:30, поглед са југа



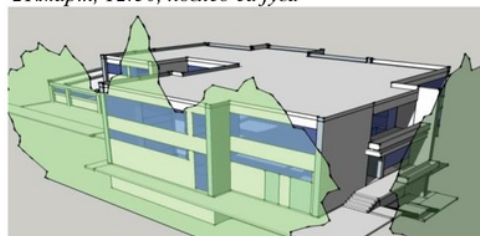
21.март, 11:30, поглед са југа



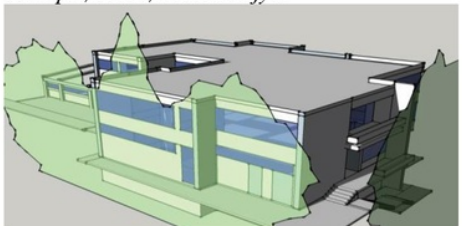
21.март, 12:30, поглед са југа



21.март, 13:30, поглед са југа

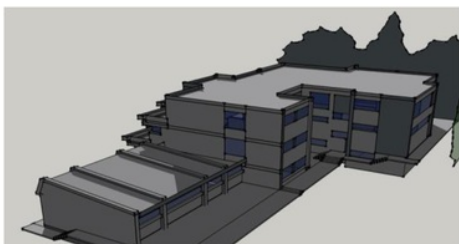


21.март, 14:30, поглед са југа

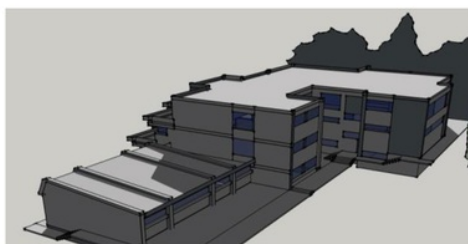


21.март, 15:30, поглед са југа

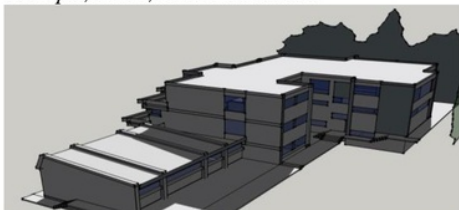
Слика 8.1-9. Осенчење на дан 21. марта, поглед са југа



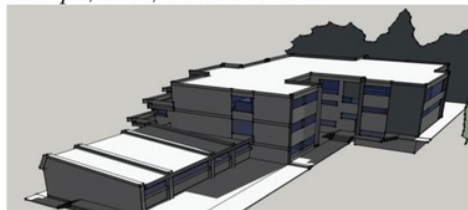
21.март, 07:30, поглед са запада



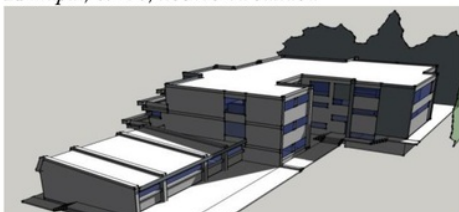
21.март, 08:30, поглед са запада



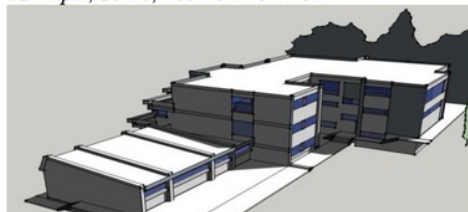
21.март, 09:30, поглед са запада



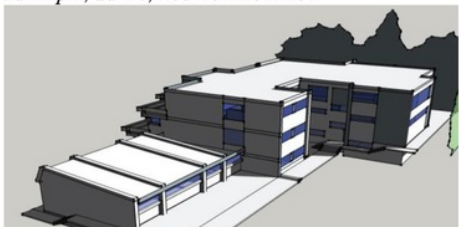
21.март, 10:30, поглед са запада



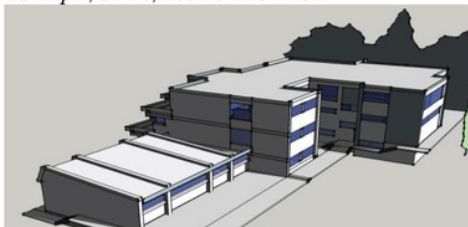
21.март, 11:30, поглед са запада



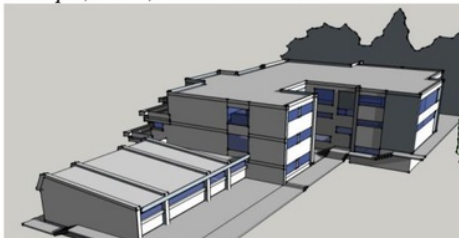
21.март, 12:30, поглед са запада



21.март, 13:30, поглед са запада

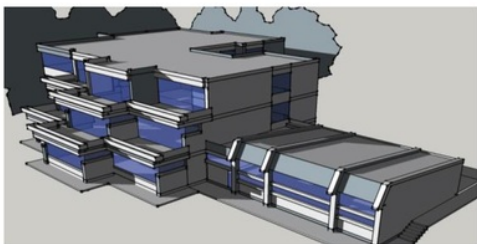


21.март, 14:30, поглед са запада

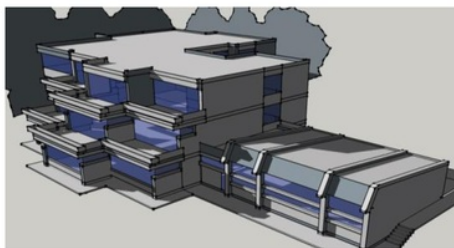


21.март, 15:30, поглед са запада

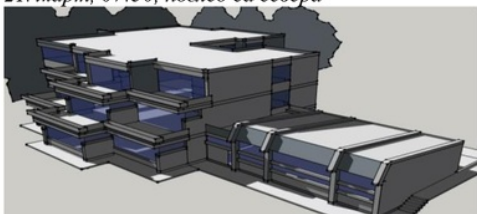
Слика 9.1-9. Осенчење објекта на дан 21. марта, поглед са запада



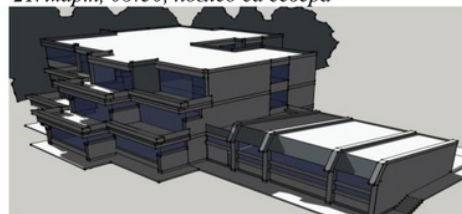
21. март, 07:30, поглед са севера



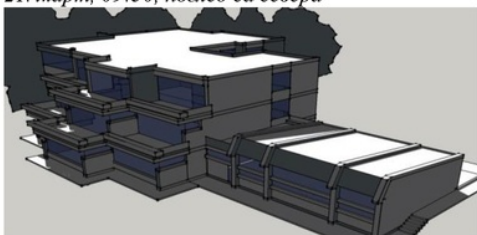
21. март, 08:30, поглед са севера



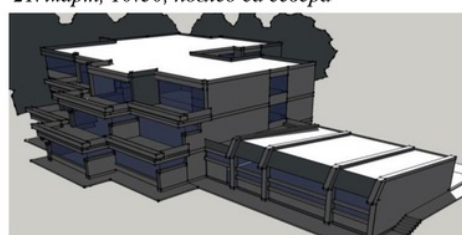
21. март, 09:30, поглед са севера



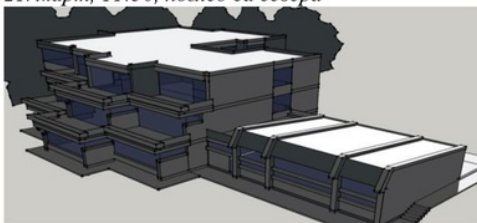
21. март, 10:30, поглед са севера



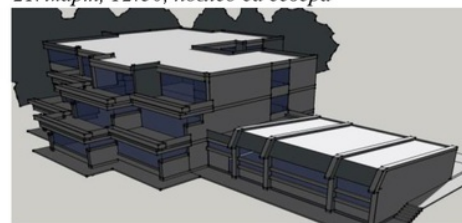
21. март, 11:30, поглед са севера



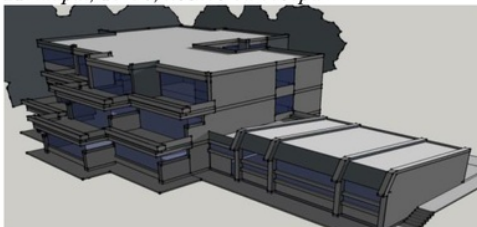
21. март, 12:30, поглед са севера



21. март, 13:30, поглед са севера



21. март, 14:30, поглед са севера



21. март, 15:30, поглед са севера

Слика 10.1-9. Осенчење објекта на дан 21. марта, поглед са севера

4.7. Izveštaj o termografskom snimanju

Snimanje izvršeno: 27.01.2012. god.

Opšti podaci o temperaturnim uslovima:

Spoljašnja temperatura: 0°S

Unutrašnja temperatura: 20°S

Temperaturna razlika Δt : 20°C

Vremenski uslovi: Promenljivo oblačno, sa snegom

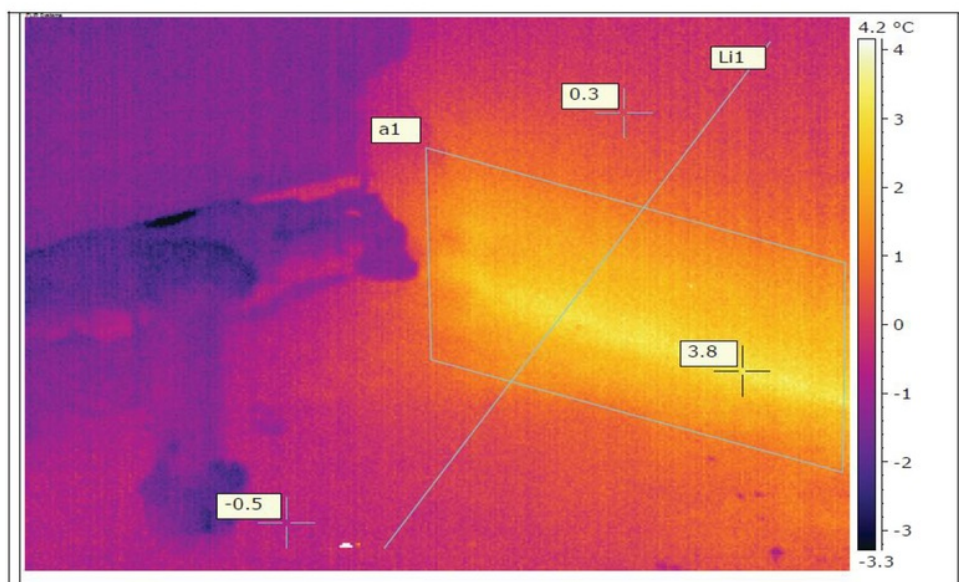
Predmet snimanja: Kombinovana dečja ustanova „Neven“, Kumodraž, Beograd

Analiza elemenata termičkog omotača objekta

Objekat spratnosti Su+P+1, na pokrenutom terenu.

Za svaki od snimljenih karakterističnih detalja (segmenata) će biti data, osim termovizijskog snimka i standardna (uporedna) fotografija predmetnog detalja, a sve u cilju lakšeg razumevanja i uočavanja nedostataka na objektu i izrade adekvatne analize.

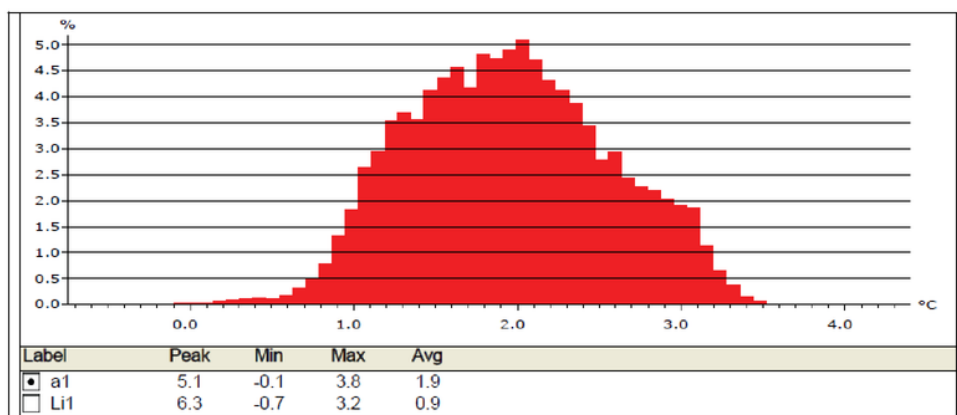
4.7.1. Сегмент кровне терасе



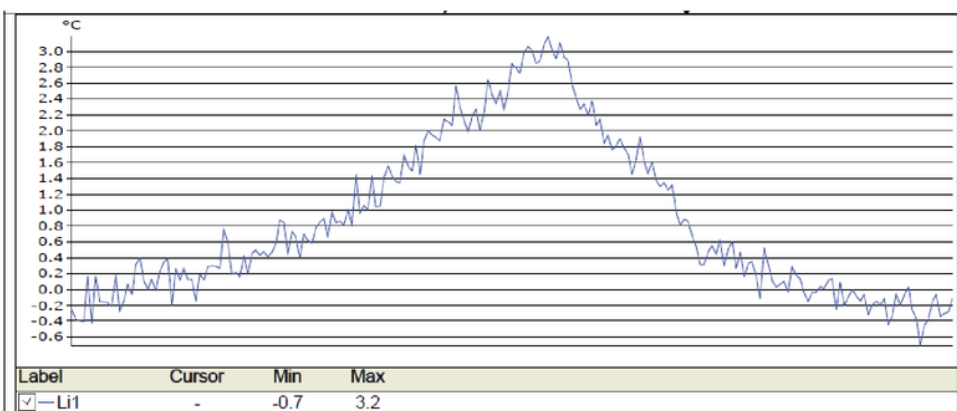
Слика 11.1. Термовизијски снимак сегмента кровне терасе



Слика 11.2. Фотографија сегмента кровне терасе



Графикон 1.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



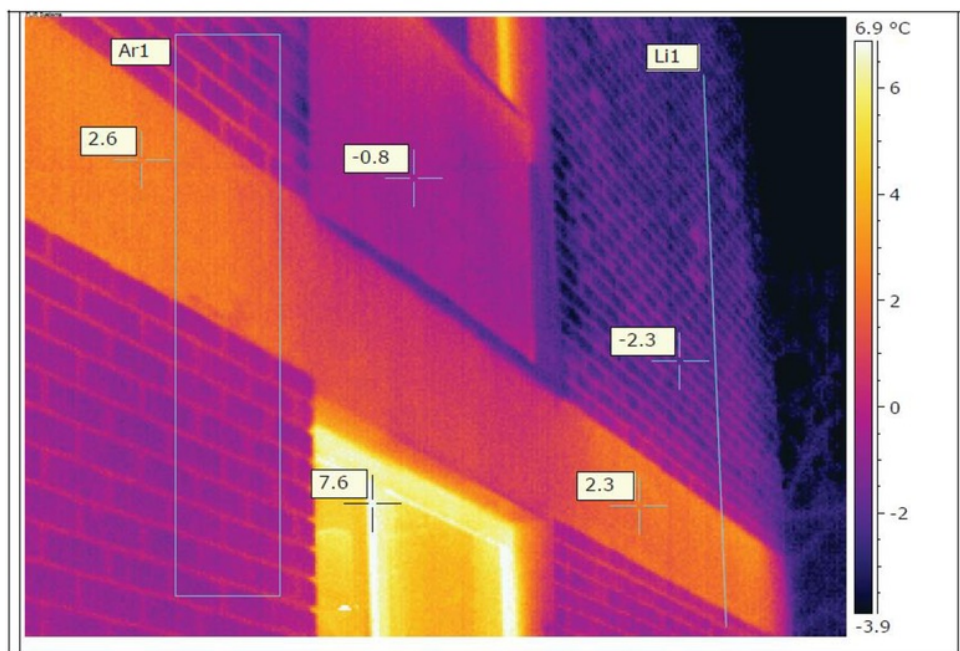
Графикон 1.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Segment krovne terase (analiza)

Na segmentu krovne terase jasno je uočljiv neizolovani deo spoja armirano-betonskog serklaža i krovne ploče koja je izolovana. Linijska distribucija gubitaka i opadanje inteziteta zračenja po vertikali ukazuju na lokalni problem vezan za spoj kontstruktivnih elemenata kao i na odsustvo izolacije vertikalnog betonskog nazidka.

Maksimalna temperatura na spoju je 3.8°S (u zoni spoja sa međuspratnom konstrukcijom), dok je prosečna temperatura neizolovane zone (gledano površinski - gornji grafikon 1.1) 2°S, odnosno promena rasta temperature se kreće od -0.5°S do 3.2°S (gledano duž karakterističnih linija - donji grafikon 1.2), što jasno lokalizuje kritičnu zonu spoja.

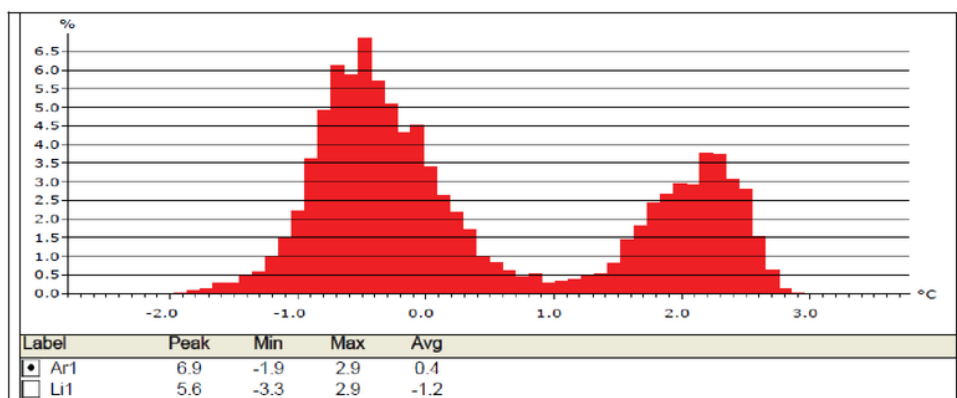
4.7.2. Сегмент фасаде



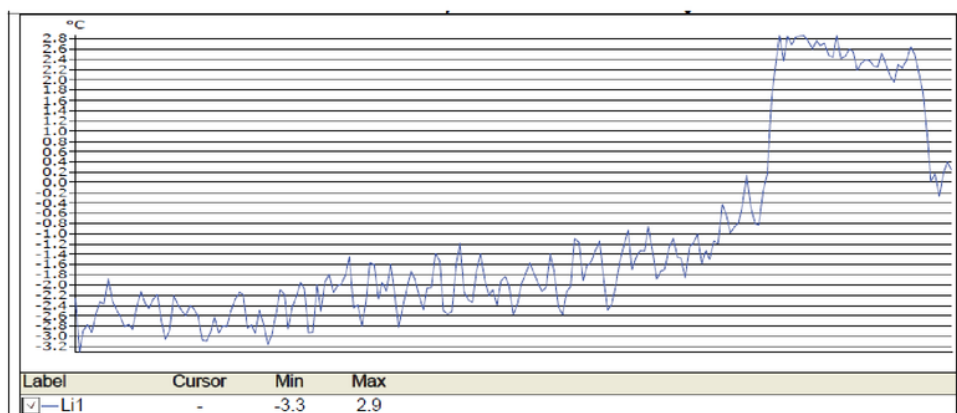
Слика 12.1. Термовизијски снимак сегмента фасаде



Слика 12.2. Фотографија сегмента фасаде



Графикон 2.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



Графикон 2.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Segment fasade (analiza)

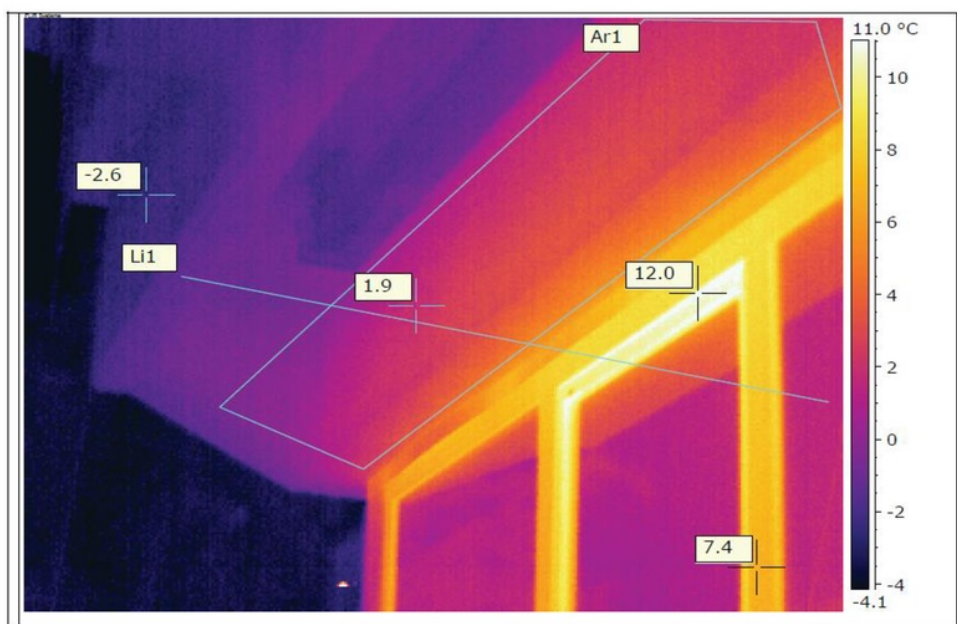
Jasno je uočljiva razlika između armirano-betonskih vidnih horizontalnih serklaža i delova fasadnog platna obloženog fasadnom opekom. Temperaturna razlika od približno oko 5°S ukazuje na приметно bolje termičke performanse delova sa opekom (moguće kao eventualna posledica postojanja termoizolacionog sloja u sastavu zida što bi trebalo, usled nepostojanja tehničke dokumentacije utvrditi daljim istražnim radovima).

Betonske horizontale (serklaži) su slabijih performansi od parapetnih delova što ponovo ukazuje na njihov različiti sastav uz vidno bolje performanse parapetnih delova. (moguće postojanje termičke izolacije)

Fasadna stolarija je izvedena u vidu jednostrukih prozora od aluminijuma i pokazuje značajne gubitke sa izmerenim temperaturama od 7.6°S, što je nezadovoljavajuće.

Spojevi parapetnih delova i horizontalnih serklaža nisu dobro opšiveni (primetno kvašenje) što ima negativne posledice i po termičke performanse tog dela omotača i utiče na njegovu trajnost.

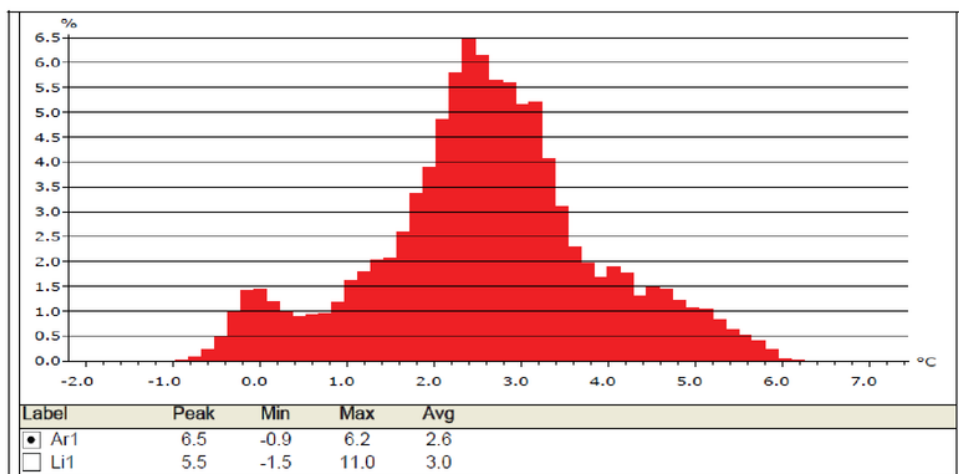
4.7.3. Препуст изнад терасе са хоризонталним олуком



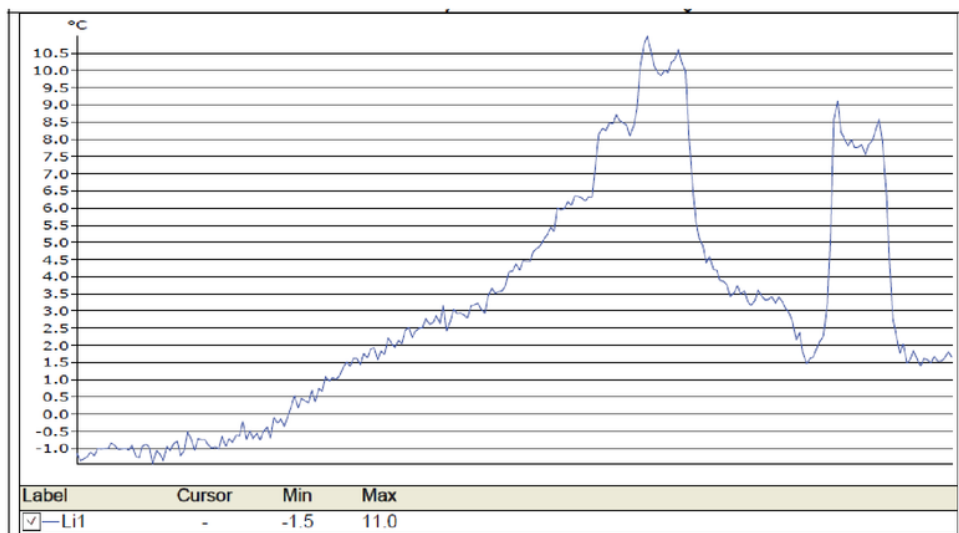
Слика 13.1. Термовизијски снимак препуста изнад терасе са хоризонталним олуком



Слика 13.2. Фотографија препуста изнад терасе са хоризонталним олуком



Графикон 3.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



Графикон 3.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

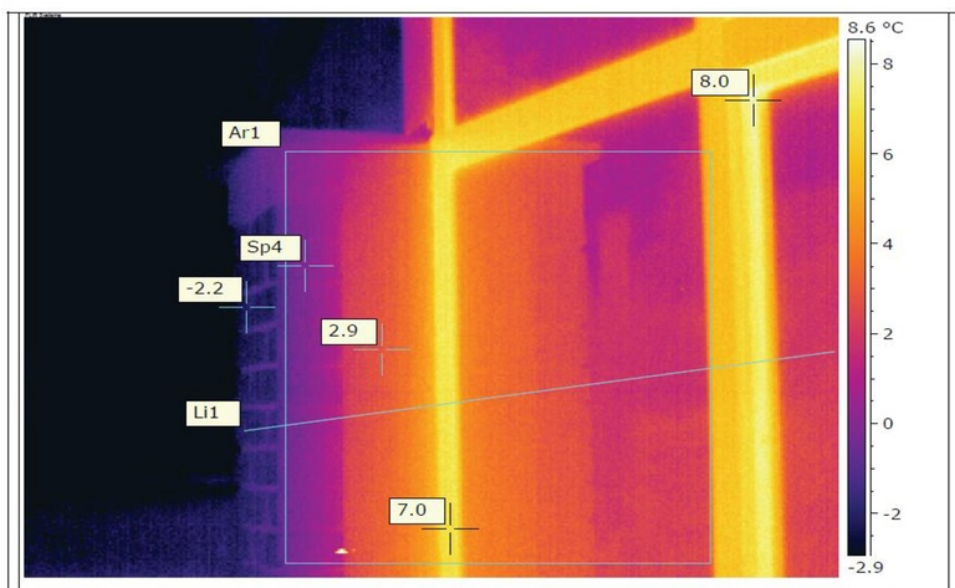
Preput iznad terase sa horizontalnim olukom (analiza)

Na termogramu je jasno uočljiva zona gubitaka toplote na spoju alumijumske bravarije i armirano betonskog natprozornika (grede), sa posebno lošim performansama otvarajućeg krila (temperatura od 12°S).

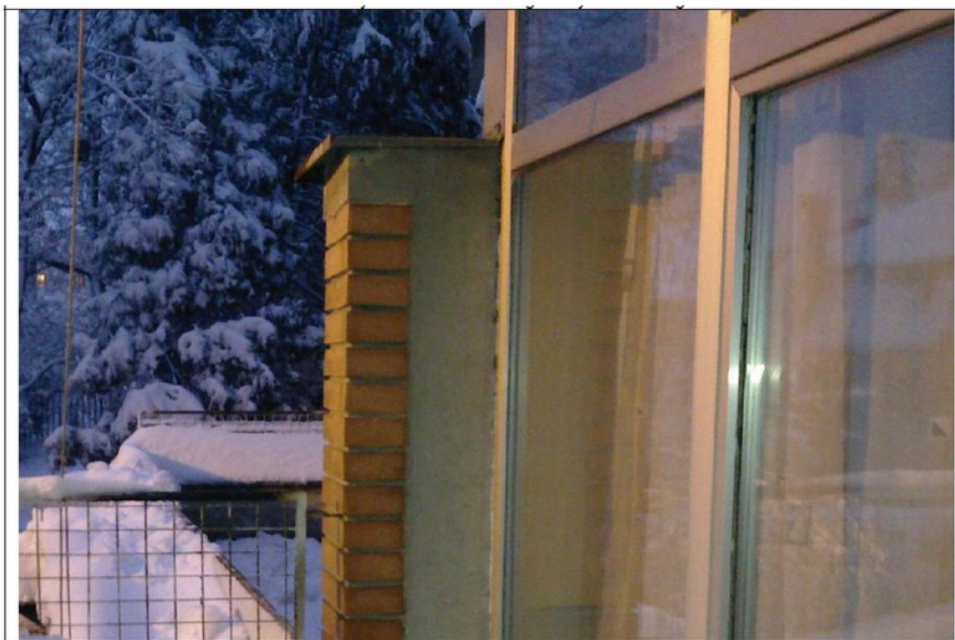
Armirano betonski horizontalni elementi su izvedeni bez termičke izolacije (izmerene prosečne temperature od 2.6°S - gornji grafikон 3.1).

Linijski gledano uočljivi su skokovi temperature na aluminijskim profilima i naročito, na mestu prozora (donji grafikон 3.2).

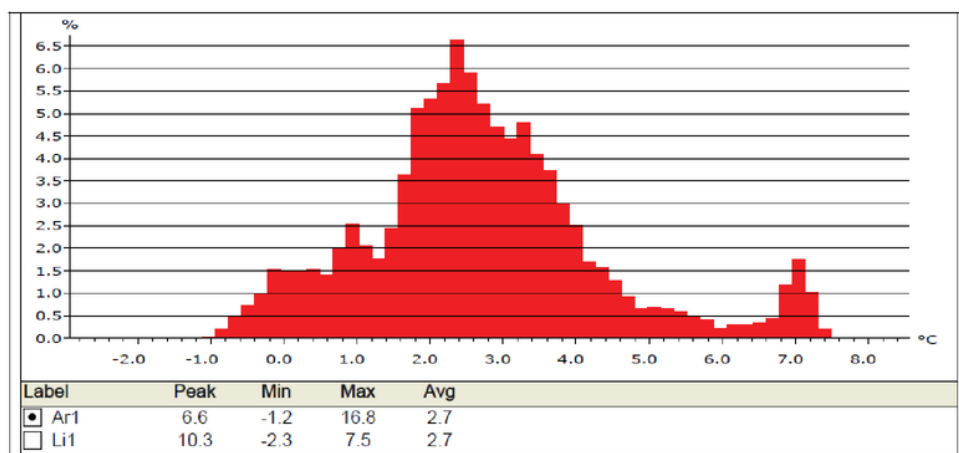
4.7.4. Завршни зид јединице - ограда терасе



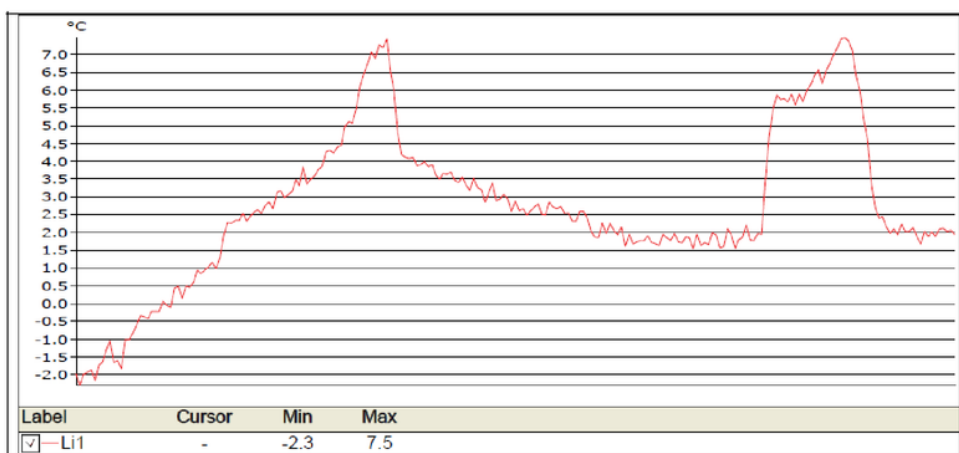
Слика 14.1. Термовизијски снимак завршног зида јединице - ограда терасе



Слика 14.2. Фотографија завршног зида јединице - ограда терасе



Графикон 4.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



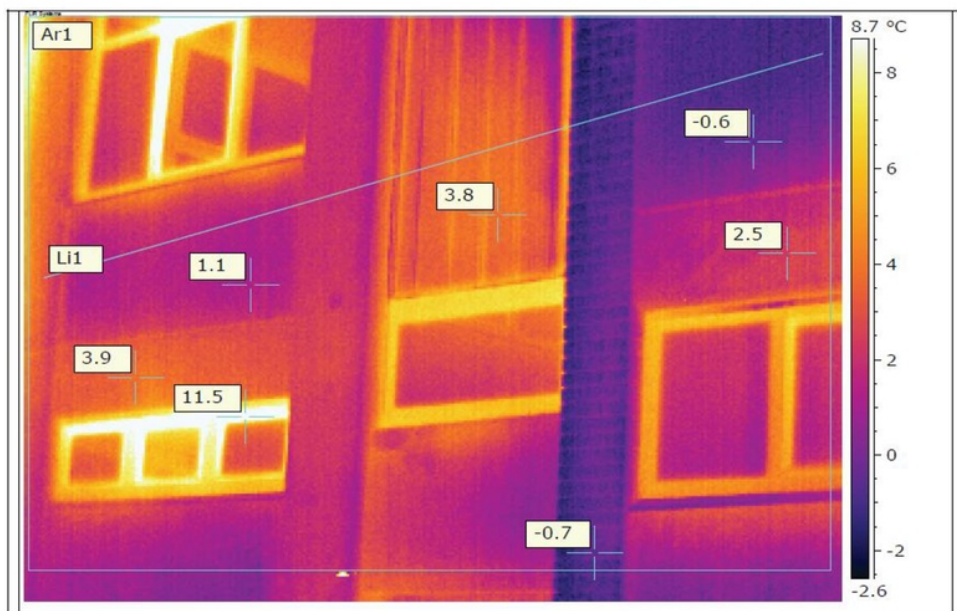
Графикон 4.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Završni zid jedinice - ograda terase

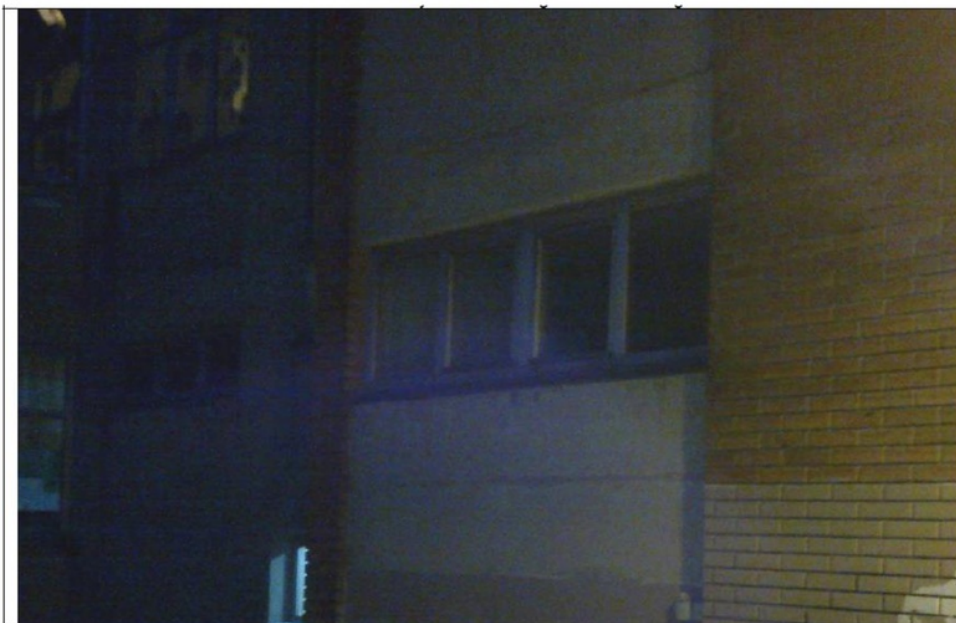
Na termogramu je jasno uočljiva razlika između armirano betonskih delova i onih obloženih fasadnom opekom, koji pokazuju bolje termičke karakteristike (temperaturna razlika od 5°S).

Najizraženiji gubici toplote se javljaju na aluminijumskoj bravariji, gde je veoma izraženo odavanje toplote na mestima otvarajućih krila (izmerene vrednosti od 8°S - jasno uočljivo na donjem grafikonu 4.2).

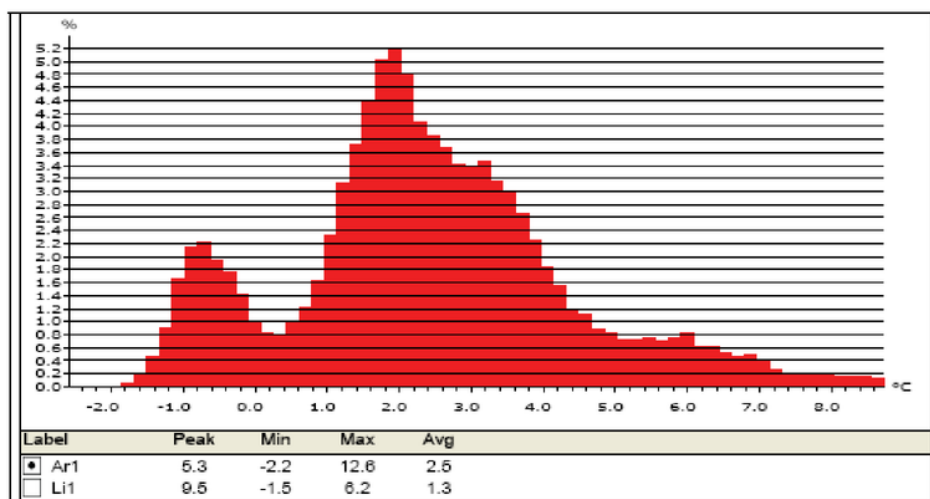
4.7.5. Сегмент фасадног зида



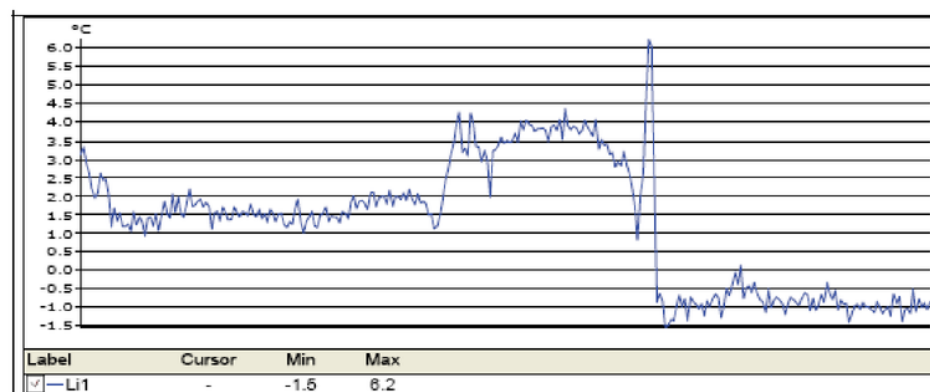
Слика 15.1. Термовизијски снимак сегмента фасадног зида



Слика 15.2. Фотографија сегмента фасадног зида



Графикон 5.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



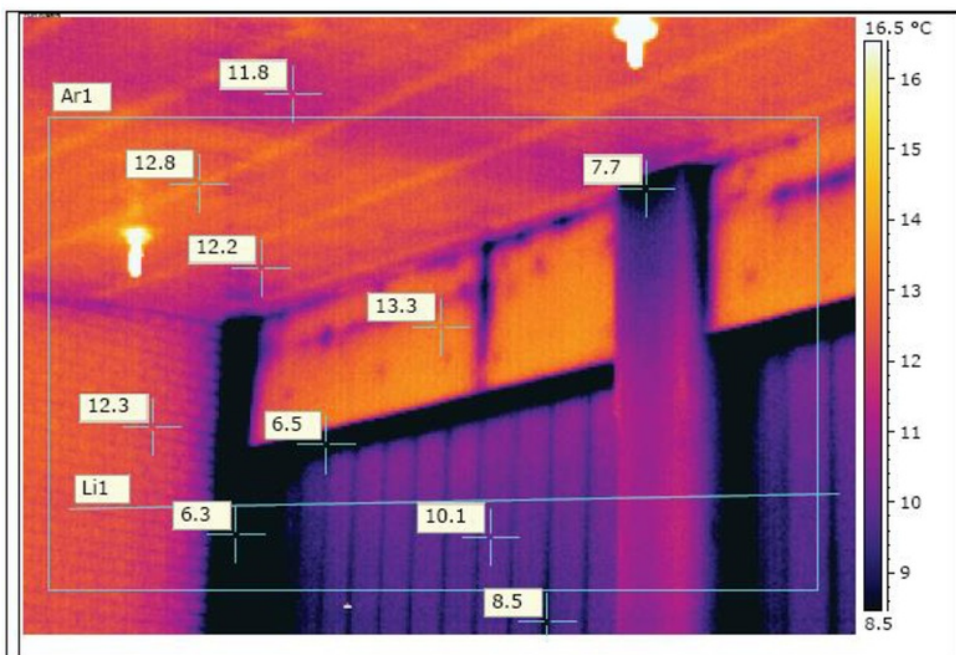
Графикон 5.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Segment fasadnog zida (analiza)

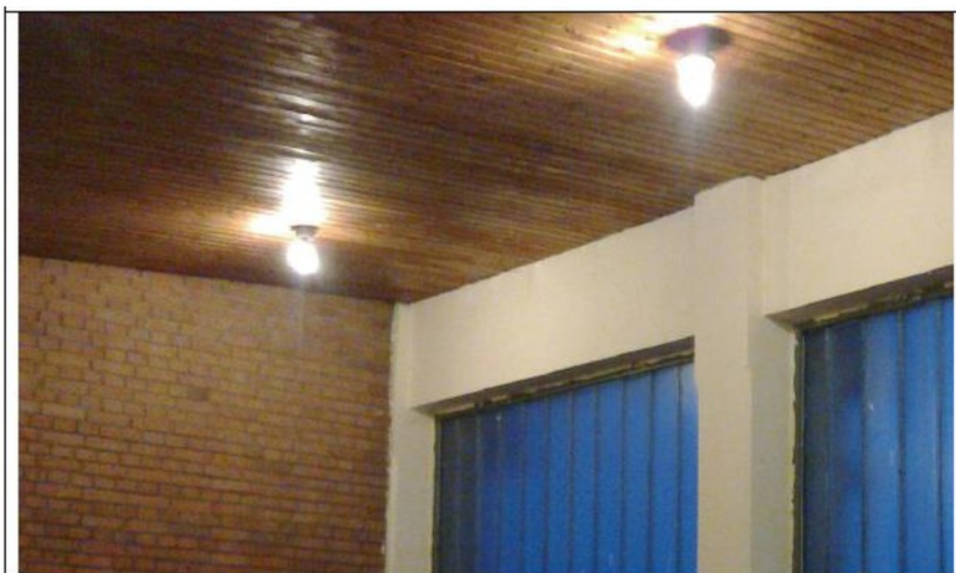
Na termogramu segmenta fasadnog zida su primetne različite performanse delova fasade u zavisnosti od primenjenog sklopa odnosno materijala. Najizraženiji gubici se javljaju na aluminijumskoj bravariji (izmerene temperature vrednosti od 11.5°S). Zone natprozornih greda (izmerene vrednosti od 3.9°S) su gotovo istovetnih termičkih performansi kao i delovi zastakljeni „profilit“ staklom (izmerene vrednosti od 3.8°S) što ukazuje na odsustvo termoizolacije dok su u zoni parapeta uočene bolje performanse (izmerene vrednosti od 1, odnosno - 0.6°S) što upućuje na postojanje neke vrste izolacije.

Na donjem grafikonu su jasno uočljive performanse armirano betonoskog parapeta (levi segment grafikona prosečnih temperatura oko 1.5°S), potom „profilit“ stakla (središnji segment grafikona prosečnih temperatura oko 3.5°S) i deo, pretpostavljam izolovanog parapeta (desni segment grafikona prosečnih izmerenih vrednosti od -1°S).

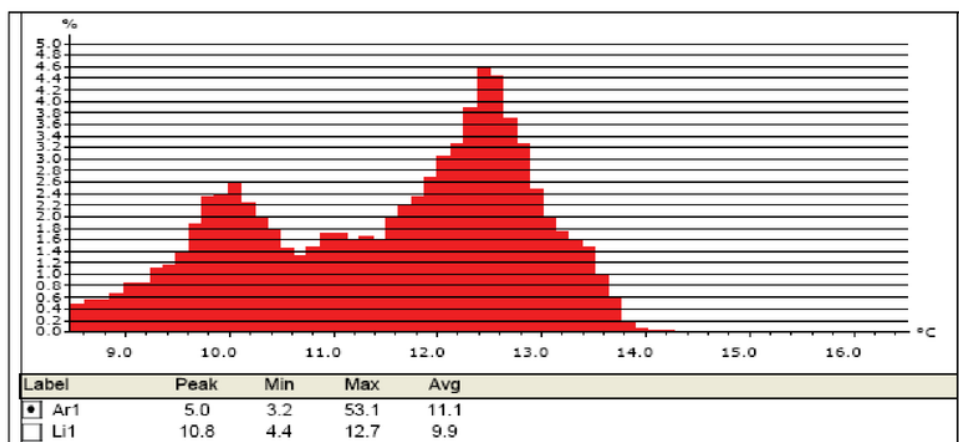
4.7.6. Сегмент обраде ентеријера фискултурне сале



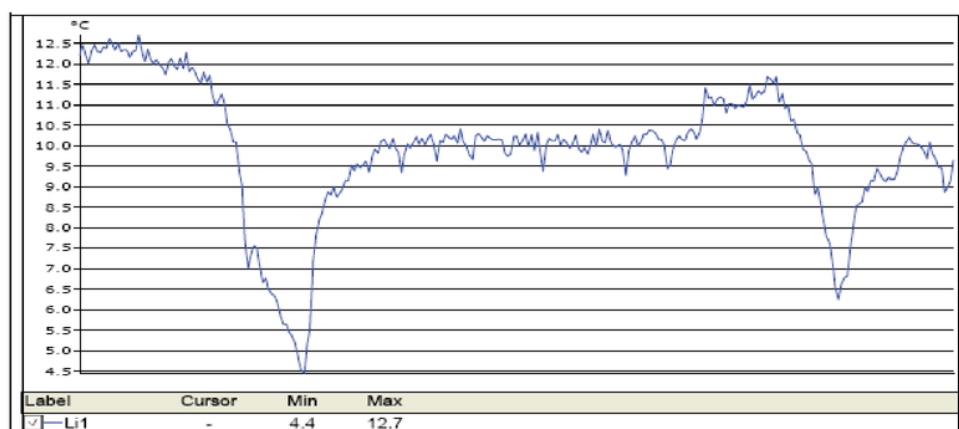
Слика 16.1. Термовизијски снимак сегмента ентеријера фискултурне сале



Слика 16.2. Фотографија сегмента ентеријера фискултурне сале



Графикон 6.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



Графикон 6.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Segment obrade enterijera fiskulturne sale (analiza)

Na termogramu segmenta enterijera fiskulturne sale uočljiva je razlika u kvalitetu termičkih performansi elemenata, sa temperaturnim odstupanjima i do 5°S.

Plafon od lamperije zatvara vazdušni prostor ispod nosećih greda, verovatno bez dodatne izolacije, te je jasno uočljiva podkonstrukcija (verovatno metalna - linijski pravci temperaturnih vrednosti od 12.8°S) odnosno pravac pružanja armirano betonskih nosača (upravno na stub - temperaturnih vrednosti od 11.8°S) što приметно odstupа od ostatka plafona (izmerenih vrednosti od 12.2°S).

Armirano-betonski stubovi u zoni fasadnog zida sa izrazito lošom termičkom karakteristikom (izmerene vrednosti od 6.3°S).

„Profilit“ staklo je postavljeno u čeličnom ramu, direktno oslonjenom na betonske elemente, bez izolacije što rezultira lošom performansom i niskim temperaturnim očitavanjem od 6.5°S.

Na linijskom grafikonu se jasno uočavaju mesta izrazitih gubitaka na armirano betonskim delovima (padovi temperature) ali je interesantno da se mogu uočiti i loši spojevi „profilit“ stakla (središnji deo grafikona 6.2).

4.8. Zaključna razmatranja

Snimanje je izvršeno kamerom **Flir B20**, u standardnim uslovima, 27. januara 2012. godine.

Objekat je sniman tokom popodnevničkih časova pri oblačnom danu (zanemarljiv uticaj direktnog sunčevog zračenja).

Snimljene karakteristike, kao i temperaturna očitavanja potiču isključivo od termičkih karakteristika objekta i mogu se smatrati verodostojnim pokazateljima njihovih performansi, osim u zoni zastakljenja gde su izražene refleksije okruženja.

Objekat je sagrađen 1977. godine, za koji nije pronađena odgovarajuća projektno-tehnička dokumentacija, na osnovu koje bi se ustanovila struktura i karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač. Prema zvanično izmerenim podacima, objekat ima korisnu površinu od 1.522m².

Vrtić je projektovan kao masivan objekat, u armirano-betonskoj konstrukciji, sa masivnim armirano betonskim zidovima, gredama i pločama.

Objekat kombinovane dečje ustanove je materijalizovan kao struktura sa heterogenim omotačem od različitih materijala: armiranog betona, fasadne opeke odnosno zastakljen lošom aluminijumskom bravarijom i „profilit“ staklom.

Najizraženiji gubici toplote se javljaju na elementima zastakljenja i mogu se smatrati u potpunosti nezadovoljavajućim sa aspekta današnjih standarda iz oblasti građevinske fizike. Posledica lošeg kvaliteta ovih delova omotača je i mogući nezadovoljavajući subjektivni osećaj prilikom boravka u prostoru, iako su realna očitavanja temperature u prostorijama u granicama projektovanih, za ovaj tip objekta.

Delovi fasade od armiranog betona se javljaju kao dvojaki: stubovi odnosno grede (serklaži) sa neadekvatnim termičkim performansama i kao parapetne ispune sa delimično boljim termičkim performansama (uz eventualno postojanje „skrivenih“ izolacija), ali i dalje nezadovoljavajućim u kontekstu postojećih regulativa.

Segmenti omotača materijalizovani fasadnom opekom pokazuju najbolje termičke karakteristike što nas upućuje na eventualno postojanje izolacije (ili mirujućeg vazdušnog sloja), što se bez daljih istražnih radova ne može potvrditi.

Izveštaj je sačinjen u cilju ocene stanja objekta termovizijskim snimanjem na terenu, bez konsultovanja tehničke dokumentacije i može se posmatrati kao polazište za donošenje odluka o intervencijama na unapređenju performansi objekta.

4.9. Konstrukcija zgrade pre intervencije (po sklopovima)

1

PODACI O OBJEKTU

Tip zgrade : Postojeća zgrada

Namena zgrade : Nestambena zgrada (transparentne površine $\leq 30\%$)

Namena zgrade (Energetski razred) : Zgrade namenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti

ИЛУСТРАЦИЈА 1



1

PODACI O LOKACIJI

(Na osnovu Tabele 3.3.4.1 i Tabele 6.3 Pravilnika za EEZ)

Referentno mesto : Beograd

Spoljna projektna temperatura za grejanje $T_e = -12.1^{\circ}\text{C}$

Unutrašnja projektna temperatura $T_i = 20^{\circ}\text{C}$

Spoljna prosečna temperatura u grejnom periodu $T_{pr} = 5.6^{\circ}\text{C}$

Prosečna temperaturna razlika za grejanje, $\Delta T = T_i - T_{pr} = 14.4$

Broj dana grejanja, HD = 175

Broj stepen dana, HDD = 2520

Spoljna projektna temperatura za difuziju $T_{e,dif} = -5^{\circ}\text{C}$

Broj dana vlaženja : 60

Broj dana isušenja : 90

UTICAJ VETRA

(Na osnovu Tabele 3.4.2.1 i Tabele 3.4.2.2 Pravilnika za EEZ)

Stambene zgrade sa više stanova i prirodnom ventilacijom

Umereno zaklonjen položaj

Broj izloženih fasada : >1

4.9.1. Pristup proračunu provere letnje stabilnosti i provere kondenzacije

U okviru Pravilnika o energetskej efikasnosti zgrada (u daljem: Pravilnik o EEZ), u prilogu 3 definisani su osnovni principi građevinske fizike zgrade:

- toplotna zaštita zgrade,
- toplotna akumulativnost i

- difuzija vodene pare.

Ovi principi su nezaobilazni pri projektovanju, izgradnji, rekonstrukciji (revitalizaciji), odnosno energetske sanaciji zgrada ili delova zgrada.

Provera letnje stabilnosti konstrukcije obuhvata proveru mogućnosti konstrukcije (proveravanog sklopa) u pogledu akumulacije spoljašnje toplote u toku letnjeg perioda, a prema unapred zadatim parametrima.

Pomenutim Pravilnikom o EEZ, jedna od mera za obezbeđenje toplotnog komfora u objektu je preporučena upotreba *termičke mase objekta*.

Termička masa predstavlja delove termičkog omotača (sklopova) i strukture zgrade prema primenjenom (ugrađenom) materijalu u odgovarajućoj debljini koja omogućava akumulaciju toplote.

Kod masivnih (višeslojnih) konstrukcijskih elemenata ugrađeni svaki sloj materijala će:

- najpre, apsorbirati (prihvatiti) deo dobijene toplote i na taj način povećati svoju temperaturu,
- kasnije će preneti toplotu na sledeći ugrađeni sloj.

Na ovaj način akumulirana toplota u elementu konstrukcije se kasnije emituje, sa nekom vremenskom razlikom, u zavisnosti od toplotne provodljivosti sloja.

Proračun toplotne akumulativnosti netransparentnih spoljnih građevinskih elemenata zgrada⁵² (spoljni zidovi, krovovi) za letnji period vrši se za sledeće veličine:

- faktora prigušenja amplitude oscilacije temperature, v i
- kašnjenja oscilacije temperature, η .

Za ove veličine su propisane najmanje dozvoljene vrednosti, te se na osnovu ovih vrednosti, prema utvrđenom proračunu u skladu sa Pravilnikom o EEZ, definiše da li ispitivani sklop (element konstrukcije) zadovoljava odgovarajuće uslove termike, odnosno uslove građevinske fizike i predviđenog komfora ili - ne.

Pod difuzijom vodene pare podrazumeva se pojava kretanja molekula vodene pare sa mesta veće koncentracije ka mestu niže koncentracije, sa težnjom da se uspostavi ravnoteža, odnosno ravnomerna koncentracija.

Za proračun difuzije vodene pare, sva gradovi i naseljena mesta u Srbiji su podeljena u dve zone, prema zadatim računskim vrednostima temperature i relativne vlažnosti spoljnog vazduha, na: ZONU A i ZONU B.

Za period isušivanja se za obe pomenute zone, prema Pravilniku o EEZ, uzima za:

1. Zonu A - dozvoljeno trajanje isušivanja iznosi 90 dana,
2. Zonu B - dozvoljeno trajanje isušivanja iznosi 60 dana.

⁵²Standard SRPS U.J5.530, Toplotna tehnika u građevinarstvu - proračun faktora prigušenja oscilacija temperature i proračun kašnjenja oscilacija temperature kroz spoljašnje pregrade zgrada u letnjem periodu

Na osnovu sračunatih vrednosti parcijalnih pritisaka vodene pare na granicama između pojedinih slojeva konstrukcije (elementa) i na osnovu vrednosti pritisaka zasićenja (koji se dobijaju pomoću poznatog rasporeda temperatura kroz konstrukciju), može se nacrtati *dijagram difuzije*.

Na ovom dijagramu se uočavaju dve iscrtane linije:

- linija pritisaka zasićenja i
- linija parcijalnih pritisaka.

U zavisnosti od položaja ovih linija mogu nastupiti tri karakteristična slučaja difuzije vodene pare:

1. linija pritisaka zasićenja i linija parcijalnih pritisaka se ne seku, što znači da ne dolazi do kondenzacije vodene pare unutar konstrukcije,
2. linija pritisaka zasićenja i linija parcijalnih pritisaka se dodiruju (seku) u jednoj tački, što znači da dolazi do kondenzacije u jednoj ravni unutar konstrukcije, i ta ravan se zove ravan kondenzacije,
3. linija pritisaka zasićenja i linija parcijalnih pritisaka se seku u dve tačke, što znači da dolazi do kondenzacije u zoni unutar konstrukcije, i ta zona se zove zona kondenzacije.

5

Difuzija vodene pare izračunava se za spoljne građevinske konstrukcije i konstrukcije koje se graniče sa negrejanim prostorijama, osim za konstrukcije koje se neposredno graniče sa terenom (pod na tlu, ukopani zidovi, ukopane tavanice).

Sve građevinske konstrukcije zgrade moraju biti projektovane i izgrađene na način da se vodena para u projektnim uslovima na njihovim površinama ne kondenzuje.

Zgrada mora biti projektovana i izgrađena na način da se kod namenskog korišćenja vodena para koja zbog difuzije prodire u građevinsku konstrukciju, ne kondenzuje.

U slučaju da dođe do kondenzacije vodene pare u konstrukciji, ona se nakon računskog perioda isušivanja mora sasvim osloboditi iz građevinske konstrukcije.

Vlaga koja se kondenzuje u konstrukciji ne sme dovesti do oštećenja građevinskih materijala (korozija, pojava buđi, osipanje i raspad materijala).

Većina građevinskih materijala je porozna, dolazi i do vlaženja u unutrašnjosti zbog upijanja kondenzovane vode.

Povećanje vlažnosti građevinskih materijala se dalje odražava na promenu ostalih svojstva materijala:

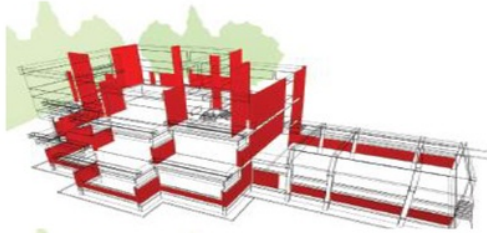
- toplotna provodljivost,
- mehaničke karakteristike,
- trajnost.

Ознака склопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид

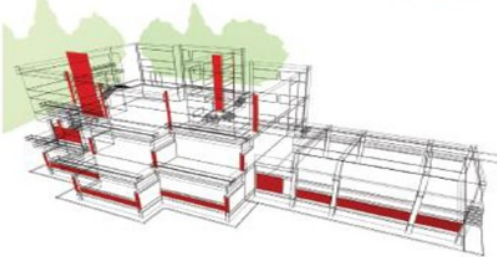
1

$U=0.809\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, Склоп НЕ задовољава; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

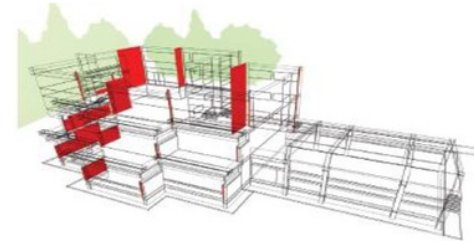
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



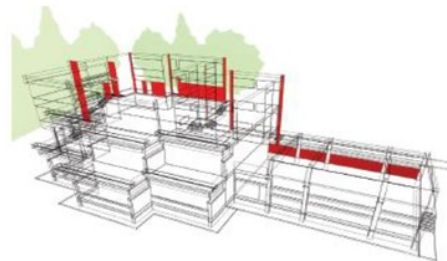
СВЕ оријентације
Површина склопа,
 $A=557.21\text{m}^2$



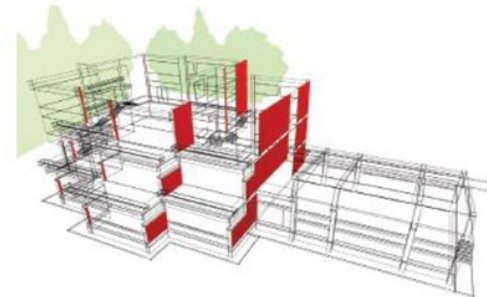
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=104.99\text{m}^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=174.32\text{m}^2$

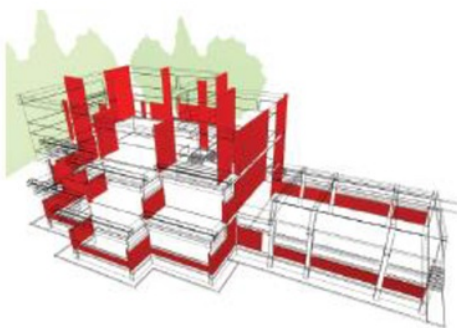


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=104.46\text{m}^2$



Оријентација склопа ка северу
Површина склопа $A=173.44\text{m}^2$

Ознака склопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид



CBE оријентације

Површина склопа, $A=557,2 \text{ m}^2$

$R_{si}=0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{sc}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

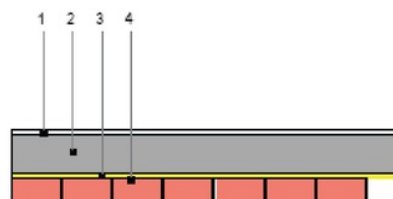
$v_{\min}=15$

$\eta_{\min}=7$

$U_{\max}=0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

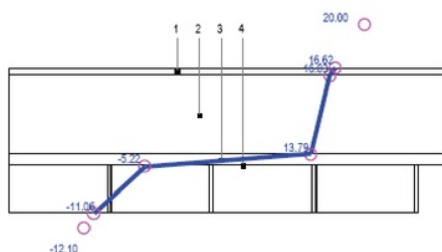
$U=0,809 \text{ W/m}^2\text{K}$



15	d (cm)	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни крчни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,0
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0
3	3	Полистирен плоче	20,00	1260,00	0,041	35,0
4	12	Опека шупља (25 cm) + Продужни крчни малтер (1 cm)	1415,40	925,00	0,533	4,6

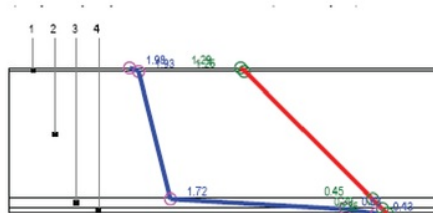
рб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p ⁱ	p ⁱ /e	r	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	3,38	16,62	2,63	17,37	/	1,98	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни крчни малтер	0,02	0,60	16,03	0,47	16,91	/	1,93	1,26	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	2,23	13,79	1,74	15,17	/	1,72	0,45	14,0	20,10	1,73	20,10
3	3	Полистирен плоче	0,73	19,01	-5,22	14,81	0,36	/	0,63	0,39	1,05	0,27	0,20	1,28
4	12	Опека шупља (25cm) + Продужни крчни малтер (1cm)	0,23	5,84	-11,06	4,55	-4,19	/	0,43	0,36	0,55	7,10	1,60	7,10
		Прелаз	0,04	1,04	/	0,81	/	/	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	3,78	/
		Укупно	1,24	/	/	/	/	/	/	/	/	/	14,57	/

Графикон температура - 1



Графикон дифузије - 1

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Коментар према прорачуну за склоп: Fz1

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 112,6 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10,4 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

Provera kondenzacije

Nema kondenzacije: -

Provera koeficijenta prolaza toplote

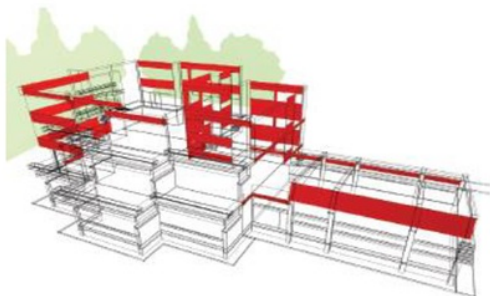
$U=0.809\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop NE zadovoljava !

(Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

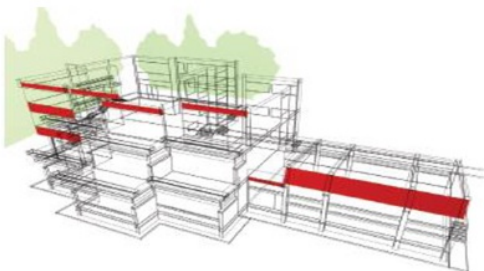
Oznaka sklopa: Fz2, konstrukcija tipa Spolig₁ zid

$U=0.989\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, Sklop NE zadovoljava; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

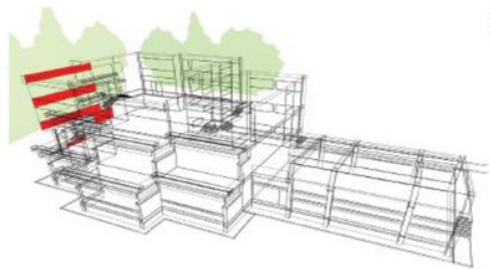
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



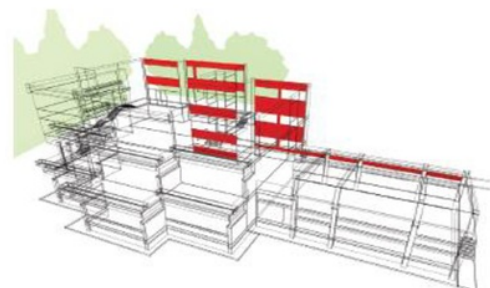
CBE orijentacije
Површина склопа, $A=291.05\text{m}^2$



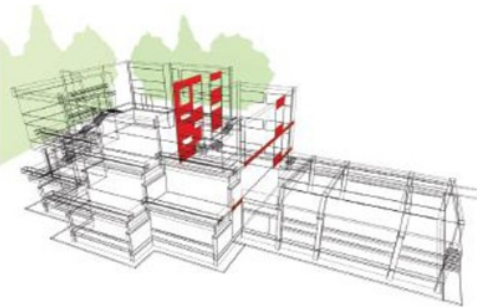
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=56.96\text{m}^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=41.30\text{m}^2$

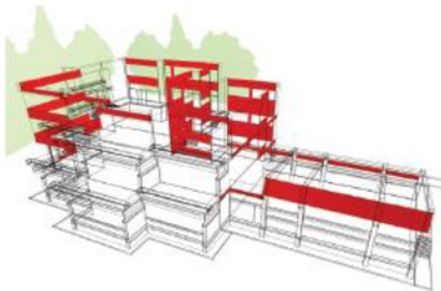


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=113.27 \text{ m}^2$



Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=79.52 \text{ m}^2$

Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=291.05 \text{ m}^2$

$R_{si}=0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{sc}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

$v_{min}=15$

$\eta_{min}=7$

$U_{max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

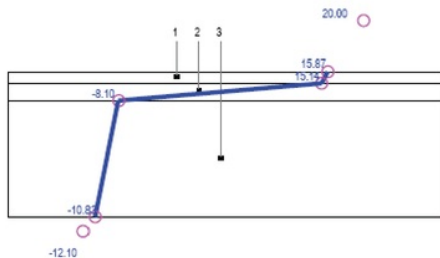
$U=0.989 \text{ W/m}^2\text{K}$



п.б.	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,0
2	3	Полистирен плоче	20,00	1260,00	0,041	35,0
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

пб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/e	r	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	4,13	15,87	3,22	16,79	0,35	1,98	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,73	15,14	0,57	16,22	0,06	1,93	1,26	0,40	10,90	0,25	9,06
2	3	Полистирен плоче	0,73	23,24	-8,10	18,10	-1,88	0,20	1,72	0,45	1,05	0,27	0,20	1,19
3	20	Бетон	0,09	2,73	-10,83	2,13	-4,01	1,10	0,63	0,39	14,00	20,10	1,73	20,10
		Прелаз	0,04	1,27	/	0,99	/	0,20	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	2,18	/
		Укупно	1,01	/	/	/	/	/	/	/	/	/	4,69	/

Графикон температура - 2



Графикон дифузије- 2

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



1 Коментар према прорачуну за склоп: Fz2

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 37.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 6.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **НЕ задовољава**

Провера кондензације

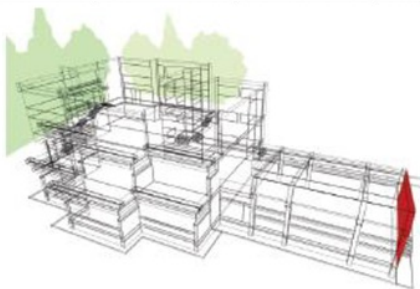
Кондензација у слоју 2; 73,1 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.989 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава** !

(Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Fz - сала, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A = 49.6 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

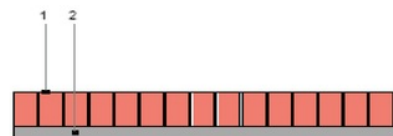
$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

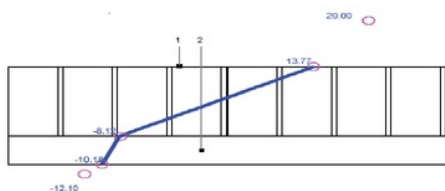
$U = 1.493 \text{ W/m}^2\text{K}$



p.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	25	Опека шупља (12cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	1430,80	930,00	0,547	5,20
2	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

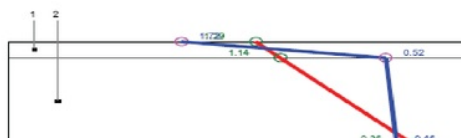
p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/e	f	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	6,23	13,77	4,85	15,15	0,43	1,72	1,29	/	/	/	/
1	25	Опека шупља (12cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	0,46	21,90	-8,12	17,05	-1,90	0,07	0,52	1,14	1,31	7,25	3,31	7,25
2	10	Бетон	0,04	2,06	-10,18	1,60	-3,51	1,32	0,46	0,36	7,00	20,10	0,86	18,77
		Прелаз	0,04	1,92	/	1,49	/	0,09	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	4,18	/
		Укупно	0,67	/	/	/	/	/	/	/	/	/	19,35	/

Графикон температура - 3



Графикон дифузије - 3

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Momentar prema proračunu za sklop: Fz - sala

Provera letnje stabilnosti

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 33.9 \geq v_{\min} = 15$, zadovoljava

Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 11.5 \geq \eta_{\min} = 7$, zadovoljava

Provera kondenzacije

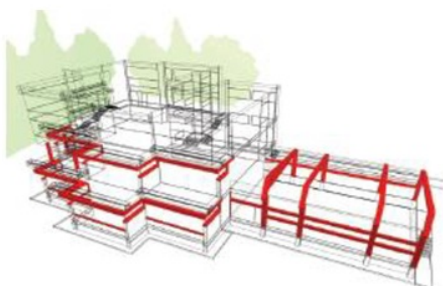
Kondenzacija u sloju 1; 66,8 dana za isušenje; Isušenje u roku od 90 dana

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U = 1.493 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop NE zadovoljava!

(Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

Oznaka sklopa: Fz - bet., konstrukcija tipa Spoljni zid



CBE оријентације

Површина склопа, $A = 217.2 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

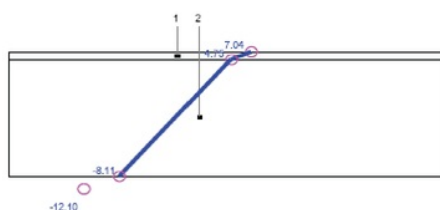
$F_x = 1$

$U = 3.106 \text{ W/m}^2\text{K}$

п.б.	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	30	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

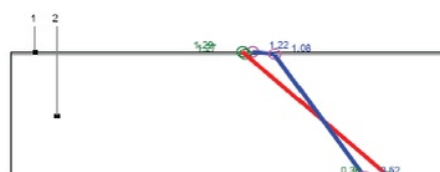
п б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/e	f	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	12,26	7,04	10,09	9,91	0,62	1,22	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	2,29	4,75	1,79	8,12	1,20	1,08	1,27	0,40	10,90	0,25	9,06
2	30	Бетон	0,13	12,86	-8,11	10,02	-1,89	0,07	0,52	0,36	21,00	20,10	2,59	20,10
		Прелаз	0,04	3,99	/	3,11	/	0,05	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	2,84	/
		Укупно	0,32	/	/	/	/	/	/	/	/	/	7,51	/

Графикон температура - 4



Графикон дифузије - 4

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Momentar prema proračunu za sklop: Fz - bet.

Provera letnje stabilnosti

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 12.8 \geq v_{\min} = 15$,

NE zadovoljava

Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 7.8 \geq \eta_{\min} = 7$, NE zadovoljava

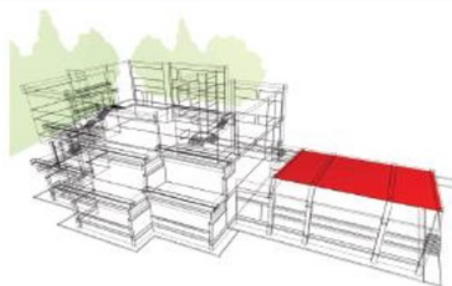
Provera kondenzacije

Kondenzacija u sloju 0,1; 20,1 dana za isušenje; Isušenje u roku od 90 dana

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U = 3.106 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop NE zadovoljava! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

1. Oznaka sklopa: Kk1, konstrukcija tipa 7 - Kos krov iznad grejanog prostora



CBE оријентације

Површина склопа, $A = 131.2 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{sc} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

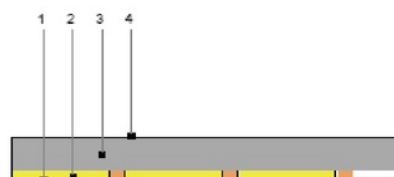
$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

$U = 0.749 \text{ W/m}^2\text{K}$

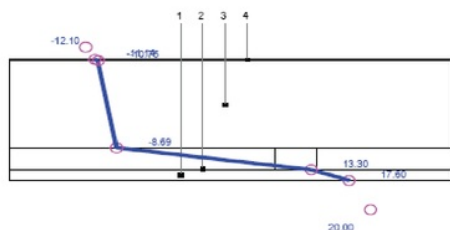


п.б.	d	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
------	---	------	-----------------------------	-----------	------------------	-------

	cm					
1	2,5	бор, смрека	550,00	2090,00	0,140	70,00
2	5	Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm)	162,10	1012,40	0,055	10,50
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
4	0,3	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	1140,90	1517,30	0,185	1279,10

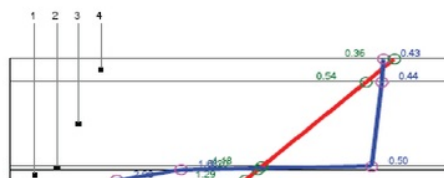
рб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p/e	i	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	2,40	17,60	1,87	18,13	0,26	2,08	1,29	/	/	/	/
1	2,5	бор, смрека	0,18	4,30	13,30	3,35	14,78	0,40	1,68	1,21	1,75	3,41	0,61	4,15
2	5	Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm)	0,92	21,99	-8,69	17,12	-2,34	1,18	0,50	1,18	0,53	0,80	0,74	0,99
3	20	Бетон	0,09	2,07	-10,75	1,61	-3,95	0,06	0,44	0,54	14,00	20,10	1,73	20,10
4	0,3	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	0,02	0,38	-11,14	0,30	-4,25	0,01	0,43	0,36	3,84	4,82	0,08	15,49
		Унутра	0,04	0,96	/	0,75	/	0,03	/	/	/	/	/	/
		Прелаз	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	3,15	/
		бор, смрека	1,34	/	/	/	/	/	/	/	/	/	9,35	/

Графикон температуре - 5



Графикон дифузије - 5

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Коментар према прораčуну за склоп: Kk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 53.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 9.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

Провера кондензације

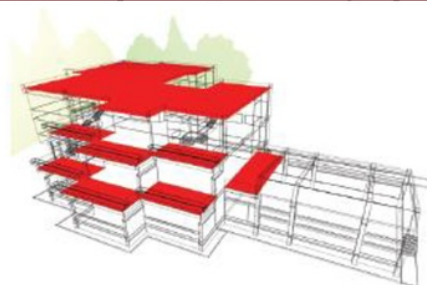
Кондензација у слоју 2,3; 50,0 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.749 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава**! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

1

Ознака склопа: Rk1, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



CBE оријентације

Површина склопа, $A = 694.53 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

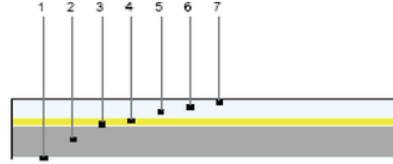
$v_{\min} = 25$

$\eta_{\min} = 10$

$U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

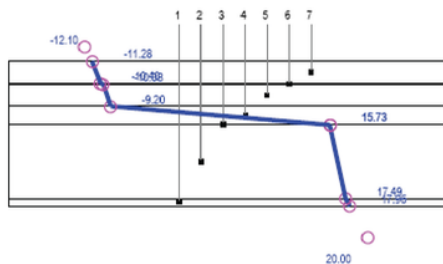
$U = 0.637 \text{ W/m}^2\text{K}$



p.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1080,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,01	Алуминијумска фолија	2700,00	940,00	203,000	800000,00
4	5	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,00
5	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
6	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1460,00	0,190	1400,00
7	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00

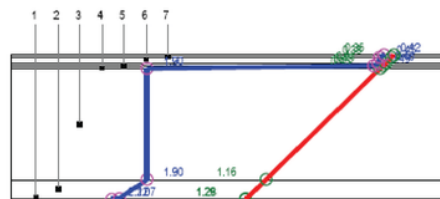
p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p	p/c	r	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	2,04	17,96	1,59	18,41	1,12	2,12	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни Кречни малтер	0,02	0,47	17,49	0,37	18,04	0,14	2,07	1,28	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	1,76	15,73	1,37	16,67	0,56	1,90	1,16	14,00	20,10	1,73	20,10
3	0,01	Алуминијумска фолија	/	/	15,73	/	16,67	0,12	1,90	0,45	80,00	192,94	/	20,10
4	5	Полистирен плоче	1,22	24,9	-9,20	19,41	-2,74	/	0,49	0,43	2,00	0,31	0,37	0,79
5	6	Цементни естрих	0,04	0,88	-10,08	0,68	-3,43	/	0,46	0,41	1,80	15,29	0,66	10,48
6	0,3	Битуменска хидроизолација	0,02	0,33	-10,40	0,26	-3,68	0,40	0,45	0,38	4,20	4,90	0,08	9,31
7	6	Цементни естрих	0,04	0,88	-11,28	0,68	-4,36	/	0,42	0,36	1,80	15,29	0,66	13,82
		Прелаз	0,04	0,82	/	0,64	/	/	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	3,75	/
		Укупно	1,57	/	/	/	/	/	/	/	/	/	14,24	/

Графикон температура - 6



Графикон дифузије - 6

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Коментар према прорачуну за склоп: Rk1

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 205.6 \geq v_{\min} = 25$, **задовољјава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10.0 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољјава**

Провера кондензације

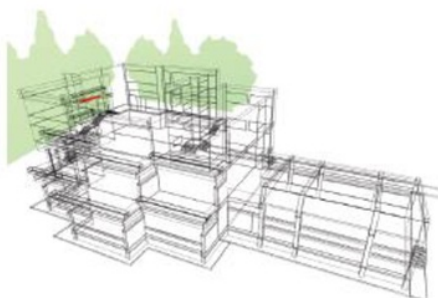
Нема кондензације :-

Провера коефицијента пролаза топлоте

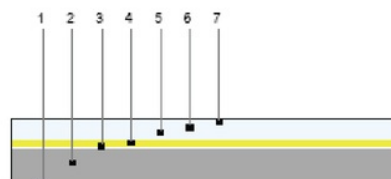
$U = 0.637 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољјава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

1.

Ознака склопа: Rk2, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



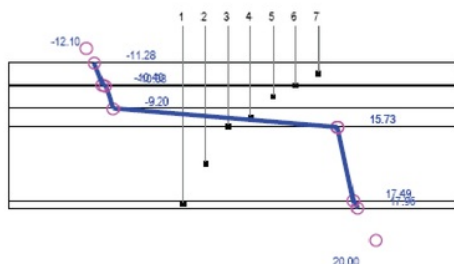
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=5.22 \text{ m}^2$
 $R_{si}=0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=25$
 $\eta_{\min}=10$
 $U_{\max}=0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.637 \text{ W/m}^2\text{K}$



р.б	d cm	ОПИС	p (kg/m³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1080,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,01	Алуминијумска фолија	2700,00	940,00	203,000	800000,00
4	5	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,00
5	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
6	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1240,00	0,190	1400,00
7	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00

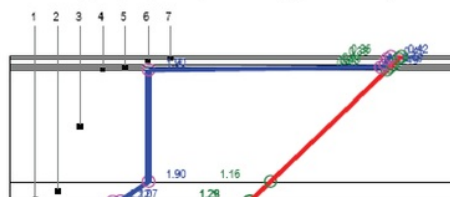
р.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p	p/c	r	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	2,04	17,96	1,59	18,41	1,12	2,12	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,47	17,49	0,37	18,04	0,14	2,07	1,28	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	1,76	15,73	1,37	16,67	0,56	1,90	1,16	14,00	20,10	1,73	20,10
3	0,01	Алуминијумска фолија	/	/	15,73	/	16,67	0,12	1,90	0,45	80,00	192,94	/	20,10
4	5	Полистирен плоче	1,22	24,93	-9,20	19,41	-2,74	/	0,49	0,43	2,00	0,31	0,37	0,79
5	6	Цементни естрих	0,04	0,88	-10,08	0,68	-3,43	/	0,46	0,41	1,80	15,29	0,66	10,48
6	0,3	Битуменска хидроизолација	0,02	0,33	-10,40	0,26	-3,68	0,40	0,45	0,38	4,20	4,90	0,08	9,31
7	6	Цементни естрих	0,04	0,88	-11,28	0,68	-4,36	/	0,42	0,36	1,80	15,29	0,66	13,82
		Прелаз	0,04	0,82	/	0,64	/	/	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	3,75	/
		Укупно	1,57	/	/	/	/	/	/	/	/	/	14,24	/

Графикон температура - 7



Графикон дифузије - 7

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



K₁entar prema proračunu za sklop: Rk2
Provera letnje stabilnosti

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 205.6 \geq v_{\min} = 25$, **задовољјава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10.3 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољјава**

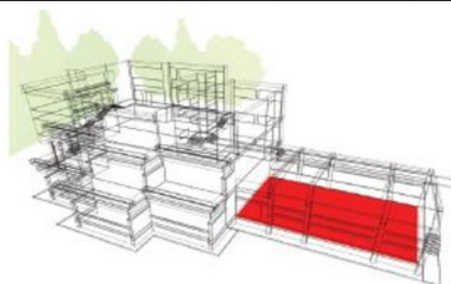
Провера кондензације

Нема кондензације : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.637 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE задовољјава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Rt1, конструкција типа 21 - Под на тлу



СБЕ оријентације

Површина склопа, $A=158.0 \text{ m}^2$

$R_{si}=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0 \text{ m}^2\text{K/W}$

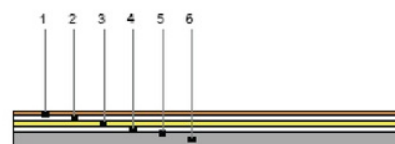
$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

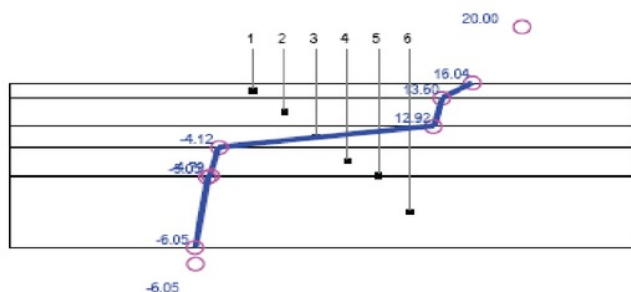
$U=0.894 \text{ W/m}^2\text{K}$



п.б	1 d cm	ОПИС	ρ (kg/m³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	M
1	2,2	Паркет	700,0	1670,00	0,210	15,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	3	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
6	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	3,96	16,04
1	2,2	Паркет	0,11	2,44	13,60
2	4	Цементни естрих	0,03	0,68	12,92
3	3	Полистирен плоче	0,73	17,04	-4,12
4	4	Цементни естрих	0,03	0,68	-4,79
5	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,26	-5,05
6	10	Бетон	0,04	1,00	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	1,12	/	/

Графикон температура - 8



1. Momentar prema proračunu za sklop: Pt1

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

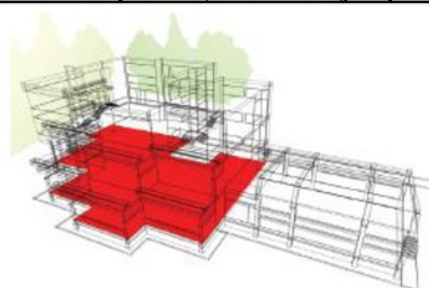
Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=0.894 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

Oznaka sklopa: Rt2, konstrukcija tipa 21 - Pod na tlu



CBE оријентације

Површина склопа, $A=498.1 \text{ m}^2$

$R_{si}=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0 \text{ m}^2\text{K/W}$

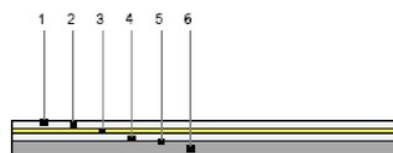
$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

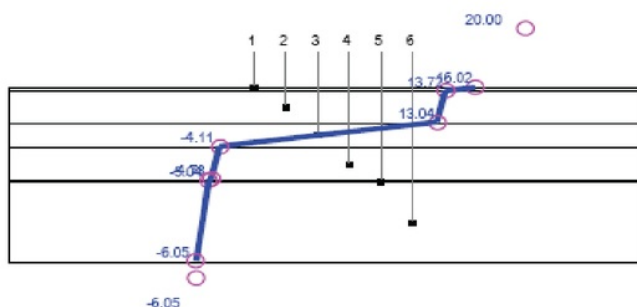
$U=0.899 \text{ W/m}^2\text{K}$



п.б	¹ d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	M
1	0,4	ПВЦ плоче	50,0	1260,00	0,041	200,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	3	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
6	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	3,98	16,02
1	0,4	ПВЦ плоче	0,10	2,30	13,72
2	4	Цементни естрих	0,03	0,68	13,04
3	3	Полистирен плоче	0,73	17,15	-4,11
4	4	Цементни естрих	0,03	0,68	-4,79
5	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,26	-5,04
6	10	Бетон	0,04	1,01	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	1,11	/	/

Графикон температура - 9



1. Momentar prema proračunu za sklop: Pt2

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

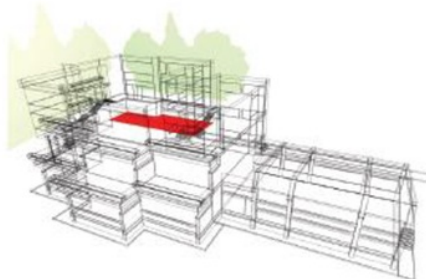
Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

Oznaka sklopa: Rt3, konstrukcija tipa 21 - Pod na tlu



CBE оријентације

Површина склопа, $A=105.04\text{m}^2$

$R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$

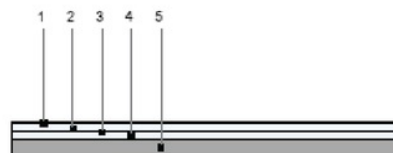
$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

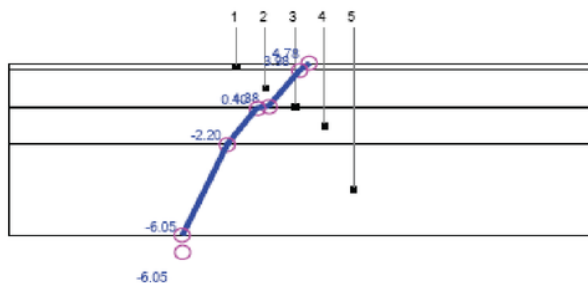
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$



п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	0,8	Керамичке плочице	1700,0	920,00	0,870	200,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	15,22	4,78
1	0,8	Керамичке плочице	0,01	0,81	3,98
2	4	Цементни естрих	0,03	2,60	1,38
3	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,99	0,40
4	4	Цементни естрих	0,03	2,60	-2,20
5	10	Бетон	0,04	3,85	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	0,29	/	/

Графикон температура -10



1.omentar prema proračunu za sklop: Pt3

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

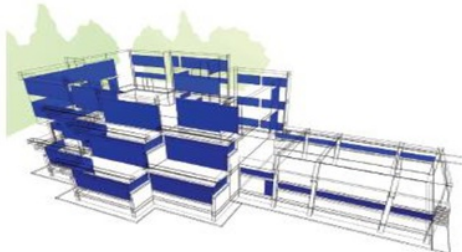
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

Oznaka sklopa: W1, konstrukcija tipa 10 - Prozori i balkonska vrata

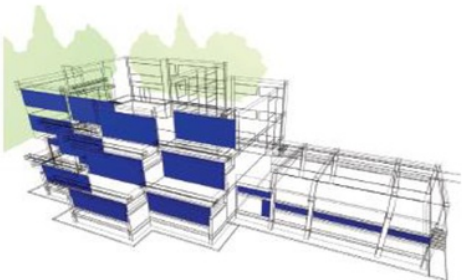
Aluminijumski ram bez termoprekida, termopan staklo

$U=4.5\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=1.5\text{W/m}^2\text{K}$, Sklop **NE zadovoljava**; $F_x=1$; solar factor $g=0.6$; frame factor $ff=0.25$

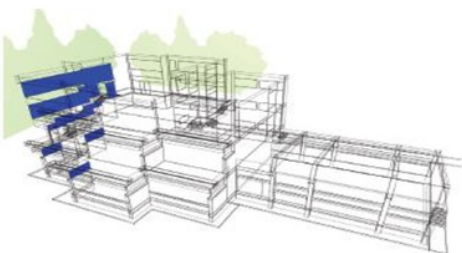
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



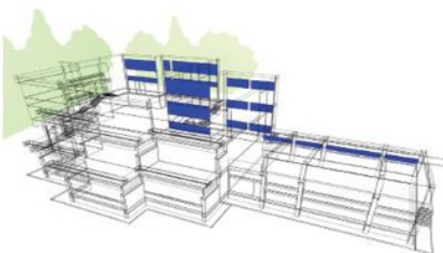
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=472.58\text{m}^2$



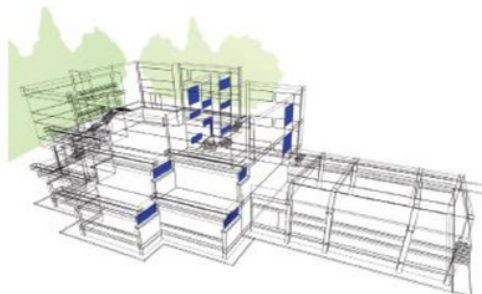
Оријентација ка истоку
Површина склопа, $A=214.78\text{m}^2$



Оријентација ка југу
Површина склопа, $A=95.84\text{m}^2$



Оријентација ка западу
Површина склопа, $A=119.13\text{m}^2$



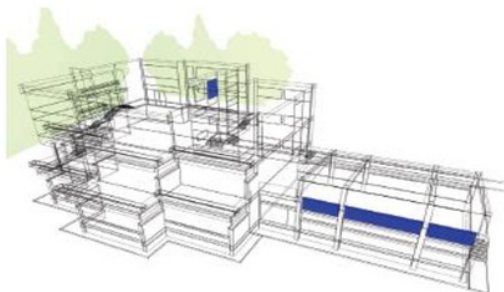
Orijentacija ka severu
Površina sklopa, $A=42.83\text{m}^2$

Oznaka sklopa: W2, konstrukcija tipa 10 - Prozori i balkonska vrata

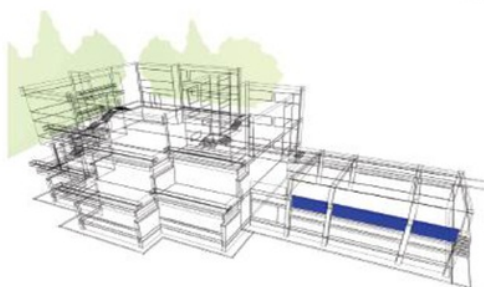
Profil 12

$U=4\text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=1.5\text{ W/m}^2\text{K}$, Sklop NE zadovoljava; $F_x=1$; solar factor $g=0.6$; frame factor $ff=0.25$

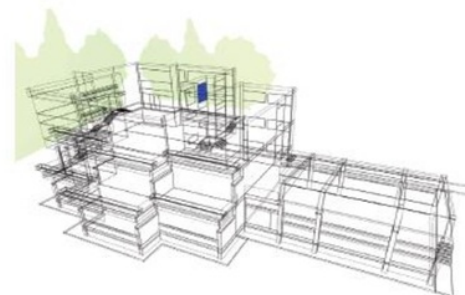
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



CBE orijentacije
Površina sklopa, $A=22.25\text{m}^2$

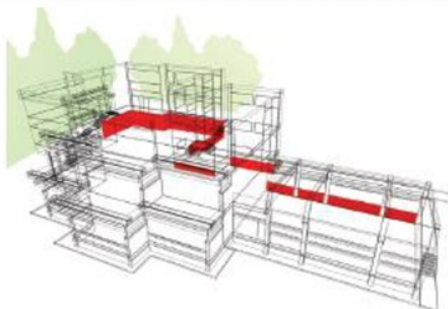


Orijentacija ka istoku
Površina sklopa, $A=16.32\text{m}^2$



Orijentacija ka severu
Površina sklopa, $A=5.93\text{m}^2$

Oznaka sklopa: Zt1, konstrukcija tipa 20 - Zid u tlu (grejani podrum)



CBE orijentacije
Površina sklopa, $A=128.73\text{m}^2$
 $R_{\text{si}}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$

$$R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$$

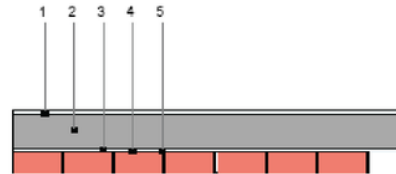
$$v_{\min}=0$$

$$\eta_{\min}=0$$

$$U_{\max}=0.5\text{W/m}^2\text{K}$$

$$F_x=0.6$$

$$U=2.232\text{W/m}^2\text{K}$$



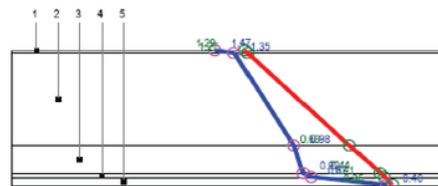
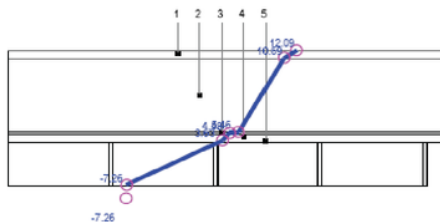
п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,0	1050,00	0,870	20,0
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0
3	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1460,00	0,190	1400,0
4	2	Цементни естрих	2100,00	1050,00	1,400	30,0
5	12	Опека пуна (25cm)+Цементни малтер (1cm)	1619,20	925,00	0,669	9,8

п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,13	7,91	12,09
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	1,40	10,69
2	20	Бетон	0,09	5,23	5,46
3	0,3	Битуменска хидроизолација	0,02	0,97	4,48
4	2	Цементни естрих	0,01	0,85	3,63
5	12	Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm)	0,18	10,89	-7,26
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-7,26
		Укупно	0,45	/	/

Графикон температура - 11

Графикон дифузије - 11

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



1. Momentar prema proračunu za sklop: Zt1

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

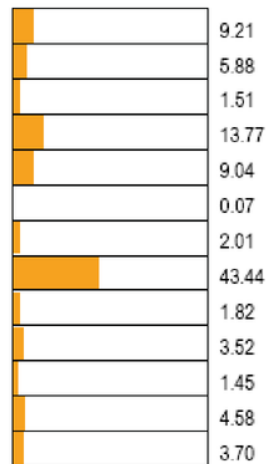
Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=2.232 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

п.б	ИД	ОПИС	A (m ²)	Fx (-)	Umax (Wm ² /K)	U (Wm ² /K)	A*U*Fx (W/K)	Удео (%)
1	Fz1	Спољни зид	557,21	1	0,4	0,809	450,78	9,21
2	Fz2	Спољни зид	291,05	1	0,4	0,989	287,85	5,88
3	Fz-sala	Спољни зид	49,66	1	0,4	1,493	74,14	1,51
4	Fz-bet	Спољни зид	217,10	1	0,4	3,106	674,31	13,77
5	Rk1	Раван кров изнад грејаног простора	694,58	1	0,2	0,637	442,45	9,04
6	Rk2	Раван кров изнад грејаног простора	5,52	1	0,2	0,637	3,52	0,07
7	Kk1	Кос кров изнад грејаног простора	131,12	1	0,2	0,749	98,21	2,01
8	W1	Прозори и балконска врата	472,58	1	1,5	4,500	2126,61	43,44
9	W2	Прозори и балконска врата	22,25	1	1,5	4,000	89,00	1,82
10	Zt1	Зид у тлу	128,78	0,6	0,5	0,463	172,46	3,52
11	Pt1	Под на тлу	158,73	0,5	0,4	2,232	70,95	1,45
12	Pt2	Под на тлу	498,89	0,5	0,4	0,894	224,25	4,58
13	Pt3	Под на тлу	105,34	0,5	0,4	3,436	180,97	3,70
Ukupno			3332,81 m ²				1645,14	W/K

Табела 6. Карактеристике склопова који формирају термички омотач

Графикон % [удео : 100]



1 TRANSMISIONI GUBICI (kroz omotač)

Površina grejanog prostora (neto površina poda).....Ag = 1.522m²

Povećanje na ime linijskih gubitaka, l - sa konstantnim prirastom

osnovnog koef. U za 0.1W/m²K

Koeficijent transmisijonog gubitka, površinski.....Hflat = 4895.509W/K

Koeficijent transmisijonog gubitka, termičkih mostova.....Htb = 333.281W/K

Koeficijent transmisijonog gubitka, ukupni.....Ht = 5228.790W/K

Faktor oblika.....A/V = 0.68m⁻¹

Maksimalno dozvoljeni specifični transmisijoni gubitak.....Ht'max = 0.51W/m²K

Specifični transmisijoni gubitak (Ht/A),

Ht'=1.569W/m²K, Ht' > Ht'max.....NE zadovoljava

Укупно потребна енергија за надокнађивање трансмисионих губитака..... $Q_t = 316237.19 \text{ kWh}$
 $Q_t/A_g = 207.78 \text{ kWh/m}^2$

1 VENTILACIONI GUBICI

Запремина грејаног простора (нето)..... $V_g = 4.904 \text{ m}^3$
 Заптивеност прозора..... $Loša$
 Број измена ваздуха на сат..... $n = 0.9$
 Коefицијент вентилационог губитака..... $H_v = 1430.0 \text{ W/K}$
 Укупна потребна енергија за надокнађивање вентилационих губита..... $Q_v = 86486.79 \text{ kWh}$

1 SOLARNI DOBICI

Фактор засенчености (Factor shade)..... $F_s = 0.75$
 Фактор умањенја због неуправног зрачења..... $F_n = 0.9$
 Фактор умањенја због опреме за заштиту од сунца..... $F_z = 1$

месец	стакла	фасаде	равног крова	косог крова	дана грејања (HD)
I	5612.4	478.1	340.5	57.9	31
II	8460.7	676.8	480.6	97.8	28
III	11830.3	942.9	827.1	141.1	31
IV	13404.0	1043.9	1064.4	169.8	8
V	15347.1	1188.4	1357.3	199.6	0
VI	15636.3	1200.8	1443.3	206.4	0
VII	16813.3	1286.7	1535.7	221.4	0
VIII	15844.0	1229.1	1357.3	202.2	0
IX	13415.2	1059.6	1016.1	161.4	0
X	10761.4	881.1	708.3	118.8	16
XI	5890.3	499.2	362.4	61.3	30
XII	4465.0	384.5	269.7	45.1	31
Укупно	45390.5 kWh	3714.9 kWh	2930.0 kWh	509.8 kWh	175
Користи се	Да	Да	Да	Да	

Табела 7. Приказ соларних добитака спољашњих елемената зграде

Укупни соларни добаци за грејну сезону $Q_{sol} = 52545.2 \text{ kWh}$

INTERNI DOBICI

Назив	Вредност	Јединица
Ti - ЗИМСКИ период	22	CC
Ti - ЛЕТЊИ период	26	m ² /per
Површина по особи	30	W/per
Одавање топлоте по особи	80	W/m ²
Одавање топлоте људи по јединици површине	2.7	h
Присутност током дана (просечно месечно)	16	kWh/m ²
Годишња потрошња електр.енергије по јединици површине греј. простора	30	m ³ /(h*m ²)
Проток свежег ваздуха по јединици површине греј. простора	1	m ³ /(h*per)
Проток свежег ваздуха по особи	30	kWh/m ²
Топлотна потреба за припрему СТВ по јединици површине греј. простора	30	CC

Одавање топлоте људи од 2.7W/m², на површини од 1522m² уз присутност током дана 16 сати, за број дана грејања HD = 175, резултује енергијом..... $Q_{lj} = 11506.3200 \text{ kWh}$

Odavanje toplote električnih uređaja od 30kWh/m², na godišnjem nivou, na površini od 1522m² za broj dana grejanja HD = 175, rezultuje energijom.....Q_{el} = 21891.8kWh

1

BILANS

TRANSMISIONI GUBICI.....Q_t = 316237.19kWh

VENTILACIONI GUBICI.....Q_v = 86486.79kWh

SOLARNI DOBICI.....Q_{sol} = 52545.2kWh (koristi se)

DOBICI OD LJUDI.....Q_{lj} = 11506.3200kWh (koristi se)

DOBICI OD EL. UREĐAJA.....Q_{el} = 21891.8kWh (koristi se)

ENERGIJA POTREBNA ZA GREJANJE

Razlika između gubitaka i dobitaka.....Q_h = 316780.69kWh

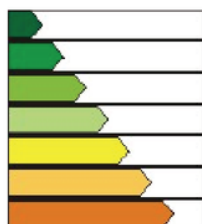
1 energija potrebna za grejanje po m².....Q_h/A = 208.13kWh/m²

Na osnovu energije potrebne za grejanje po jedinici površine (m²), objekat spada u E energetski razred

Енергетски разред

Q_h rel [%]

Q_h [kWh/m²]



A+

≤ 15

≤ 18

A

≤ 25

≤ 30

B

≤ 50

≤ 60

C

≤ 100

≤ 120

D

≤ 150

≤ 180

E

≤ 200

≤ 240

F

≤ 250

≤ 300

4.10. INTERVENCIJA 1

1

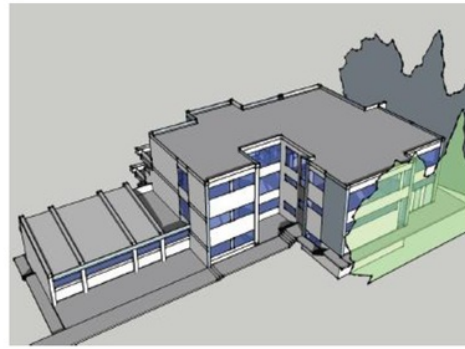
PODACI O OBJEKTU

Tip zgrade : Postojeća zgrada

Namena zgrade : Nestambena zgrada (transparentne površine $\leq 30\%$)

Namena zgrade (Energetski pasoš) : Zgrade namenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti

ILUSTRACIJA 2



1

PODACI O LOKACIJI

(Na osnovu Tabele 3.3.4.1 i Tabele 6.3 Pravilnika za EEZ)

Referentno mesto : Beograd

Spoljna projektna temperatura za grejanje $T_e = -12.1^{\circ}\text{C}$

Unutrašnja projektna temperatura $T_i = 20^{\circ}\text{C}$

Spoljna prosečna temperatura u grejnom periodu $T_{pr} = 5.6^{\circ}\text{C}$

Prosečna temperaturna razlika za grejanje, $\Delta T = T_i - T_{pr} = 14.4$

Broj dana grejanja, HD = 175

Broj stepen dana, HDD = 2520

Spoljna projektna temperatura za difuziju $T_{e,dif} = -5^{\circ}\text{C}$

Broj dana vlaženja : 60

Broj dana isušenja : 90

UTICAJ VETRA

(Na osnovu Tabele 3.4.2.1 i Tabele 3.4.2.2 Pravilnika za EEZ)

Stambene zgrade sa više stanova i prirodnom ventilacijom

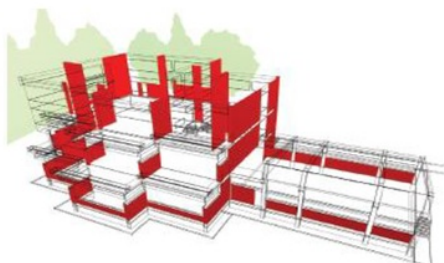
Umereno zaklonjen položaj

Broj izloženih fasada : >1

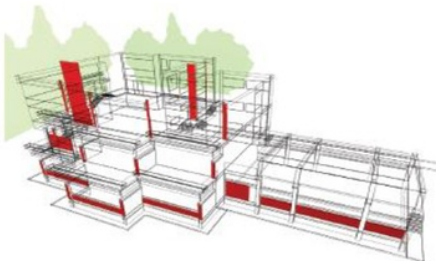
Oznaka skopa: Fz1, konstrukcija t1 na Spoljni zid

$U=0.243\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, Sklop zadovoljava; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

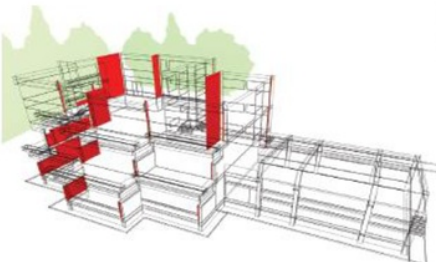
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



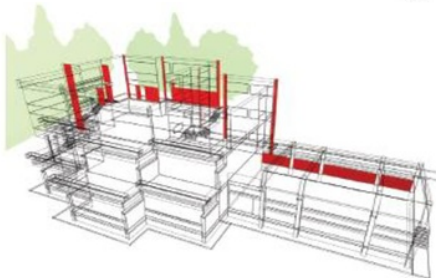
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=557.21\text{m}^2$



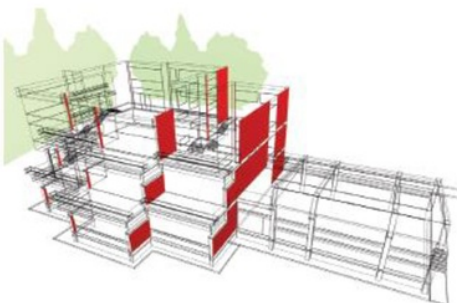
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=104.99\text{m}^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=174.32\text{m}^2$



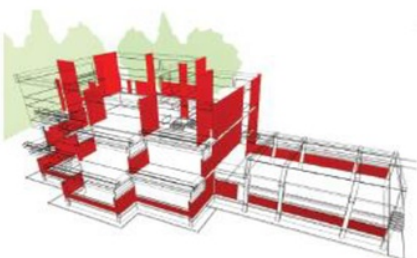
Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=104.46\text{m}^2$



Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=173.44\text{m}^2$

Ознака склопа: Fz1, конструкција типа

Спољни зид



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=557.2\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$

$$R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$$

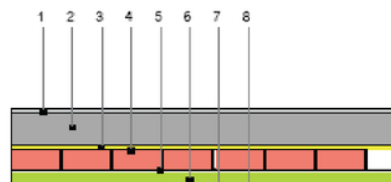
$$v_{\min}=15$$

$$\eta_{\min}=7$$

$$U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$$

$$F_x=1$$

$$U=0.243\text{W/m}^2\text{K}$$

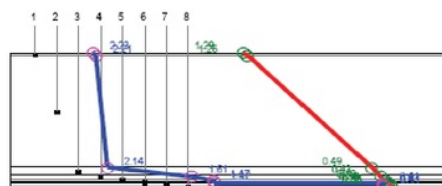
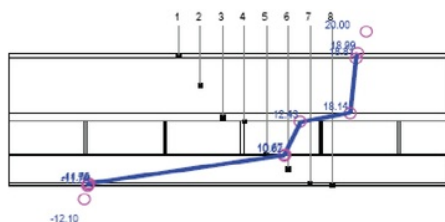


р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1080,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	3	Полистирен плоче	20,00	1260,00	0,041	35,00
4	12	Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	1415,40	925,00	0,533	4,60
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
6	10	Knaufinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
7	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
8	0,5	Knauf SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

рб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/e	f	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	1,01	18,99	0,79	19,21	0,11	2,33	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,18	17,81	0,14	19,07	0,02	2,21	1,26	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	0,67	18,14	0,52	18,55	0,07	2,14	0,49	14,00	20,10	1,73	20,10
3	3	Полистирен плоче	0,73	5,71	12,43	4,45	14,10	0,53	1,61	0,43	1,05	0,27	0,20	1,28
4	12	Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	0,23	1,76	10,67	1,37	12,74	0,14	1,47	0,40	0,55	7,10	1,60	7,10
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,06	10,62	0,04	12,69	0,00	1,47	0,38	0,25	10,74	0,08	7,54
6	10	Knaufinsulation KR-TF	2,86	22,28	-11,66	17,35	-4,66	1,06	0,41	0,38	0,10	0,46	1,32	0,46
7	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,06	-11,72	0,04	-4,70	0,00	0,41	0,36	0,25	10,74	0,08	1,26
8	0,5	Knauf SP 260	0,01	0,07	-11,79	0,06	-4,76	0,00	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Прелаз	0,04	0,31	/	0,24	/	0,01	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	5,32	/
		Укупно	4,12	/	/	/	/	/	/	/	/	/	43,62	/

Графикон температура - 12

Графикон дифузије - 12
(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Momentar prema proračunu za sklop: Fz1

Provera letnje stabilnosti

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 1804.1 \geq v_{\min} = 15$, zadovoljava

Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 14.5 \geq \eta_{\min} = 7$, zadovoljava

Provera kondenzacije

Nema kondenzacije: -

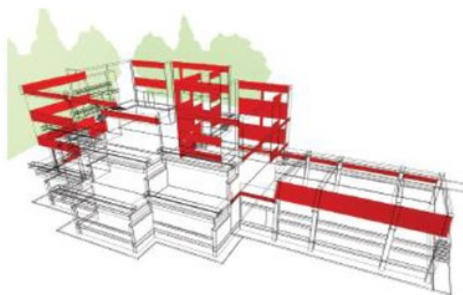
Provera koeficijenta prolaza toplote

$U = 0.243 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Sklop zadovoljava!

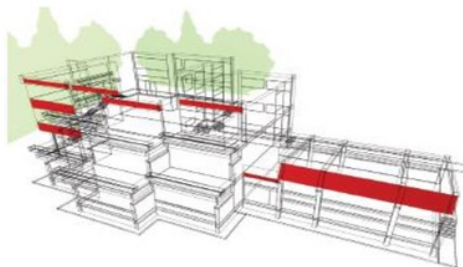
Oznaka sklopa: Fz2, konstrukcija tipa Spolirid

$U = 0.257 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, Sklop

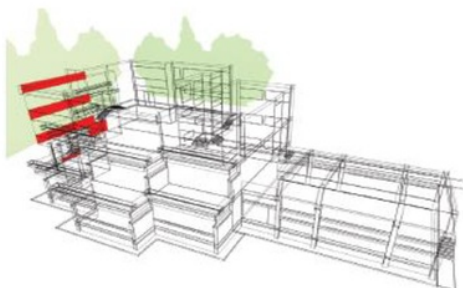
zadovoljava: $F_x = 1$; solar factor $g = 0$; frame factor $ff = 0$



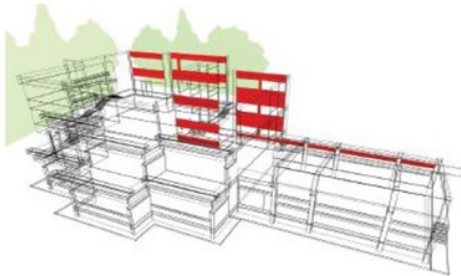
CBE orijentacije
Површина склопа, $A = 291.05 \text{ m}^2$



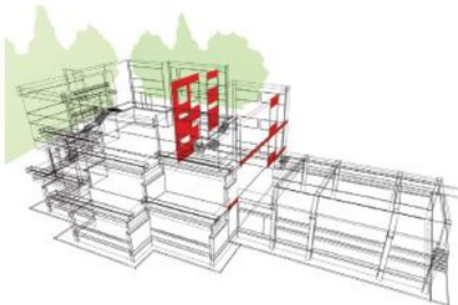
Oријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A = 56.96 \text{ m}^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A = 41.30\text{m}^2$

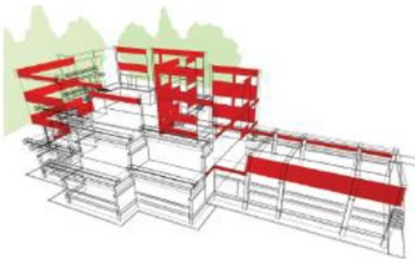


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A = 113.27\text{m}^2$

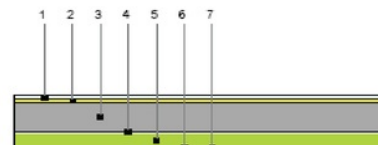


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A = 79.52\text{m}^2$

Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A = 291.05\text{m}^2$
 $R_{si} = 0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{sc} = 0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{min} = 15$
 $\eta_{min} = 7$
 $U_{max} = 0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x = 1$
 $U = 0.257\text{W/m}^2\text{K}$

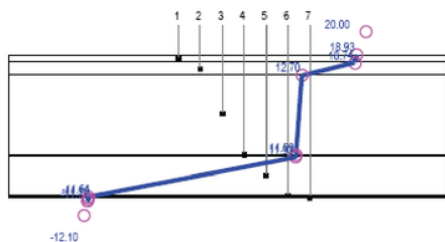


р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1080,00	1050,00	0,870	20,00

2	3	Полистирен плоче	20,00	1260,00	0,041	35,00
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
4	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
5	10	Knaufinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
6	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
7	0,5	Knauf SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

рб	d cm	ОПИС	R	ΔT	T	ΔT.dif	T.dif	dp	p'	p/e	i	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	1,07	18,93	0,84	19,17	0,11	2,22	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,19	18,74	0,15	19,02	0,02	2,20	1,26	0,40	10,90	0,25	9,06
2	3	Полистирен плоче	0,73	6,04	12,70	4,70	14,31	0,07	1,63	1,20	1,05	0,27	0,20	1,19
3	20	Бетон	0,09	0,71	11,99	0,55	13,76	0,53	1,57	0,40	14,00	20,10	1,73	20,10
4	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,06	11,93	0,05	13,72	0,14	1,57	0,38	0,25	10,74	0,08	18,33
5	10	Knaufinsulation KR-TF	2,86	23,57	-11,64	18,36	-4,64	0,00	0,41	0,38	0,10	0,46	1,32	0,46
6	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,06	-11,70	0,05	-4,69	1,06	0,41	0,36	0,25	10,74	0,08	1,26
7	0,5	Knauf SP 260	0,01	0,07	-11,77	0,06	-4,74	0,00	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Прелаз	0,04	0,33	/	0,26	/	0,00	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	3,73	/
		Укупно	3,89	/	/	/	/	/	/	/	/	/	14,04	/

Графикон температура - 13



Графикон дифузије - 13

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



1. Коментар према прорачуну за склоп: Fz2

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 891.3 \geq v_{\min} = 15$, **задовољјава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10.2 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољјава**

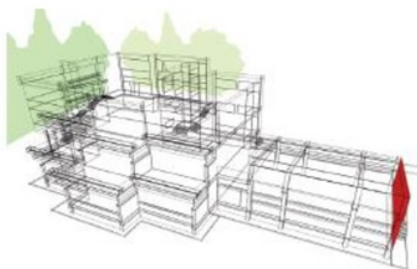
Провера кондензације

Нема кондензације : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.257 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољјава !**

Ознака склопа: Fz - сала, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=49,2\text{m}^2$

$R_{si}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0,04\text{m}^2\text{K/W}$

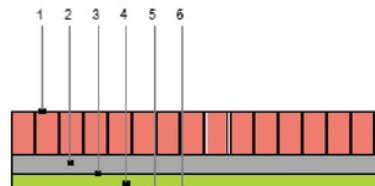
$v_{min}=15$

$\eta_{min}=7$

$U_{max}=0,4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

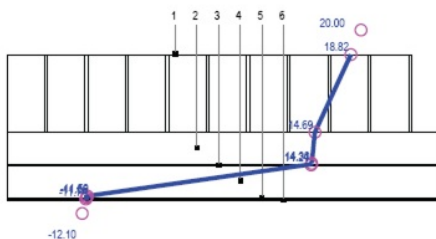
$U=0,282\text{W/m}^2\text{K}$



р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	25	Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	1430,80	930,00	0,547	5,20
2	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
4	10	Knaufinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
6	0,5	Knauf SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

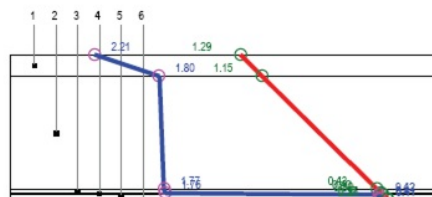
рб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/c	f	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	1,18	18,83	0,92	19,09	0,12	2,21	1,29	/	/	/	/
1	25	Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	0,46	4,13	14,69	3,22	15,87	0,02	1,80	1,15	1,31	7,25	3,31	7,25
2	10	Бетон	0,04	0,39	14,30	0,30	15,56	0,57	1,77	0,43	7,00	20,10	0,86	18,77
3	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,06	14,24	0,05	15,51	0,06	1,76	0,40	0,25	10,74	0,08	17,30
4	10	Knaufinsulation KR-TF	2,86	25,83	-11,59	20,12	-4,61	0,01	0,42	0,39	0,10	0,46	1,32	0,46
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,06	-11,66	0,05	-4,66	1,16	0,41	0,37	0,25	10,74	0,08	1,26
6	0,5	Knauf SP 260	0,01	0,08	-11,74	0,06	-4,72	0,00	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Прелаз	0,04	0,36	/	0,28	/	0,00	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	5,72	/
		Укупно	3,55	/	/	/	/	/	/	/	/	/	57,95	/

Графикон температура - 14



Графикон дифузије - 14

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz - сала

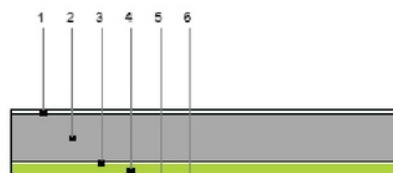
1

Provera letnje stabilnostiFaktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 799.9 \geq v_{\min} = 15$, zadovoljavaFaktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 15.7 \geq \eta_{\min} = 7$, zadovoljava**Provera kondenzacije**

Nema kondenzacije : -

Provera koeficijenta prolaza toplote $U = 1.282 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Sklop zadovoljava !**Oznaka sklopa: Fz - bet., konstrukcija tipa Spoljni zid**

CBE оријентације

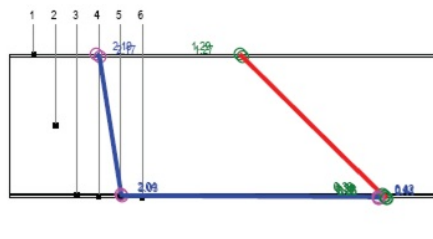
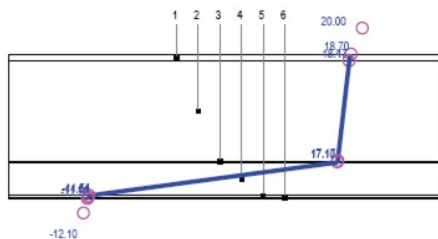
Површина склопа, $A = 217.2 \text{ m}^2$ $R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$ $v_{\min} = 15$ $\eta_{\min} = 7$ $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_x = 1$ $U = 0.312 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	30	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
4	10	Knaufinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
6	0,5	Knauf SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

рб	d cm	ОПИС	R	ΔT	T	ΔT_{dif}	T.dif	Δp	p'	p i/e	f	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	1,30	18,70	1,02	18,99	0,13	2,19	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,23	18,47	0,18	18,81	0,41	2,17	1,27	0,40	10,90	0,25	9,06
2	30	Бетон	0,13	1,29	17,17	1,01	17,80	0,04	2,04	0,39	21,00	20,10	2,59	20,10
3	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,07	17,10	0,06	17,74	0,01	2,03	0,38	0,25	10,74	0,08	18,33
4	10	Knaufinsulation KR-TF	2,86	28,64	-11,54	22,31	-4,56	1,35	0,42	0,37	0,10	0,46	1,32	0,46
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,07	-11,61	0,06	-4,62	0,00	0,42	0,36	0,25	10,74	0,08	1,26
6	0,5	Knauf SP 260	0,01	0,09	-11,70	0,07	-4,69	0,00	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Прелаз	0,04	0,40	/	0,31	/	0,01	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	4,39	/
		Укупно	3,20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	22,49	/

Графикон температура - 15

Графикон дифузије - 15
(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



1 **Моментар према прораћуна за склоп: Fz - бет.**

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 307.3 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 12.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

Провера кондензације

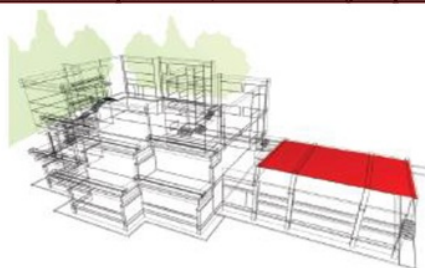
Нема кондензације : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.312 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

1

Ознака склопа: Kk1, конструкција типа 7 - Kos krov iznad grejanog prostora



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A = 131.2 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

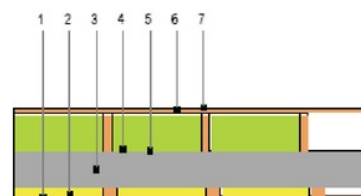
$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

$U = 0.166 \text{ W/m}^2\text{K}$

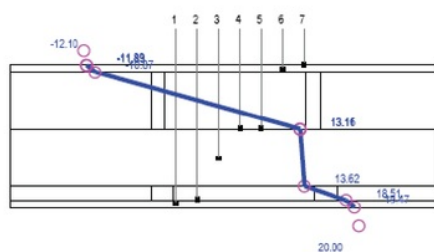


п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2,5	бор, смрека	550,00	2090,00	0,140	70,00
2	5	Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm)	162,10	1012,40	0,055	10,50
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
4	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	1050,00	1517,30	0,185	1279,10
5	20	Кнауфinsulation KR-P (50cm) + бор, смрека (5cm)	118,20	953,60	0,045	7,30
6	2,5	бор, смрека	550,00	2090,00	0,140	70,00
7	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	1050,00	1517,30	0,185	1279,10

п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/e	r	S24	D	μ
-----	------	------	---	----	---	--------	-------	----	----	-------	---	-----	---	-------

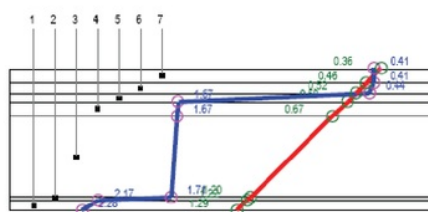
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	0,53	19,47	0,42	19,58	0,06	2,28	1,29	/	/	/	/
1	2,5	бор, смрека	0,18	0,96	18,51	0,74	18,84	0,10	2,18	1,22	1,75	3,41	0,61	4,15
2	5	Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm)	0,92	4,89	13,62	3,81	15,03	0,47	1,71	1,20	0,53	0,80	0,74	0,99
3	20	Бетон	0,09	0,46	13,17	0,36	14,68	0,04	1,67	0,67	14,00	20,10	1,73	20,10
4	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	0,01	0,06	13,11	0,05	14,63	0,01	1,67	0,58	2,56	4,62	0,05	16,65
5	20	Кнауфinsulation KR-P (50cm) + бор, смрека (5cm)	4,49	23,89	-10,87	18,67	-4,04	1,23	0,44	0,52	1,46	0,60	2,70	0,60
6	2,5	бор, смрека	0,18	0,96	-10,83	0,74	-4,79	0,03	0,41	0,46	1,75	3,41	0,61	2,42
7	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	0,01	0,06	-11,89	0,05	-4,83	0,00	0,41	0,36	2,56	4,62	0,05	2,59
		Прелаз	0,04	0,21	/	0,17	/	0,01	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	6,49	/
		Укупно	6,01	/	/	/	/	/	/	/	/	/	99,84	/

Графикон температура - 16



Графикон дифузије - 16

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Коментар према прораџу за склоп: Kk1

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 2693.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољјава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољјава**

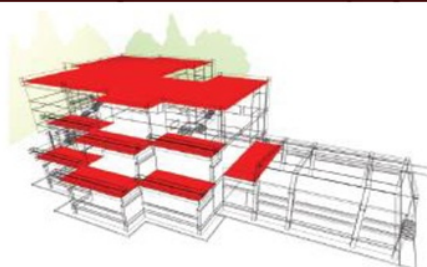
Провера кондензације

Кондензација у слоју 5,6; 5.7 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.166 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољјава !**

1. Ознака склопа: Rk1, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A = 694.23 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

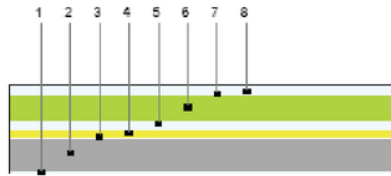
$v_{\min} = 25$

$\eta_{\min} = 10$

$U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

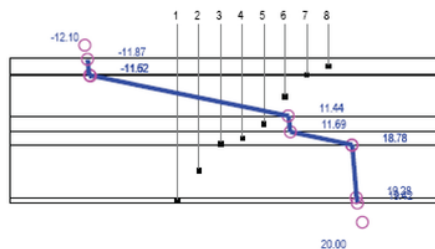
$U = 0.181 \text{ W/m}^2\text{K}$



р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1080,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,01	Алуминијумска фолија	2700,00	940,00	203,000	800000,00
4	5	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,00
5	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
6	15	Кнауфinsulation KR-DDP-RT	145,00	840,00	0,038	1,00
7	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1240,00	0,190	1400,00
8	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00

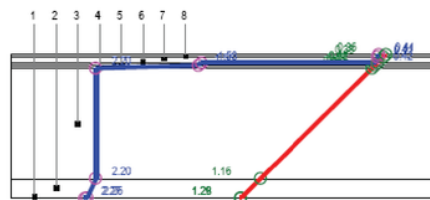
рб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/c	t	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	0,58	19,42	0,45	19,55	0,14	2,27	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,13	19,28	0,10	19,44	0,02	2,26	1,28	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	0,50	18,78	0,39	19,05	0,13	2,20	1,16	14,00	20,10	1,73	20,10
3	0,01	Алуминијумска фолија	/	/	18,78	/	19,05	0,01	2,20	0,45	80,00	192,94	/	20,10
4	5	Полистирен плоче	1,22	7,10	11,69	5,53	13,53	1,61	1,55	0,43	2,00	0,31	0,37	0,79
5	6	Цементни естрих	0,04	0,25	11,44	0,20	13,33	0,00	1,53	0,42	1,80	15,29	0,66	10,48
6	15	Кнауфinsulation KR-DDP-RT	3,95	22,96	-11,52	17,88	-4,55	0,00	0,42	0,41	0,15	0,58	2,28	0,58
7	0,3	Битуменска хидроизолација	0,02	0,09	-11,62	0,07	-4,62	0,01	0,41	0,38	4,90	4,90	0,08	0,95
8	6	Цементни естрих	0,04	0,25	-11,87	0,20	-4,82	/	0,41	0,36	15,29	15,29	0,66	10,57
		Прелаз	0,04	0,23	/	0,18	/	/	/	/	/	/	/	/
		Стоља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	6,03	/
		Укупно	5,52	/	/	/	/	/	/	/	/	/	71,83	/

Графикон температура - 17



Графикон дифузије - 17

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Коментар према прораџуна за склоп: Rk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 5557.0 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 16.4 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

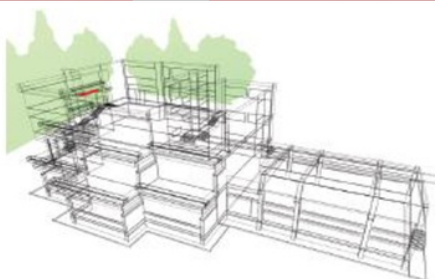
Провера кондензације

Нема кондензације : -

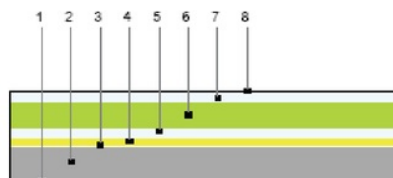
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.181 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \geq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

1

Oznaka sklopa: Rk2, konstrukcija tipa 5 - Ravan krov iznad grejanog prostora

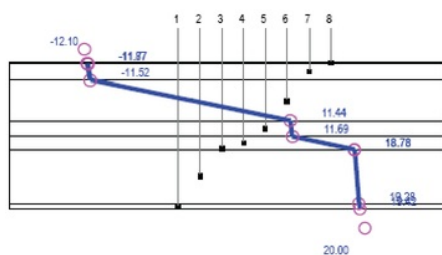
CBE оријентације

Површина склопа, $A=5.2\text{ m}^2$ $R_{si}=0.1\text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{se}=0.04\text{ m}^2\text{K/W}$ $v_{\min}=25$ $\eta_{\min}=10$ $U_{\max}=0.2\text{ W/m}^2\text{K}$ $F_x=1$ $U=0.181\text{ W/m}^2\text{K}$ 

р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,01	Алуминијумска фолија	2700,00	940,00	203,000	800000,00
4	5	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,00
5	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
6	15	Кнауфinsulation KR-DDP-RT	145,00	840,00	0,038	1,00
7	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
8	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1460,00	0,190	1400,00

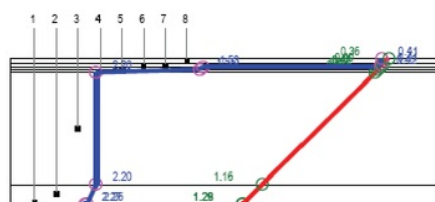
р.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/c	r	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	0,58	19,42	0,45	19,55	0,07	2,27	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,13	19,28	0,10	19,44	0,02	2,26	1,28	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	0,50	18,78	0,39	19,05	0,05	2,20	1,16	14,00	20,10	1,73	20,10
3	0,01	Алуминијумска фолија	/	/	18,78	/	19,05	/	2,20	0,45	80,00	192,94	/	20,10
4	5	Полистирен плоче	1,22	7,10	11,69	5,53	13,53	0,65	1,55	0,43	2,00	0,31	0,37	0,79
5	6	Цементни естрих	0,04	0,25	11,44	0,20	13,33	0,02	1,53	0,42	1,80	15,29	0,66	10,48
6	15	Кнауфinsulation KR-DDP-RT	3,95	22,96	-11,52	17,88	-4,55	1,11	0,42	0,41	0,15	0,58	2,28	0,58
7	6	Цементни естрих	0,04	0,25	-11,77	0,20	-4,75	0,00	0,41	0,40	1,80	15,29	0,66	10,37
8	0,3	Битуменска хидроизолација	0,04	0,09	-11,87	0,07	-4,82	0,01	0,41	0,36	4,20	4,90	0,08	9,22
		Прелаз	0,02	0,23	/	0,18	/	0,01	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	6,03	/
		Укупно	5,52	/	/	/	/	/	/	/	/	/	71,83	/

Графикон температура -18



Графикон дифузије - 18

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)

**Коментар према прорачуну за склоп: Rk2**

1

Provera letnje stabilnosti

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 5934.5 \geq v_{\min} = 25$, **zadovoljava**

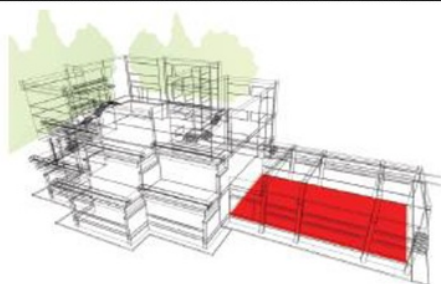
Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 16.4 \geq \eta_{\min} = 10$, **zadovoljava**

Provera kondenzacije

Nema kondenzacije : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U = 0.181 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Sklop zadovoljava !**

Oznaka sklopa: Rt1, konstrukcija tipa 21 - Pod na tlu

CBE оријентације

Површина склопа, $A = 158.0 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$

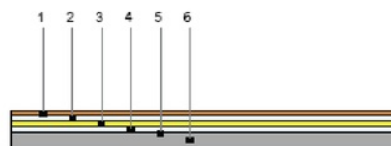
$v_{\min} = 0$

$\eta_{\min} = 0$

$U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 0.5$

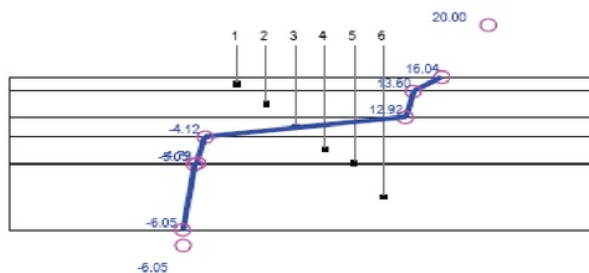
$U = 0.894 \text{ W/m}^2\text{K}$



п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2,2	Паркет	700,0	1670,00	0,210	15,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	3	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
6	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	3,96	16,04
1	2,2	Паркет	0,11	2,44	13,60
2	4	Цементни естрих	0,03	0,68	12,92
3	3	Полистирен плоче	0,73	17,04	-4,12
4	4	Цементни естрих	0,03	0,68	-4,79
5	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,26	-5,05
6	10	Бетон	0,04	1,00	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	1,12	/	/

Графикон температура - 19



1. Momentar prema proračunu za sklop: Pt1

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

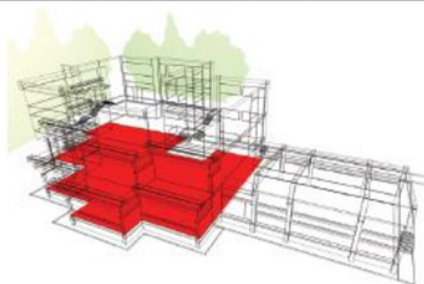
Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=0.894\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

Oznaka sklopa: Rt2, konstrukcija tipa 21 - Pod na tlu



CBE orijentacije

Површина склопа, $A=498.89\text{m}^2$

$R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$

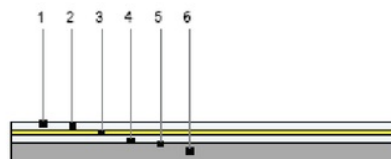
$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

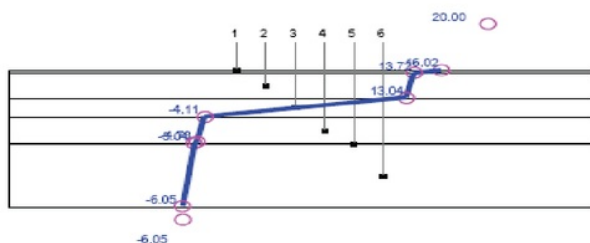
$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$



п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	0,4	ПВЦ плоче	50,0	1260,00	0,041	200,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	3	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
6	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	3,98	16,02
1	0,4	ПВИЦ плоче	0,10	2,30	13,72
2	4	Цементни естрих	0,03	0,68	13,04
3	3	Полистирен плоче	0,73	17,15	-4,11
4	4	Цементни естрих	0,03	0,68	-4,79
5	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,26	-5,04
6	10	Бетон	0,04	1,01	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	1,11	/	/

Графикон температура - 20



1. Коментар према прораџу за склоп: Pt2

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

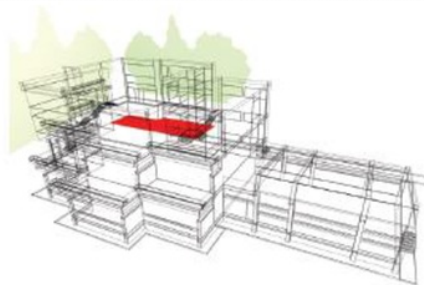
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Rt3, конструкција типа 21 - Под на тлу



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=105.21\text{m}^2$

$R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$

$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

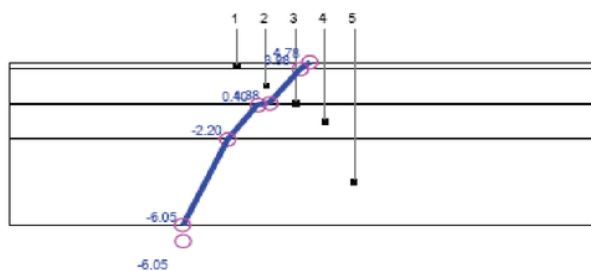
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$



п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	0,8	Керамичке плочице	1700,0	920,00	0,870	200,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	15,22	4,78
1	0,8	Керамичке плочице	0,01	0,81	3,98
2	4	Цементни естрих	0,03	2,60	1,38
3	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,99	0,40
4	4	Цементни естрих	0,03	2,60	-2,20
5	10	Бетон	0,04	3,85	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	0,29	/	/

Графикон температура - 21



1. Momental prema proračunu za sklop: Pt3

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

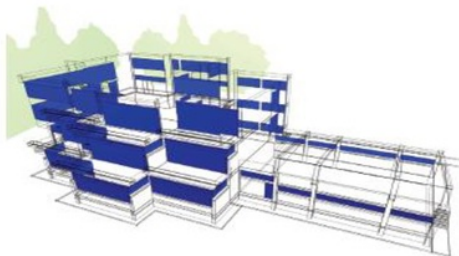
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

18 naka sklopa: W1, konstrukcija tipa 10 - Prozori i balkonska vrata

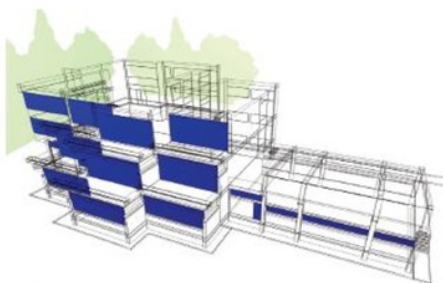
Aluminijumski ram sa poboljšanim termičkim prekidom, niskoemisioni dvoslojni staklo paket bez termoprekida, termopan staklo 4+12+4, sa kriptonom

1
U=1.4 W/m²K, U_{max}=1.5W/m²K, Sklop zadovoljava: Fx=1; solar factor g=0.4; frame factor ff=0.2

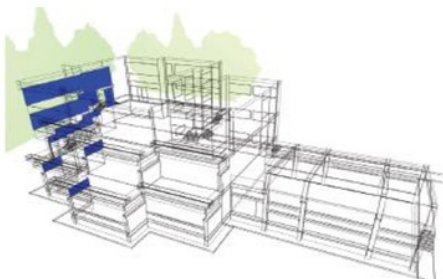
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



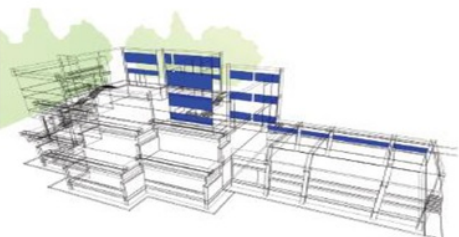
CBE orijentacije
Површина склопа, A=472.58m²



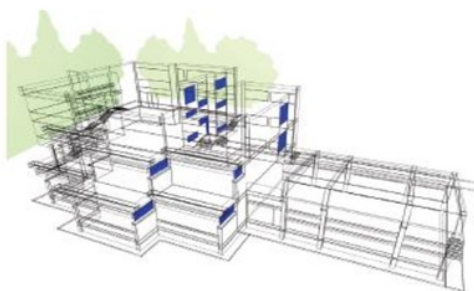
Оријентација ка истоку
Површина склопа, A=214.78m²



Оријентација ка југу
Површина склопа, A=95.84m²



Оријентација ка западу
Површина склопа, A=119.13m²



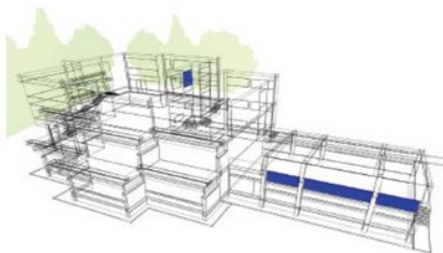
Оријентација ка северу
Површина склопа, $A=42.83\text{m}^2$

18 naka sklopa: W2, konstrukcija tipa 10 - Prozori i balkonska vrata

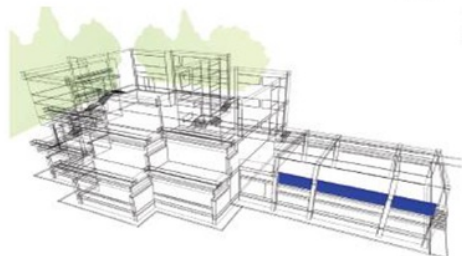
Aluminijumski ram sa poboljšanim termičkim prekidom, niskoemisioni dvoslojni staklo paket 4+12+4, sa kriptonom

$U=1.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=1.5\text{W/m}^2\text{K}$, ¹ Sklop zadovoljava; $F_x=1$; solar factor $g=0.4$; frame factor $ff=0.25$

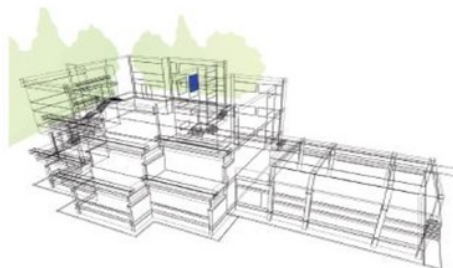
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=22.25\text{m}^2$

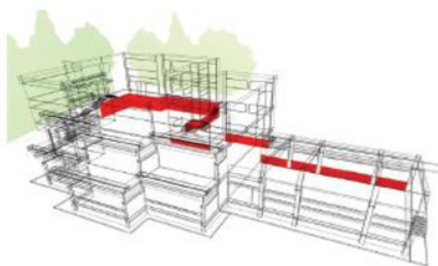


Оријентација ка истоку
Површина склопа, $A=16.32\text{m}^2$

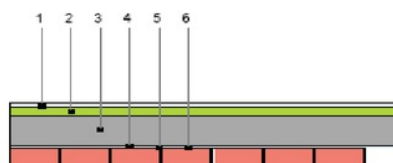


Оријентација ка северу
Површина склопа, $A=5.93\text{m}^2$

Ознака скопа: Zt1, конструкција типа 20 - Зид у тлу (грејани подрум)



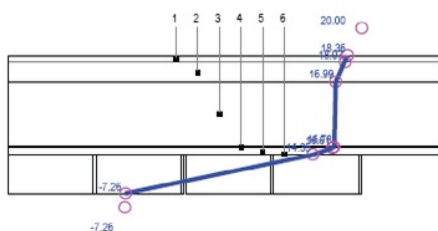
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=128,78\text{ m}^2$
 $R_{si}=0,13\text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0\text{ m}^2\text{K/W}$
 $v_{min}=0$
 $\eta_{min}=0$
 $U_{max}=0,5\text{ W/m}^2\text{K}$
 $F_x=0,6$
 $U=0,463\text{ W/m}^2\text{K}$



п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	6	Кнауфinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
4	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1460,00	0,190	1400,00
5	2	Цементни малтер	2100,00	1050,00	1,400	30,00
6	12	Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm)	1619,00	925,00	0,669	9,80

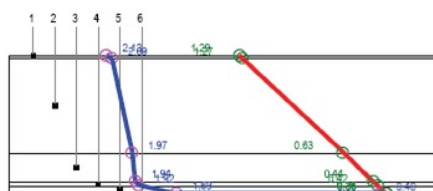
п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,13	1,64	18,36
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,29	18,07
2	20	Бетон	0,09	1,08	16,99
3	0,3	Битуменска хидроизолација	0,02	0,20	16,79
4	2	Цементни малтер	0,01	0,18	16,61
5	12	Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm)	0,18	2,26	14,35
6	6	Кнауфinsulation KR-TF	1,71	21,61	-7,26
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-7,26
		Укупно	2,16	/	/

Графикон температура - 22



Графикон дифузије - 22

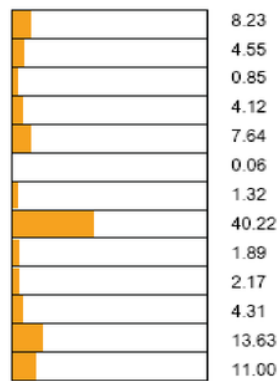
(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



omentar prema proračunu za sklop: Z₁ rovera letnje stabilnosti e postavljaju se uslovi za faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v e postavljaju se uslovi za faktor kašnjenja oscilacije temperature η rovera kondenzacije e postavljaju se uslovi za kondenzaciju : - rovera koeficijenta prolaza plote $=0.463 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.5$ $/\text{m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Sklop adovoljava ! p.б.								
	ИД	ОПИС	1 A (m^2)	F_x (-)	$U_{\max}$ (Wm^2/K)	U (Wm^2/K)	$A \cdot U \cdot F_x$ (W/K)	U_{deo} (%)
1	Fz1	Спољни зид	557,21	1	0,4	0,243	135,40	8,23
2	Fz2	Спољни зид	291,05	1	0,4	0,257	74,80	4,55
3	Fz-sala	Спољни зид	49,66	1	0,4	0,282	14,00	0,85
4	Fz-bet	Спољни зид	217,10	1	0,4	0,312	67,74	4,12
5	Rk1	Раван кров изнад грејаног простора	694,58	1	0,2	0,181	125,72	7,64
6	Rk2	Раван кров изнад грејаног простора	5,52	1	0,2	0,181	1,00	0,06
7	Kk1	Кос кров изнад грејаног простора	131,12	1	0,2	0,166	21,77	1,32
8	W1	Прозори и балконска врата	472,58	1	1,5	0,1400	661,61	40,22
9	W2	Прозори и балконска врата	22,25	1	1,5	0,1400	31,15	1,89
10	Zt1	Зид у тлу	128,78	0,6	0,5	0,463	35,78	2,17
11	Pt1	Под на тлу	158,73	0,5	0,4	0,894	70,95	4,31
12	Pt2	Под на тлу	498,89	0,5	0,4	0,899	224,25	13,63
13	Pt3	Под на тлу	105,34	0,5	0,4	3,436	180,97	11,00
Укупно			3332,81 m^2				1645,14	W/K

Табела 8. Карактеристике склопова који формирају термички омотач-1

Графикон % [удео : 100]



1

TRANSMISIONI GUBICI (kroz omotač)

Površina grejanog prostora (neto površina poda)..... $A_g = 1522\text{m}^2$
 Povećanje na ime linijskih gubitaka, 1 - sa konstantnim prirastom
 osnovnog koef. U za $0.1\text{W/m}^2\text{K}$
 Koeficijent transmissionnog gubitka, površinski..... $H_{flat} = 1645.140\text{W/K}$
 Koeficijent transmissionnog gubitka, termičkih mostova..... $H_{tb} = 333.281\text{W/K}$
 Koeficijent transmissionnog gubitka, ukupni..... $H_t = 1978.421\text{W/K}$
 Faktor oblika..... $A/V = 0.68\text{m}^{-1}$
 Maksimalno dozvoljeni specifični transmissionni gubitak..... $H_{t'max} = 0.51\text{W/m}^2\text{K}$
 Specifični transmissionni gubitak (H_t/A),
 $H_t' = 0.594\text{W/m}^2\text{K}$, $H_t' > H_{t'max}$ **NE zadovoljava**
 Ukupno potrebna energija za nadoknađivanje transmissionnih gubitaka..... $Q_t = 119654.89\text{kWh}$
 $Q_t/A_g = 78.62\text{kWh/m}^2$

1

VENTILACIONI GUBICI

Zapremina grejanog prostora (neto)..... $V_g = 4904\text{m}^3$
 Zaptivenost prozora:..... Dobra
 Broj izmena vazduha na sat..... $n = 0.5$
 12 Коefицијент вентилационог губитка..... $H_v = 794.4\text{W/K}$
 Укупна потребна енергија за надокнађивање вентилационих губитака..... **$Q_v = 48048.22\text{kWh}$**

СОЛАРНИ ДОБИЦИ

Фактор засенчености (Factor shade)..... $F_s = 0.75$
 Фактор умањења због неуправног зрачења..... $F_n = 0.9$
 Фактор умањења због опреме за заштиту од сунца..... $F_z = 1$

месец	стакла	фасаде	равног крова	косог крова	дана грејања (HD)
I	3741.6	136.7	96.7	12.8	31
II	5640.5	192.9	136.6	21.7	28
III	7886.9	268.5	235.0	31.3	31
IV	8936.0	296.6	302.4	37.6	8
V	10231.4	337.3	385.7	44.2	0
VI	10424.2	340.7	410.1	45.8	0
VII	11208.9	365.1	436.4	49.1	0
VIII	10562.6	349.2	385.7	44.8	0
IX	8943.5	301.6	288.7	35.8	0
X	7174.3	251.5	201.3	26.3	16
XI	3926.9	142.7	103.0	13.6	30
XII	2976.6	110.0	76.6	10.0	31
укупно	30260.4 kWh	1059.8 kWh	832.6 kWh	113.0 kWh	175
користи се	Да	Да	Да	Да	

Табела 9. Приказ соларних добитака спољашњих елемената зграде-1

Ukupni solarni dobici za grejnu sezonu
Qsol = 32265.7 kWh

INTERNI DOBICI

Назив	Вредност	Јединица
Т1 ЗИМСКИ период	22	CC
Т1 ЛЕТЊИ период	26	CC
Површина по особи	30	m ² /per
Одавање топлоте по особи	80	W/per
Одавање топлоте људи по јединици површине	2.7	W/m ²
Присутност током дана (просечно месечно)	16	h
Годишња потрошња електр. енергије по јединици површине греј. простора	30	kWh/m ²
Проток свежег ваздуха по јединици површине греј. простора	1	m ³ /(h*m ²)
Проток свежег ваздуха по особи	30	m ³ /(h*per)
Топлотна потреба за припрему СТВ по јединици површине греј. простора	30	kWh/m ²

Одавање топлоте од људи од 2.7W/m², на површини од 1522m² уз присутност током дана од 16 сати, за број дана грејања HD = 175, резултује енергијом.....**Qlj = 11506.32kWh**

Одавање топлоте електр. уређаја од 30kWh/m², на годишњем нивоу, на површини од 1522m², за број дана грејања HD = 175, резултује енергијом.....**Qel = 21891.8kWh**

1 BILANS

TRANSMISIONI GUBICI.....**Qt = 119654.89kWh**

VENTILACIONI GUBICI.....**Qv = 48048.22kWh**

SOLARNI DOBICI.....**Qsol = 32265.70kWh (koristi se)**

DOBICI OD LJUDI.....**Qlj = 11506.32kWh (koristi se)**

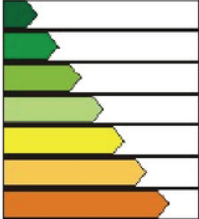
DOBICI OD EL. UREĐAJA.....**Qel = 21891.8kWh (koristi se)**

ENERGIJA POTREBNA ZA GREJANJE

Razlika između gubitaka i dobitaka..... $Q_h = 102039.32 \text{ kWh}$
 Energija potrebna za grejanje po m^2 $Q_h/A = 67.04 \text{ kWh/m}^2$

1

Na osnovu energije potrebne za grejanje po jedinici površine (m^2), objekat spada u S energetski razred

Енергетски разред	$Q_h \text{ rel [\%]}$	$Q_h [\text{kWh/m}^2]$
 A+	≤ 15	≤ 18
A	≤ 25	≤ 30
B	≤ 50	≤ 60
C	≤ 100	≤ 120
D	≤ 150	≤ 180
E	≤ 200	≤ 240
F	≤ 250	≤ 300

4.11. INTERVENCIJA 2

1

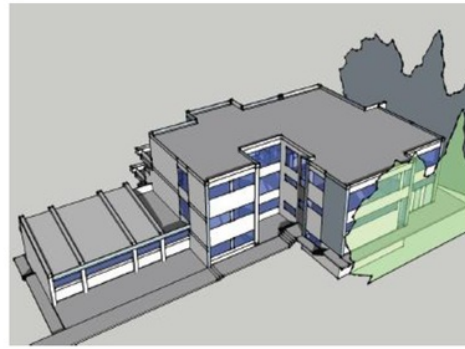
PODACI O OBJEKTU

Tip zgrade : Postojeća zgrada

Namena zgrade : Nestambena zgrada (transparentne površine $\leq 30\%$)

Namena zgrade (Energetski pasoš) : Zgrade namenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti

ILUSTRACIJA 3



1

PODACI O LOKACIJI

(Na osnovu Tabele 3.3.4.1 i Tabele 6.3 Pravilnika za EEZ)

Referentno mesto : Beograd

Spoljna projektna temperatura za grejanje $T_e = -12.1^{\circ}\text{C}$

Unutrašnja projektna temperatura $T_i = 20^{\circ}\text{C}$

Spoljna prosečna temperatura u grejnom periodu $T_{pr} = 5.6^{\circ}\text{C}$

Prosečna temperaturna razlika za grejanje, $\Delta T = T_i - T_{pr} = 14.4^{\circ}\text{C}$

Broj dana grejanja, HD = 175

Broj stepen dana, HDD = 2520

Spoljna projektna temperatura za difuziju $T_{e,dif} = -5^{\circ}\text{C}$

Broj dana vlaženja : 60

Broj dana isušenja : 90

UTICAJ VETRA

(Na osnovu Tabele 3.4.2.1 i Tabele 3.4.2.2 Pravilnika za EEZ)

Stambene zgrade sa više stanova i prirodnom ventilacijom

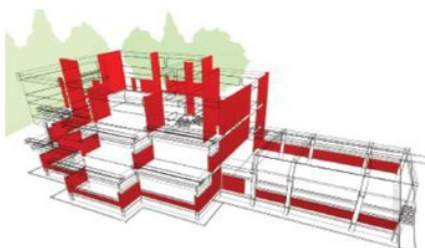
Umereno zaklonjen položaj

Broj izloženih fasada : >1

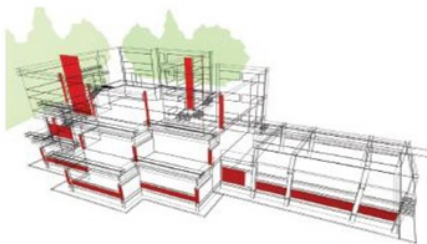
Oznaka sklopa: Fz1, konstrukcija 1 pa Spoljni zid

$U=0.211\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, Sklop zadovoljava; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

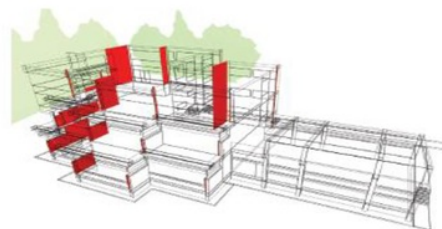
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



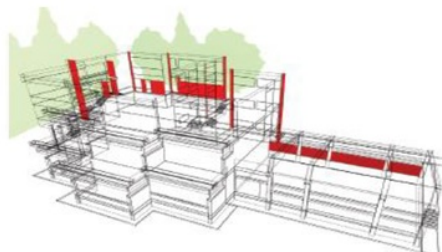
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=557.2\text{m}^2$



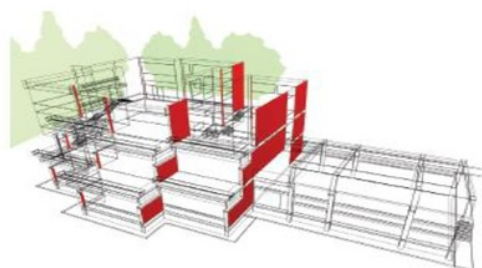
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=104.99\text{m}^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=174.32\text{m}^2$

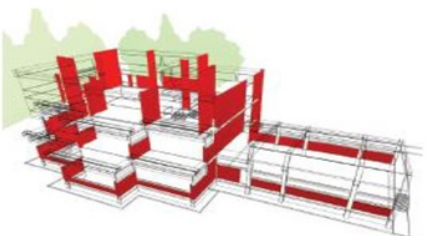


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=104.46\text{m}^2$



Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=173.44\text{m}^2$

Oznaka sklopa: Fz1, konstrukcija tipa Spoljni zid



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=557.2\text{m}^2$

$R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{sc}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

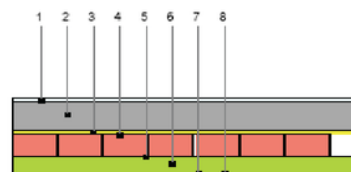
$v_{min}=15$

$\eta_{min}=7$

$U_{max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$$F_x = 1$$

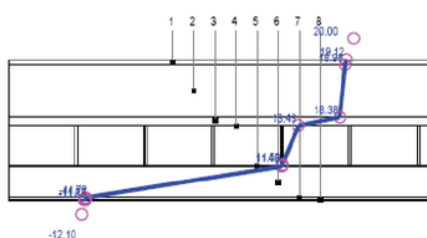
$$U = 0.211 \text{ W/m}^2\text{K}$$



рб	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	3	Полистирен плоче	20,00	1260,00	0,041	35,00
4	15	Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	1415,40	925,00	0,533	4,60
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
6	12	Knaufinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
7	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
8	0,5	Knauf SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

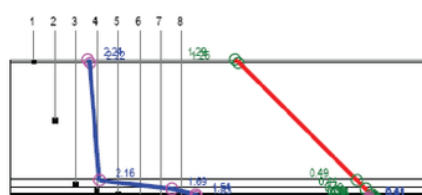
рб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/c	r	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	0,88	19,12	0,69	19,32	0,06	2,33	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,16	18,97	0,12	19,19	0,10	2,22	1,26	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	0,58	18,38	0,45	18,74	0,47	2,16	0,49	14,00	20,10	1,73	20,10
3	3	Полистирен плоче	0,73	4,95	13,43	3,86	14,88	0,04	1,69	0,44	1,05	0,27	0,20	1,28
4	15	Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	0,28	1,90	11,53	1,48	13,40	0,01	1,54	0,40	0,69	7,10	2,00	7,10
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,05	11,48	0,04	13,37	1,23	1,53	0,38	0,25	10,74	0,08	7,54
6	12	Knaufinsulation KR-TF	3,43	23,20	-11,72	18,07	-4,71	0,03	0,41	0,38	0,12	0,46	1,58	0,46
7	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,05	-11,77	0,04	-4,74	0,00	0,41	0,36	0,25	10,74	0,08	1,26
8	0,5	Knauf SP 260	0,01	0,06	-11,83	0,05	-4,79	0,01	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Прелаз	0,04	0,27	/	0,21	/	/	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	5,99	/
		Укупно	4,74	/	/	/	/	/	/	/	/	/	69,73	/

Графикон температура - 23



Графикон дифузије - 23

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Momentar prema proračunu za sklop: Fz1

Provera letnje stabilnosti

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 2883.8 \geq v_{\min} = 15$, zadovoljava

Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 16.3 \geq \eta_{\min} = 7$, zadovoljava

Provera kondenzacije

Nema kondenzacije: -

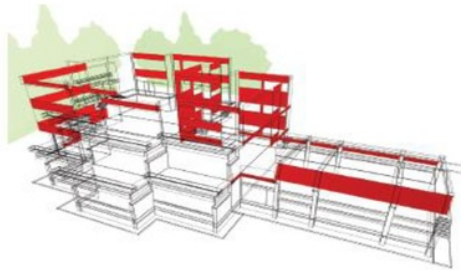
Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=0.211\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Sklop zadovoljava !

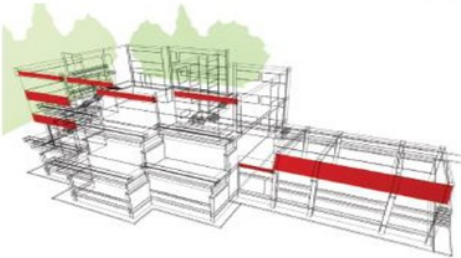
Oznaka sklopa: Fz2, konstrukcija 1 pa Spoljni zid

$U=0.188\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, Sklop zadovoljava; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

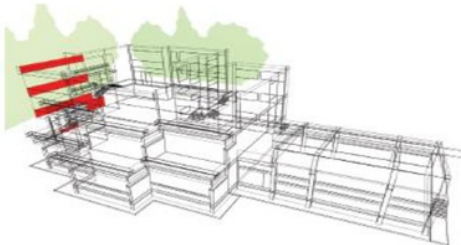
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



CBE orijentacije
Површина склопа, $A=291.05\text{m}^2$



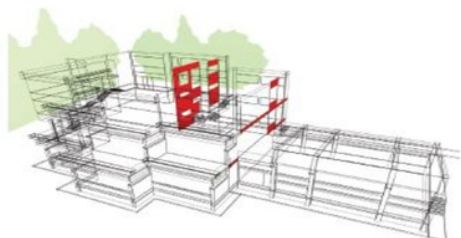
Oријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=56.96\text{m}^2$



Oријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=41.3\text{m}^2$

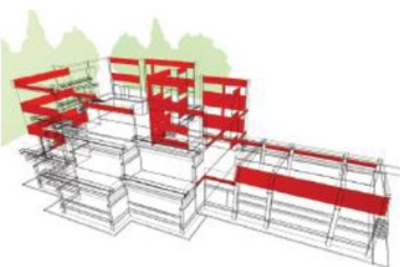


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=113.27\text{m}^2$

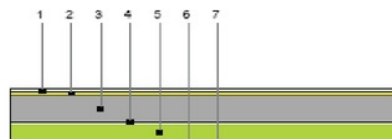


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=79.52\text{m}^2$

Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид



CBE оријентације
Површина склопа, $A=291.2\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{sc}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{min}=15$
 $\eta_{min}=7$
 $U_{max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.188\text{W/m}^2\text{K}$

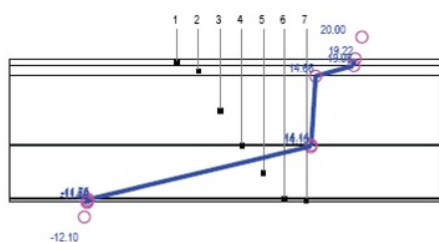


р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1080,00	1050,00	0,870	20,00
2	3	Полистирен плоче	20,00	1260,00	0,041	35,00
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
4	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
5	15	Knaufinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
6	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
7	0,5	Knauf SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

р.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/e	i	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	0,78	19,22	0,61	19,39	0,10	2,25	1,29	/	/	/	/

1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,14	19,08	0,11	19,28	0,02	2,24	1,26	0,40	10,90	0,25	9,06
2	3	Полистирен плоче	0,73	4,42	14,66	3,44	15,84	0,06	1,80	1,20	1,05	0,27	0,20	1,19
3	20	Бетон	0,09	0,52	14,14	0,40	15,44	0,47	1,75	0,40	14,00	20,10	1,73	20,10
4	0,5	Knauf Klebespachtel M	0,01	0,04	14,10	0,03	15,40	0,16	1,75	0,39	0,25	10,74	0,08	18,33
5	15	Knaufinsulation KR-TF	4,29	25,86	-11,76	20,14	-4,74	0,00	0,41	0,38	0,15	0,46	1,98	0,46
6	0,5	Knauf Klebespachtel M	0,01	0,04	-11,80	0,03	-4,77	1,12	0,41	0,36	0,25	10,74	0,08	1,26
7	0,5	Knauf SP 260	0,01	0,05	-11,86	0,04	-4,81	0,00	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Прелаз	0,04	0,24	/	0,19	/	0,00	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	4,38	/
		Укупно	5,32	/	/	/	/	/	/	/	/	/	22,40	/

Графикон температура - 24



Графикон дифузије - 24

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



1. Коментар према прорачуну за склоп: Fz2

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 1421.8 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 12.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

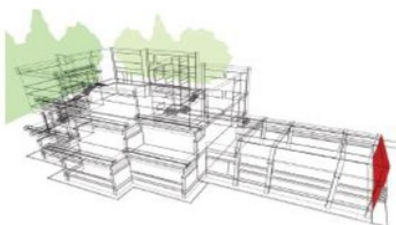
Провера кондензације

Нема кондензације :-

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.188 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Fz - сала, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A = 49.2 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{sc} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

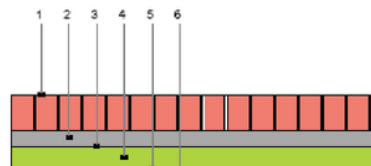
$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$F_x = 1$$

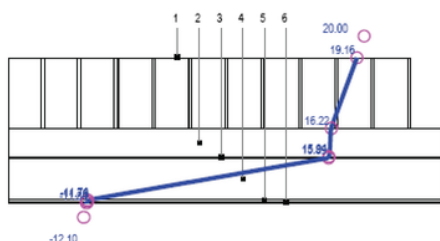
$$U = 0.201 \text{ W/m}^2\text{K}$$



p.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	25	Опека шупља (25 cm) + Продужни кречни малтер (1 cm)	1430,80	930,00	0,547	5,20
2	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,5	Кнауф Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
4	10	Кнауфinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
5	0,5	Кнауф Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
6	0,5	Кнауф SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

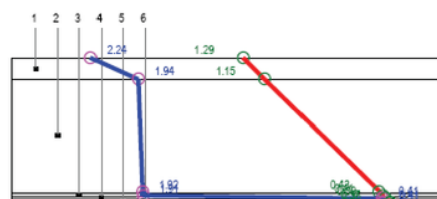
p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p ⁱ	p ⁱ /e	r	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	0,84	19,16	0,65	19,35	0,09	2,24	1,29	/	/	/	/
1	25	Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm)	0,46	2,95	16,22	2,30	17,05	0,02	1,94	1,15	1,31	7,25	3,31	7,25
2	10	Бетон	0,04	0,28	15,94	0,22	16,84	0,44	1,92	0,43	7,00	20,10	0,86	18,77
3	0,5	Кнауф Klebspachtel M	0,01	0,05	15,89	0,04	16,80	0,05	1,91	0,41	0,25	10,74	0,08	17,30
4	10	Кнауфinsulation KR-TF	4,29	27,63	-11,74	21,52	-4,72	0,00	0,41	0,39	0,15	0,46	1,98	0,46
5	0,5	Кнауф Klebspachtel M	0,01	0,05	-11,78	0,04	-4,75	1,34	0,41	0,37	0,25	10,74	0,08	1,26
6	0,5	Кнауф SP 260	0,01	0,06	-11,84	0,05	-4,80	0,00	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Прелаз	0,04	0,26	/	0,20	/	0,00	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	6,38	/
		Укупно	4,98	/	/	/	/	/	/	/	/	/	92,45	/

Графикон температура - 25



Графикон дифузије - 25

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Коментар према прорачуну за склоп: Fz - sala

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 1276.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 17.5 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

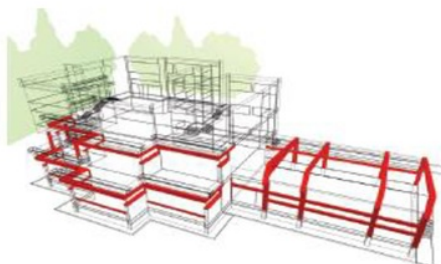
Провера кондензације

Нема кондензације : -

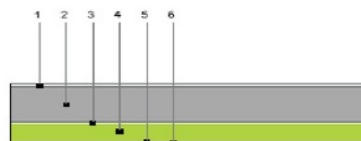
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.201 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Oznaka sklopa: Fz - bet., konstrukcija tipa Spoljni zid



CBE оријентације
 Површина склопа, $A=217,2 \text{ m}^2$
 $R_{si}=0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_{sc}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $v_{min}=15$
 $\eta_{min}=7$
 $U_{max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.216 \text{ W/m}^2\text{K}$

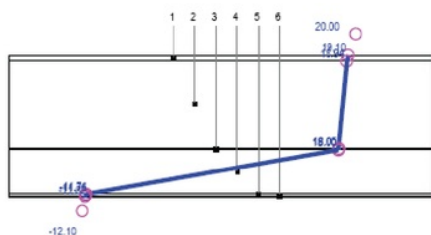


п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	M
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	30	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
4	15	Knaufinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	2100,00	1000,00	0,760	50,00
6	0,5	Knauf SP 260	1900,00	1050,00	0,540	10,00

пб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/c	i	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,13	0,90	19,10	0,70	19,30	0,65	2,24	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,16	18,94	0,12	19,17	0,10	2,22	1,27	0,40	10,90	0,25	9,06
2	30	Бетон	0,13	0,89	18,05	0,70	18,48	0,46	2,13	0,39	21,00	20,10	2,59	20,10
3	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,05	18,00	0,04	18,44	0,02	2,12	0,38	0,25	10,74	0,08	18,33
4	15	Knaufinsulation KR-TF	4,29	29,71	-11,71	23,14	-4,70	0,63	0,41	0,37	0,15	0,46	1,98	0,46
5	0,5	Knauf Klebspachtel M	0,01	0,05	-11,76	0,04	-4,74	0,01	0,41	0,36	0,25	10,74	0,08	1,26
6	0,5	Knauf SP 260	0,01	0,06	-11,82	0,05	-4,78	0,01	0,41	0,36	0,05	8,82	0,08	1,94
		Унутра	0,04	0,28	/	0,22	/	0,06	/	/	/	/	/	/
		Прелаз	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	5,05	/
		Продужни кречни малтер	4,63	/	/	/	/	/	/	/	/	/	35,88	/

Графикон температура - 26

Графикон дифузије - 26
 (дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



1omentar prema proračunu za sklop: Fz - bet.

Provera letnje stabilnosti

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 492.2 \geq v_{\min} = 15$, zadovoljava

Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 13.8 \geq \eta_{\min} = 7$, zadovoljava

Provera kondenzacije

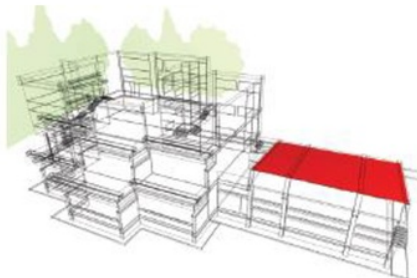
Nema kondenzacije : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U = 0.216 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Sklop zadovoljava !

1

Oznaka sklopa: Kk1, konstrukcija tipa 7 - Kos krov iznad grejanog prostora



CBE orijentacije

Површина склопа, $A = 131.2 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

$U = 0.166 \text{ W/m}^2\text{K}$

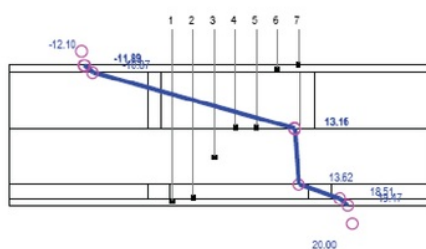


р.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2,5	бор, смрека	550,00	2090,00	0,140	70,00
2	5	Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm)	162,10	1012,40	0,055	10,50
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
4	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	1050,00	1517,30	0,185	1279,10
5	20	Кнауфinsulation KR-P (50 cm) + бор, смрека (5cm)	118,20	953,60	0,045	7,30
6	2,5	бор, смрека	550,00	2090,00	0,140	70,00
7	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	1050,00	1517,30	0,185	1279,10

р.б	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p i/c	t	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	0,53	19,47	0,42	19,58	0,06	2,28	1,29	/	/	/	/

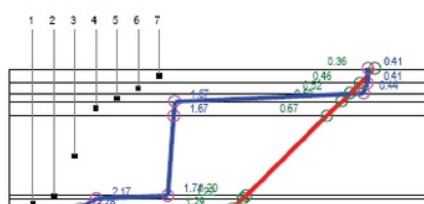
1	2,5	бор, смрека	0,18	0,96	18,51	0,74	18,84	0,10	2,18	1,22	1,75	3,41	0,61	4,15
2	5	Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm)	0,92	4,89	13,62	3,81	15,03	0,47	1,71	1,20	0,53	0,80	0,74	0,99
3	20	Бетон	0,09	0,46	13,17	0,36	14,68	0,04	1,67	0,67	14,00	20,10	1,73	20,10
4	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	0,01	0,06	13,11	0,05	14,63	0,01	1,67	0,58	2,56	4,62	0,05	16,65
5	20	Кнауфinsulation KR-P (50cm) + бор, смрека (5cm)	4,49	23,89	-10,87	18,67	-4,04	1,23	0,44	0,52	1,46	0,60	2,70	0,60
6	2,5	бор, смрека	0,18	0,96	-10,83	0,74	-4,79	0,03	0,41	0,46	1,75	3,41	0,61	2,42
7	0,2	Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm)	0,01	0,06	-11,89	0,05	-4,83	0,00	0,41	0,36	2,56	4,62	0,05	2,59
		Прелаз	0,04	0,21	/	0,17	/	0,01	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	6,49	/
		Унутра	6,01	/	/	/	/	/	/	/	/	/	99,84	/

Графикон температура - 27



Графикон дифузије - 27

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Моментар према прорачуну за склоп: Kk1

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 2693.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

Провера кондензације

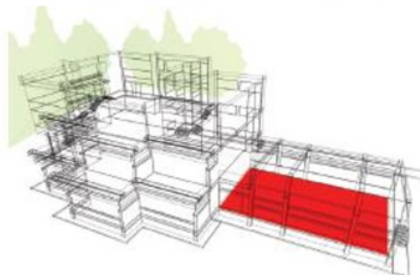
1

Кондензација у слоју 5,6; 5.7 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.166 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Rt1, конструкција типа 21 - Под на тлу



СБЕ оријентације

Површина склопа, $A = 158.7 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$

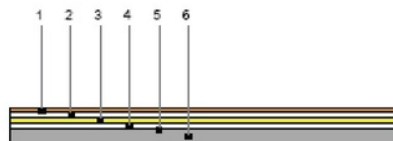
$v_{\min} = 0$

$\eta_{\min} = 0$

$U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 0.5$

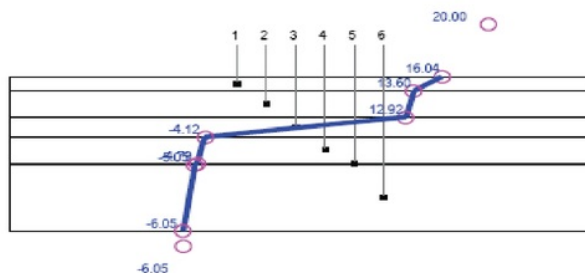
$U = 0.894 \text{ W/m}^2\text{K}$



п б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1080,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,01	Алуминијумска фолија	2700,00	940,00	203,000	800000,00
4	5	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,00
5	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
6	20	Knaufinsulation KR-DDP-RT	145,00	840,00	0,038	1,00
7	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1460,00	0,190	1400,00
8	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00

[illegible]

Графикон температура - 28



• Komentar prema proračunu za sklop: Pt1

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature n

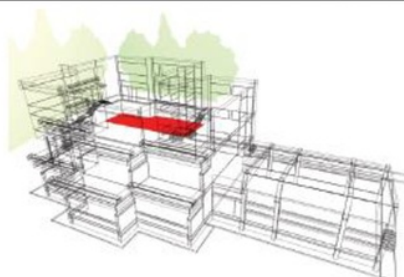
Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=0.894\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

Oznaka sklopa: Rt3, konstrukcija tipa 21 - Pod na tlu



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=105.91\text{m}^2$

 $R_{si} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ $R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$

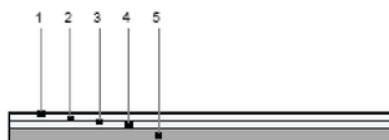
$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

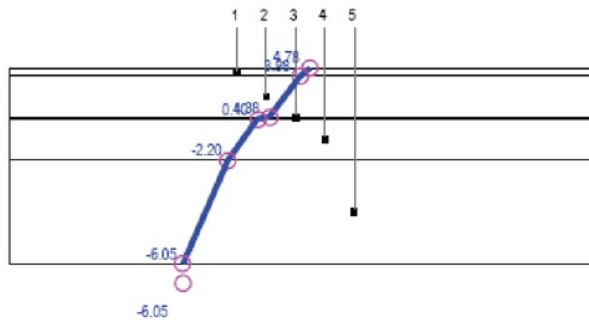
$U=3.436 \text{ W/m}^2\text{K}$



п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
3	0,01	Алуминијумска фолија	2700,00	940,00	203,000	800000,00
4	5	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,00
5	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
6	15	Кнауфinsulation KR-DDP-RT	145,00	840,00	0,038	1,00
7	6	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,00
8	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1460,00	0,190	1400,00

пб	d cm	ОПИС	R	dT	T	dT.dif	T.dif	dp	p'	p/c	t	S24	D	μ
		Унутра	/	/	20,00	/	20,00	/	2,34	/	/	/	/	/
		Прелаз	0,10	0,47	19,53	0,37	19,63	0,05	2,29	1,29	/	/	/	/
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,11	19,42	0,08	19,55	0,01	2,27	1,28	0,40	10,90	0,25	9,06
2	20	Бетон	0,09	0,40	19,02	0,32	19,24	0,04	2,23	1,16	14,00	20,10	1,73	20,10
3	0,01	Алуминијумска фолија	/	/	19,02	/	19,24	/	2,23	0,45	80,00	192,94	/	20,10
4	5	Полистирен плоче	1,22	5,73	13,29	4,46	14,77	0,55	1,68	0,43	2,00	0,31	0,37	0,79
5	6	Цементни естрих	0,04	0,20	13,09	0,16	14,62	0,02	1,66	0,42	1,80	15,29	0,66	10,48
6	15	Кнауфinsulation KR-DDP-RT	5,26	24,72	-11,64	19,25	-4,64	1,25	0,41	0,41	0,20	0,58	3,04	0,58
7	6	Цементни естрих	0,04	0,20	-11,84	0,16	-4,80	0,00	0,41	0,40	1,80	15,29	0,66	10,37
8	0,3	Битуменска хидроизолација	0,02	0,08	-11,91	0,06	-4,85	0,01	0,41	0,36	4,20	4,90	0,08	9,22
		Прелаз	0,04	0,19	/	0,15	/	0,01	/	/	/	/	/	/
		Споља	/	/	-12,10	/	-5,00	/	0,40	/	/	/	6,79	/
		Укупно	6,83	/	/	/	/	/	/	/	/	/	123,23	/

Графикон температура - 29



1. Momental prema proračunu za sklop: Pt3

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

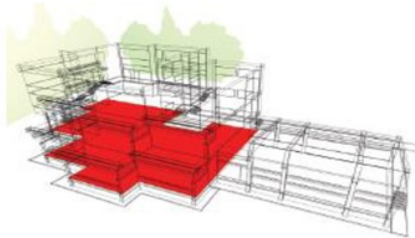
Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=3.436 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

Oznaka sklopa: Rt2, konstrukcija tipa 21 - Pod na tlu



CBE orijentacija 1

Површина склопа, $A=498.89 \text{ m}^2$

$R_{\text{si}}=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{\text{se}}=0 \text{ m}^2\text{K/W}$

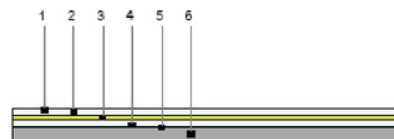
$v_{\text{min}}=0$

$\eta_{\text{min}}=0$

$U_{\text{max}}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

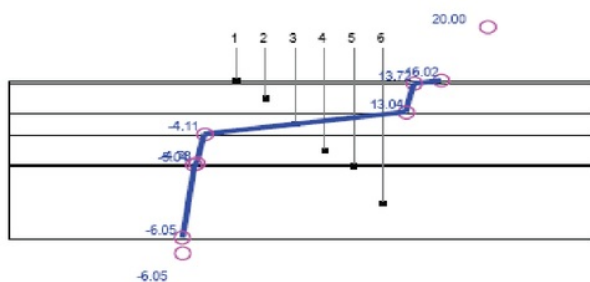
$U=0.899 \text{ W/m}^2\text{K}$



p.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2,2	Паркет	700,0	1670,00	0,210	15,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	3	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
6	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	3,96	16,04
1	2,2	Паркет	0,11	2,44	13,60
2	4	Цементни естрих	0,03	0,68	12,92
3	3	Полистирен плоче	0,73	17,04	-4,12
4	4	Цементни естрих	0,03	0,68	-4,79
5	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,26	-5,05
6	10	Бетон	0,04	1,00	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	1,12	/	/

Графикон температура - 30



1. Momental prema proračunu za sklop: Pt2

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi za Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi za Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

Provera kondenzacije

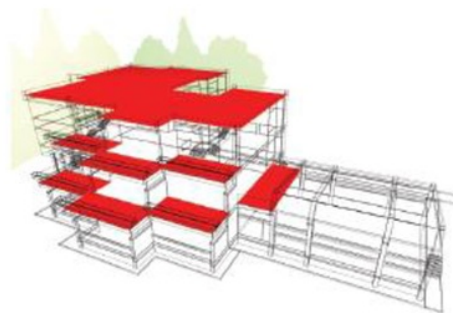
Ne postavljaju se uslovi za kondenzaciju : -

Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Sklop **NE zadovoljava** ! (Poboljšati izolaciju kroz predviđene intervencije)

1

Oznaka sklopa: Rk1, konstrukcija tipa 5 - Ravan krov iznad grejanog prostora



CBE оријентације

Површина склопа, $A=694.23\text{m}^2$

$R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{sc}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

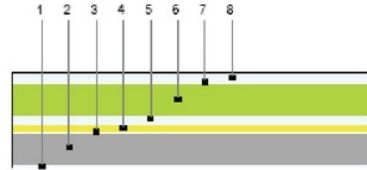
$v_{\min}=25$

$\eta_{\min}=10$

$U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

$U=0.146\text{W/m}^2\text{K}$



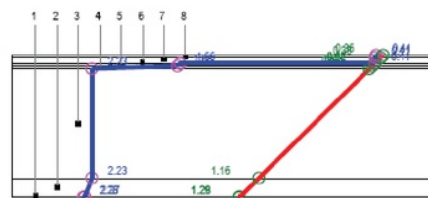
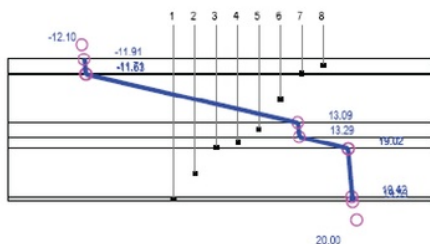
p.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	0,4	ПВЦ плоче	50,0	1260,00	0,041	200,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	3	Полистирен плоче	25,00	1260,00	0,041	40,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
6	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	3,98	16,02
1	0,4	ПВЦ плоче	0,10	2,30	13,72
2	4	Цементни естрих	0,03	0,68	13,04
3	3	Полистирен плоче	0,73	17,15	-4,11
4	4	Цементни естрих	0,03	0,68	-4,79
5	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,26	-5,04
6	10	Бетон	0,04	1,01	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	1,11	/	/

Графикон температура - 31

Графикон дифузије - 31

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Моментар према прораћуну за склоп: Rk1

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 9532.0 \geq v_{\min} = 25$, **задовољјава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.5 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољјава**

Провера кондензације

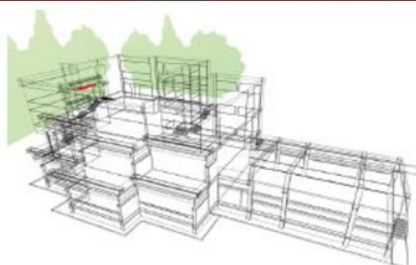
Кондензација у слоју 6; 0.0 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 0.146 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољјава !**

1

Ознака склопа: Rk2, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



CBE оријентације

Површина склопа, $A = 5.2 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

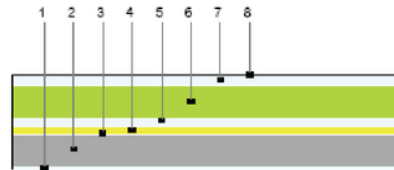
$$v_{\min}=25$$

$$\eta_{\min}=10$$

$$U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$$

$$F_x=1$$

$$U=0.146\text{W/m}^2\text{K}$$



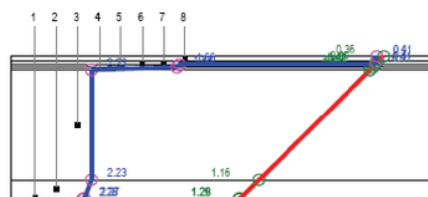
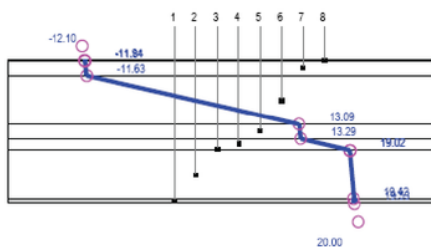
p.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	0,8	Керамичке плочице	1700,0	920,00	0,870	200,0
2	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
3	0,2	Битуменска хидроизолација	1100,00	1460,00	0,190	1400,0
4	4	Цементни естрих	2200,00	1050,00	1,400	30,0
5	10	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,0

p.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,17	15,22	4,78
1	0,8	Керамичке плочице	0,01	0,81	3,98
2	4	Цементни естрих	0,03	2,60	1,38
3	0,2	Битуменска хидроизолација	0,01	0,99	0,40
4	4	Цементни естрих	0,03	2,60	-2,20
5	10	Бетон	0,04	3,85	-6,05
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-6,05
		Укупно	0,29	/	/

Графикон температуре - 32

Графикон дифузије -32

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



1. Коментар према прорачуну за склоп: Rk2

Провера летње стабилности

Фактор прегушења амплитуде осцилације температуре $v = 10180.2 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.5 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

Провера кондензације

Кондензација у слоју 6; 0.0 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

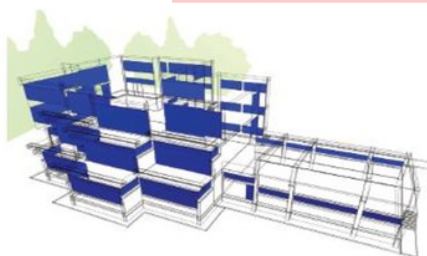
$U=0.146\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Oznaka sklopa: W1, konstrukcija tipa 10 - Prozori i balkonska vrata

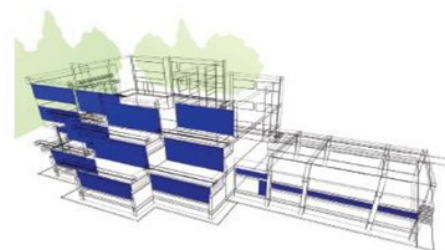
Aluminijumski ram sa poboljšanim termičkim prekidom, niskoemisioni troslojni staklo paket bez termoprekida, termopan staklo 6+16+6+16+6, sa kriptonom

U=1.1W/m² K, Umax=1.5W/m²K, ¹ Sklop zadovoljava; Fx=1; solar factor g=0.5; frame factor ff=0.25

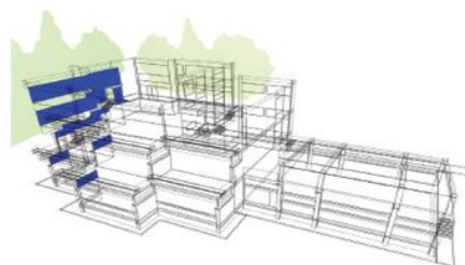
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



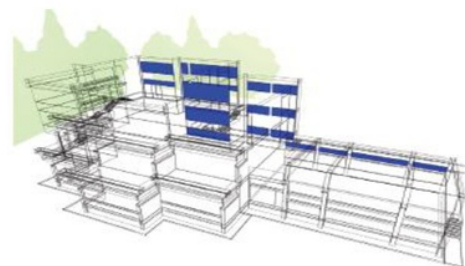
CBE оријентације
Површина склопа, A=472.58m²



Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, A=214.78m²

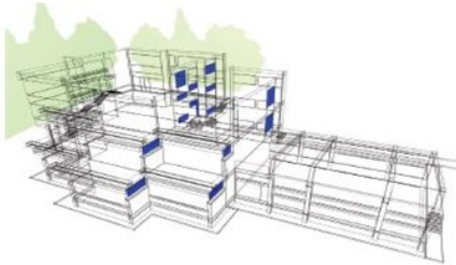


Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, A=95.84m²



Оријентација склопа ка западу

Површина склопа, $A=119.13\text{m}^2$



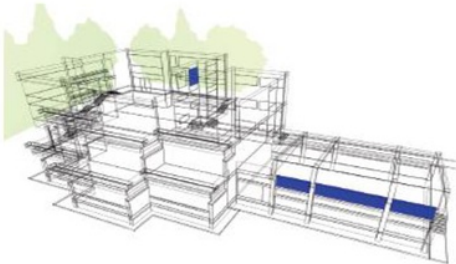
Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=42.83\text{m}^2$

Oznaka sklopa: W2, konstrukcija tipa 10 - Prozori i balkonska vrata

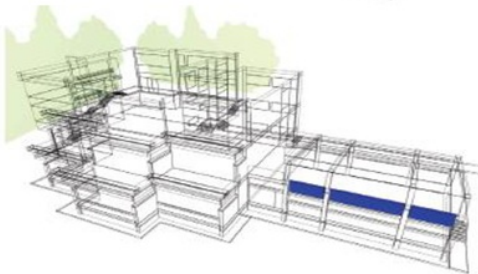
Aluminijumski ram sa poboljšanim termičkim prekidom, niskoemisioni troslojni staklo paket 6+16+6+16+6, sa kriptonom

$U=1.1\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=1.5\text{W/m}^2\text{K}$, ¹ Sklop zadovoljava; $F_x=1$; solar factor $g=0.5$; frame factor $ff=0.25$

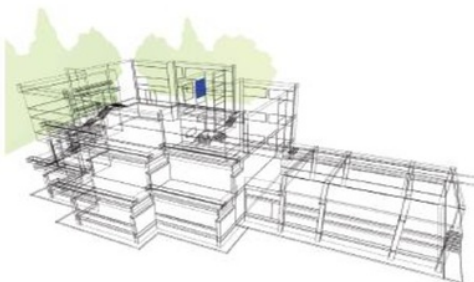
ILUSTRACIJA GEOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=22.25\text{m}^2$

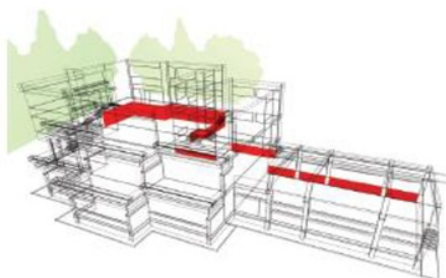


Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=16.32\text{m}^2$



Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=5.93\text{m}^2$

Oznaka skopa: Zt1, konstrukcija tipa 20 - Zid u tlu (grejani podrum)



CBE оријентације
Површина склопа, $A=128,73\text{ m}^2$

$R_{si}=0.13\text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0\text{ m}^2\text{K/W}$

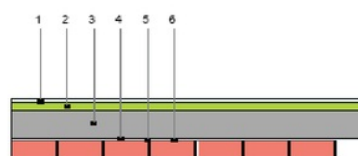
$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.5\text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.6$

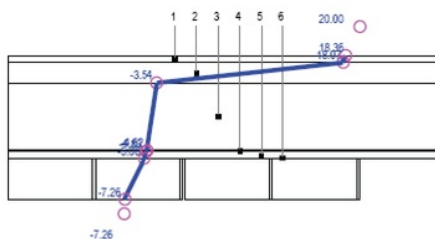
$U=0.463\text{ W/m}^2\text{K}$



п.б	d cm	ОПИС	ρ (kg/m ³)	c (J/kgK)	λ (W/mK)	μ
1	2	Продужни кречни малтер	1800,00	1050,00	0,870	20,00
2	6	Кнауфinsulation KR-TF	100,00	840,00	0,035	1,00
3	20	Бетон	2500,00	960,00	2,330	70,00
4	0,3	Битуменска хидроизолација	1200,00	1460,00	0,190	1400,00
5	2	Цементни малтер	2100,00	1050,00	1,400	30,00
6	12	Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm)	1619,20	925,00	0,669	9,80

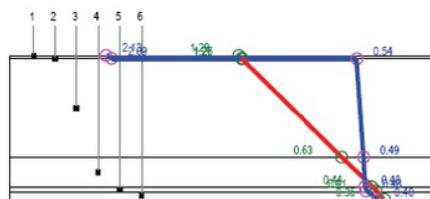
п.б	d cm	ОПИС	R	dT	T
		Унутра	/	/	20,00
		Прелаз	0,13	1,64	18,36
1	2	Продужни кречни малтер	0,02	0,29	18,07
2	6	Кнауфinsulation KR-TF	1,71	21,61	-3,54
3	20	Бетон	0,09	1,08	-4,63
4	0,3	Битуменска хидроизолација	0,02	0,20	-4,83
5	2	Цементни малтер	0,01	0,18	-5,00
6	12	Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm)	0,18	2,26	-7,26
		Прелаз	/	/	/
		Споља	/	/	-7,26
		Укупно	2,16	/	/

Графикон температура - 33



Графикон дифузије - 33

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



1 Коментар према прораљу за склоп: Zt1

Provera letnje stabilnosti

Ne postavljaju se uslovi за Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v

Ne postavljaju se uslovi за Faktor kašnjenja oscilacije temperature η

Provera kondenzacije

Ne postavljaju se uslovi за kondenzaciju; 74.2 дана за isуšenje; Isуšenje u roku od 90 дана

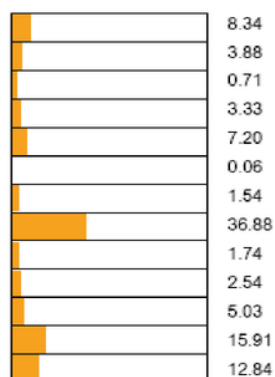
Provera koeficijenta prolaza toplote

$U=0.463\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.5\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\text{max}}$: Sklop zadovoljava !

р.б	ИД	ОПИС	А (m ²)	Fx (-)	Umax (Wm ² /K)	U (Wm ² /K)	A*U*Fx (W/K)	Удео (%)
1	Fz1	Спољни зид	557,21	1	0,4	0,211	117,57	8,34
2	Fz2	Спољни зид	291,05	1	0,4	0,188	54,72	3,88
3	Fz-сала	Спољни зид	49,66	1	0,4	0,201	9,98	0,71
4	Fz-бет	Спољни зид	217,10	1	0,4	0,216	46,89	3,33
5	Rk1	Раван кров изнад грејаног простора	694,58	1	0,2	0,146	101,41	7,20
6	Rk2	Раван кров изнад грејаног простора	5,52	1	0,2	0,146	0,81	0,06
7	Kk1	Кос кров изнад грејаног простора	131,12	1	0,2	0,166	21,77	1,54
8	W1	Прозори и балконска врата	472,58	1	1,5	1,100	519,84	36,88
9	W2	Прозори и балконска врата	22,25	1	1,5	1,100	24,48	1,74
10	Zt1	Зид у тлу	128,78	0,6	0,5	0,463	35,78	2,54
11	Pt1	Под у тлу	158,73	0,5	0,4	0,894	70,95	5,03
12	Pt2	Под у тлу	498,89	0,5	0,4	0,899	224,25	15,91
13	Pt3	Под у тлу	105,34	0,5	0,4	3,436	180,97	12,84
Укупно			3332,81 m ²				1409,41	W/K

Табела 10. Карактеристике склопова који формирају термички омотач-2

Графикон % [удео : 100]



1

TRANSMISIONI GUBICI (kroz omotač)

Površina grejanog prostora (neto površina poda)..... $A_g=1522\text{m}^2$
 Povećanja na ime linijskih gubitaka, 1 - sa konstantnim prirastom
 osnovnog koef. U za $0.1\text{W/m}^2\text{K}$
 Koeficijent transmisijonog gubitka, površinski..... $H_{flat}=1409.410\text{W/K}$
 Koeficijent transmisijonog gubitka, termičkih mostova..... $H_{tb}=333.281\text{W/K}$
 Koeficijent transmisijonog gubitka, ukupni..... $H_t=1742.691\text{W/K}$
 Faktor oblika..... $A/V=0.68\text{m}^{-1}$
 Maksimalno dozvoljeni specifični transmisijoni gubitak..... $H_t'_{max}=0.51\text{W/m}^2\text{K}$
 1 specifični transmisijoni gubitak (H_t/A) , $H_t'=0.523\text{W/m}^2\text{K}$,
 $H_t' > H_t'_{max}$**NE zadovoljava**
 Ukupno potrebna energija za nadoknađivanje transmisijonih gubitaka..... $Q_t = 105397.96\text{kWh}$
 $Q_t/A_g = 69.25\text{kWh/m}^2$

1

VENTILACIONI GUBICI

Zapremina grejanog prostor (neto)..... $V_g = 4904\text{m}^3$
 Zaptivenost prozora:.....Dobra
 Broj izmena vazduha na sat..... $n = 0.5$
 Koeficijent ventilacionog gubitka..... $H_v = 794.4\text{W/K}$
 Ukupna potrebna energija za nadoknađivanje ventilacionih gubitaka..... $Q_v = 48048.22\text{kWh}$

1

SOLARNI DOBICI

Faktor zasenčenosti (Factor shade)..... $F_s=0.75$
 Faktor umanjenja zbog neupravnog zračenja..... $F_n=0.9$
 Faktor umanjenja zbog opreme za zaštitu od sunca..... $F_z=1$

месец	стакла	фасаде	равног крова	косог крова	дана грејања (HD)
I	3741.6	136.7	96.7	12.8	31
II	5640.5	192.9	136.6	21.7	28
III	7886.9	268.5	235.0	31.3	31
IV	8936.0	296.6	302.4	37.6	8
V	10231.4	337.3	385.7	44.2	0
VI	10424.2	340.7	410.1	45.8	0
VII	11208.9	365.1	436.4	49.1	0
VIII	10562.6	349.2	385.7	44.8	0
IX	8943.5	301.6	288.7	35.8	0
X	7174.3	251.5	201.3	26.3	16
XI	3926.9	142.7	103.0	13.6	30
XII	2976.6	110.0	76.6	10.0	31
Укупно	30260.4 kWh	1059.8 kWh	832.6 kWh	113.0 kWh	175
користи се	Да	Да	Да	Да	

Табела 11. Приказ соларних добитака спољашњих елемената зграде-2

Укупни соларни добитици за грејну сезону

 $Q_{sol} = 32265.7\text{ kWh}$

ИНТЕРНИ ДОБИЦИ

Назив	Вредност	Јединица
Ti ЗИМСКИ период	22	°C
Ti ЛЕТЊИ период	26	°C
Површина по особи	30	m ² /per
Одавање топлоте по особи	80	W/per
Одавање топлоте људи по јединици површине	2.7	W/m ²
Присутност током дана (просечно месечно)	16	h
Годишња потрошња електр. енергије по јединици површине греј. простора	30	kWh/m ²
Проток свежег ваздуха по јединици површине греј. простора	1	m ³ /(h*m ²)
Проток свежег ваздуха по особи	30	m ³ /(h*per)
Топлотна потреба за припрему СТВ по јединици површине греј. простора	30	kWh/m ²

Одавање топлоте људи од 2.7W/m², на површини од 1522m² уз присутност током дана од 16 сати, за број дана грејања HD = 175, резултује енергијом..... **Q_{lj} = 11506.32kWh**

Одавање топлоте од електр. уређаја од 30kWh/m², на годишњем нивоу, на површини од 1522m² за број дана грејања HD = 175, резултује енергијом..... **Q_{el} = 21891.8kWh**

BILANS

TRANSMISIONI GUBICI..... **Q_t = 105397.96kWh**
 VENTILACIONI GUBICI..... **Q_v = 48048.22kWh**
 SOLARNI DOBICI..... **Q_{sol} = 32265.70kWh (koristi se)**
 DOBICI OD LJUDI..... **Q_{lj} = 11506.32kWh (koristi se)**
 DOBICI OD EL. UREĐAJA..... **Q_{el} = 21891.8kWh (koristi se)**

ENERGIJA POTREBNA ZA GREJANJE

Разлика између губитака и добитака..... **Q_h = 87782.39kWh**
 Енергија потребна за грејање по m²..... **Q_h/A = 57.68kWh/m²**

На основу енергије потребне за грејање по јединици површине (m²), објекат спада у V енергетски разред

Енергетски разред	Q _h rel [%]	Q _h [kWh/m ²]
 A+	≤ 15	≤ 18
 A	≤ 25	≤ 30
 B	≤ 50	≤ 60
 C	≤ 100	≤ 120
 D	≤ 150	≤ 180
 E	≤ 200	≤ 240
 F	≤ 250	≤ 300

4.12. Ekonomsko-finansijski pokazatelji opravdanosti istraživanja

4.12.1. Primer energetske sanacije na jednom objektu

Na primeru dečijeg vrtića „Neven“ iz naselja Kumodraž (opština Voždovac - grad Beograd), urađen je pregled, odnosno komparirana je postojeća potrošnja energenta (lož ulje) i projektovana potrošnja peleta, ukoliko se na objektu u postupku energetske sanacije izvrši zamena energenta na oba kotla, odnosno radovi na toplotnom postrojenju.

Р.Б.	Упит о објекту	Податак
1	Назив објекта	Невен
2	Адреса	Мајска 9, Кумодраж
3	Површина	1.522m ²
4	Број деце	210
5	Старост објекта	Више од 30 год.
6	Енергент	Лож уље
7	Годишња потрошња	19.500 литара

Табела 12. Идентификациони подаци о објекту и потрошњи енергента



Слика 17. Фотографија објекта који је предмет истраживања

Objekat dečji vrtić „Neven“ (PU Voždovac) ima potrošnju lož ulja, u grejnoj sezoni od oko 19.500 litara. Obzirom da grejna sezona traje 6 meseci, prosečna mesečna potrošnja ovog energenta je 3.250 litara. Prema dobijenim podacima Sekretarijata za dečju zaštitu grada Beograda, vrednost, u prvoj posmatranoj grejnoj sezoni (2010. godina), (kada je i započeto istraživanje) za 1 litar lož ulja iznosi 72,93 dinara, mesečni izdaci za ovaj energent za posmatrani objekat iznose 237.022,50 dinara. Obzirom da je jedinice mere lož

ulja, kroz kalorijsku vrednost zamenljiv sa 2,2kg drvenog peleta, a da je cena 1 tone peleta oko 15.200 dinara (1 kg je 15,2 dinara), za grejanje istog objekta, bilo bi neophodno ssa 7.150kg peleta vrednosti 108.680,00 dinara, ukoliko druge mere na objektu ne bi bile izvedene.

Pariteti i vrednosti su uzeti za grejnu sezonu 2010-2011. kada se započelo sa ovim istraživanjem.

Р.Б.	Лож уље	2 котла (2x350 kW)	ПЕЛЕТ, однос (1:2,2)	2 котла (потрошња)
1	Годишња потрошња	19.500 литара	Годишња потрошња	42.900 kg
2	Месечна потрошња	3.250 литара	Месечна потрошња	7.150 kg
3	Цена/литар	72,93 рсд	Цена/кг	15,20 рсд
4	Месечни издаци	237.022,50 рсд	Месечни издаци	108.680,00 рсд
5	Годишњи издаци	1.422.135,00 рсд	Годишњи издаци	652.080,00 рсд
6	МЕСЕЧНА УШТЕДА		128.342,50 рсд	
7	ГОДИШЊА УШТЕДА (СЕЗОНСКА)		770.055,00 рсд	

Табела 13. Компаративна анализа издатака за грејање на лож уље и пелет за посматрани објект уколико се изврши само замена енергента (грејна сезона 2010-2011)

$$15.702.694,00 : (1.422.135,00 - (652.080,00 : 2)) = 14.3 \text{ год.}$$

Р.Б.	Лож уље	2 котла (2x350 kW)	ПЕЛЕТ, однос (1:2,2)	2 котла (потрошња)
1	Годишња потрошња	19.500 литара	Годишња потрошња	42.900 kg
2	Месечна потрошња	3.250 литара	Месечна потрошња	7.150 kg
3	Цена/литар	56,86 рсд	Цена/кг	22,00 рсд
4	Месечни издаци	184.795,00 рсд	Месечни издаци	157.300,00 рсд
5	Годишњи издаци	1.108.770,00 рсд	Годишњи издаци	943.800,00 рсд
6	МЕСЕЧНА УШТЕДА		164.970,00 рсд	
7	ГОДИШЊА УШТЕДА (СЕЗОНСКА)		989.820,00 рсд	

Табела 14. Компаративна анализа издатака за грејање на лож уље и пелет за посматрани објект уколико се изврши само замена енергента (грејна сезона 2017)

$$15.702.694,00 : (1.108.770,00 - (943.800,00 : 2)) = 24.6 \text{ год.}$$

Međutim, u okviru energetske sanacije je predviđena i замена svih spoljašnjih otvora, odnosno izrada odgovarajuće intervencije na celokupnoj površini fasade. Radi se o kontaktnoj fasadi sa kamenom vunom kao izolatorom, odnosno izrada termo i hidro izolacije na svim neprohodnim krovnim ravnama, što u budućem vremenu, obzirom na uštede i proračun, precizira da potrebno da objekat zagreva (isporučuje toplotnu energiju) samo jedan kotao, snage 300-350kW, pa je ušteda u energentu radom samo jednog saniranog kotla udvostručena, tj.,

$$1.108.770,00 - (943.800,00 / 2) = 636.870,00 \text{ rsd/grej. cezona (2017-2018)}$$

Трошкови замене и конверзије једног котловског постројења износе око 400.000,00 dinara, што обухвата:

- водом хладем горјоник, са дозирним пуžем.....300.000 rsd.
- дневни резервоар 150-500 kg.....25.000 rsd.
- додатна опрема (котловски двојни термостат, циркулациона пумпа за хлађење горјоника, цевовод и арматура за прикључење пумпе, главни електро прекидач са осигурачем, каблови).....50.000 rsd.
- монтажа и прерада врата котла.....25.000 rsd.

Р.Б.	Опис радова	Количина (Ј.М.)	Цена (по Ј.М.)	Количина x Цена
1	Замена и конверзија котловског постројења	1 ком	400.000 рсд/ком.	400.000,00 рсд
2	Израда контактне фасаде	1.115,02m ²	2.700 рсд/m ²	3.010.554,00 рсд
3	Уградња прозора и спољашњих врата	515,41m ²	15.600 рсд/m ²	8.040.396,00 рсд
4	Радови на равном крову	700,10 + 131,12	3.400 / 4.000	2.380.340 + 524.480
5	Радови изолације пода	762,96	1.400 рсд/m ²	1.068.144 рсд
6	Радови изолације зида у тлу	128,78	1.000 рсд/m ²	128.780 рсд
7	Израда пројекта енерг. санације	1 ком	100.000 рсд/ком.	100.000,00 рсд
8	Снимање објекта и IR снимање, преглед и мониторинг	1 ком	50.000 рсд	50.000,00 рсд
Σ	Укупно			15.702.694,00 рсд

Табела 15. Предрачун трошкова грађевинских радова, замене (делова) котловског постројења са конверзијом енергента

На основу претходно наведених карактеристика истраживања извршена је прелиминарна економско-финасијска анализа.

У табели 18. приказани су улазни параметри битни за прелиминарну економско - финасијску анализу за све објекте вртића на територији града Београда, који немају могућност прикључења на даљински систем грејања, а чији енергент би заменом и енергетском санацијом објеката, mogao postати предложени дрвени pelet.

Прорачуном и анализом би се могла утврдити и уштеда за објекте који као енергент користе угалј. Dakle, само заменом енергента, без осталих интервенција енергетске санације, уштеда у набавци би износила око 39.095.100,00 din. по грејној сезони.

R.B.	ЕНЕРГЕНТ	БРОЈ ОБЈЕКТА	ПОТРОШЊА У КОЛИЧИНАМА НА ГОДИШЊЕМ НИВОУ	ЦЕНА У ДИНАРИМА	ПОТРОШЊА У ДИНАРИМА
1	МРКИ УГАЉ	37	220 t		1.276.680,00
2	МАЗУТ	1	7 t		280.000,00
3	ЛОЖ УЉЕ	50	990.000 литара	72,93	72.200.700,00
4	ПЕЈЛЕТ, ПРОЈЕКЦИЈА	50	2.178.000 kg	15,2	33.105.600,00
3-4	УШТЕДА (у РСД) ПО ОСНОВУ ЕНЕРГЕНАТА НА ГОДИШЊЕМ НИВОУ				39.095.100,00

Tabela 16. Улазни параметри економско-финансијске анализе (за лож уље)

V SMERNICE ZA UPRAVLJANJE PROJEKTOM „A ŠTA MOŽE ZIMA MENI...?“

5.1. Realizacija istraživanja

Projekat se obično definiše kao model angažovanja resursa koji se konstruiše i implementira kao nezavisna celina. Osobina modularnosti projekta u odnosu na regularne aktivnosti bitno utiče i na model finansiranja. U operacionim istraživanjima, projekat se tretira kao optimizacioni model. Posledično projekat se definiše kao orijentisana mreža aktivnosti sa realacijom prvenstva i parametrima (vreme, troškovi, efekti) koje formiraju puteve između početnog i krajnjeg događaja ili cilja projekta. Suština optimizacije je skraćivanje najdužeg puta između početnog i krajnjeg događaja poznatog kao „kritični put”.⁵³

*Projekt management Institute (PMI)*⁵⁴ sa sedištem u SAD definisao je *PMBOK (Projekt Management Body of Knowledge)* koji označava sumu znanja u okviru profesije Projekt menadžment. Celokupni PMBOK⁵⁵ uključuje generalno prihvaćena znanja, kako ona koja su proverena i potvrđena u praksi, tako i inovirana i unapređena.

Rukovodilac projekta već pri izradi tehničke dokumentacije ima nesporno veoma važnu ulogu sa aspekta organizacije, motivacije i koordinacije većeg broja učesnika u projektu i kontrole budžeta projekta a sve u cilju da se projektna dokumentacija završi u ugovorenom roku i da zadovolji tehničke standarde i potreban kvalitet.

Šire posmatranje fenomena procesa planiranja dovodi do zaključka da postoje tri međusobno povezana plana: stratejski plan, funkcionalni planovi i projektni planovi. Projektni planovi, refleksija su strateškog plana preduzeća. Planovi omogućavaju detaljan vodič kako treba koristiti resurse za ostvarenje svrhe. Projektno planiranje je racionalno određivanje kako inicirati, održati i završiti projekat. Kako navodi Majlor: Ukoliko ne uspevate da planirate, Vaš projekat će propasti.⁵⁶

⁵³Durićin, D. Janošević, S. Kalićanin, Đ. Menadžment i strategija, četvrto, prerađeno i dopunjeno izdanje, Ekonomski fakultet Beograd, Beograd, str. 94, 2009.

⁵⁴Burke, R. Projekt Management Planning and Control Techniques, Wiley, str. 2, 2000.

⁵⁵Controlling, John Wiley & Sons, New York, 2003.

⁵⁶Knowledge. Upper Darby, PA: Projekt Management Institute, 1996.

Saglasno većem broju autora poslovna strategija postaje najvažnije pitanje menadžmenta i taj će značaj zadržati i narednih godina. Uverenje da su projekti zgrade od blokova, u oblikovanju i izvršenju buduće strategije preduzeća odnosno organizacije, znači da organizacioni planeri prihvataju, po nama ispravan stav da budućnost bazirana na ekstrapolaciji rezultata iz prošlosti, kao i dobro razumljivoj i predvidivoj platformi koja se temelji na prošlom iskustvu, može biti opasna za preduzeće. Projekti su esencijalni za opstanak i rast organizacija.⁵⁷

Vrednovanje projekta mora biti tako urađeno da ima kredibilitet i za one osobe zbog kojih se provodi, ali i za one osobe na koje se odnosi, tj. projektni tim. Sigurno je da je glavni elemenat vrednovanja projekta, i to je prva svrha ovog procesa, njegov uspeh. U studiji o vrednovanju širokog varijeteta vrsta i veličina projekata 127 menadžera je identifikovalo 13 faktora koji konstituišu četiri nezavisne dimenzije uspeha projekta, posmatrano iz perspektive projekt menadžera.⁵⁸ Prva dimenzija je najotvorenija i odnosi se na efikasnost projekta u ostvarivanju budžeta i terminskog plana (oba zahteva). Druga dimenzija, i možda najkompleksnija, odnosi se na nivo zadovoljenja korisnikovih očekivanja i potreba. Ovde su uključeni tehnički aspekti koji se odnose na ostvarenje definisanih specifikacija, kvalitet funkcionisanja rešavanje najvažnijih tehničkih problema pri korišćenju i sl. Treća, isto tako direktna kao i prva, dimenzija odnosi se na poslovni uspeh koji se primarno meri nivoom komercijalnog uspeha. Ovu dimenziju je teže odrediti kod internih projekata i to je neophodno uraditi posrednim putem. Četvrtu dimenziju je najteže odrediti i ona se odnosi na budući potencijal. U tom kontekstu je neophodno identifikovati set direktnih i indirektnih ciljeva i projekt menadžeri moraju pokazati oštar interes u ovoj oblasti i zahtevati vrednovanje istih.⁵⁹

U praksi se pojavljuje i svim organizacijama potreba da se deo aktivnosti provodi kroz projektni pristup, a neke organizacije po svojoj delatnosti kojom se bave sve poslove na tržištu obavljaju kroz projekte. Uspešnost realizacije projekta je i svakom slučaju vezana za zadovoljavanje parametara vreme, budžet i kvalitet realizacije. Nezadovoljavanje i potpunosti planiranih okvira bilo kojeg od ova tri aspekta dovodi do činjenice da se zaključuje kako projekt nije uspešno realizovan. To samo po sebi može izazvati značajne posledice za organizaciju, kao što su npr. gubitak novca, uslovno prihvatanje nezavršenog projekta, gubitak imidža na tržištu itd. Odgovor na pitanje kolika je verovatnoća da će se neki projekt završiti u okvirima planiranih resursa daje procena rizika i analiza posledica i pripremnoj fazi, a i fazi realizacije projekta proces upravljanja rizicima.⁶⁰

Projekt menadžer: *on je neko ko mora doneti kritičnu odluku, povući odgovoran potez, uspostaviti pravila.*⁶¹

Pored ovih osnovnih karakteristika koncepta upravljanja projektima, treba spomenuti i ključne probleme upravljanja projektima:

⁵⁷Bobera, D. Strategijski menadžment, vol. 11, br. 1-2, str. 84-89, 2006.

⁵⁸Bobera, D. Strategijski menadžment, vol. 11, br. 1-2, str. 84-89, 2006.

⁵⁹Bobera, D. Strategijski menadžment, vol. 11, br. 1-2, str. 84-89, 2006.

⁶⁰Adelsberger, D. Adelsberger, Z. i Injac, N. Upravljanje rizicima na projektu, Kvalitet 17.1-2, str. 85-89, 2007.

⁶¹Morača, S. Radaković, N. i Tešić, Z. Upravljanje složenim projektima na primeru primene standarda u organizaciji Menadžment totalnim kvalitetom & izvrsnost 35.4, str. 107-111., 2007.

1. *Procene* (vrednost izvođenja radova i projektovanja sa ostalim troškovima, kao i vreme izvršenja)

2. *Budžet*

3. *Autoritet*

4. *Kontrola* - finansijska kontrola

5. *Komunikacija*

6. *Ljudi* - kao nezaobilazni resurs.

Razlikujemo osam oblasti upravljanja projektom:

1. *Upravljanje obimom projekta* - podrazumevaju se aktivnosti na projektu i usmerenost prema ciljevima, od početka do završne faze realizacije.

2. *Upravljanje vremenom projekta* - funkcija sa osnovnom namenom da projekat nema bitnijih odstupanja od planiranog vremena, odnosno da sve faze životnog ciklusa budu realizovane u predviđenim rokovima.

3. *Upravljanje troškovima projekta* - ova funkcija je usmerena na troškovne faktore projekta i to u delu analize, procene, budžetiranja, praćenja i davanja izveštaja o tokovima troškova tokom realizacije projekta.

4. *Upravljanje kvalitetom projekta* - sastoji se od dve komponente, upravljačke i tehničke. Prvom se definiše kvalitet i njegovo osiguranje u delu upravnog postupka, dok druga tehnička komponenta obezbeđuje realizaciju projekta u skladu sa postojećim standardima, odnosno zahtevima.

5. *Upravljanje ljudskim resursima na projektu* - funkcija upravljanja ljudskim resursima se manifestuje u koordinaciji ljudskih resursa tokom sprovođenja projekta, sa konačnim ciljem da projekat bude kvalitetno i u predviđenom vremenu realizovan.

6. *Upravljanje komunikacijama na projektu* - funkcija kojom se obezbeđuje potreban broj adekvatnih informacija od značaja za implementaciju projekta.

7. *Upravljanje rizikom projekta* - upravljanje rizikom se identifikuju svi postojeći rizici i preduzimaju potrebne mere u cilju otklanjanja istih, radi sprečavanja opstrukcije u toku realizacije projekta.

8. *Upravljanje logistikom projekta.*

5.2. Građevinski projekti

Osnovna karakteristika bilo koje organizacije (preduzeća, firme...) je obavljanje određenih poslova koji se planiraju, realizuju uz upotrebu ograničenih resursa i kontrolišu. Postoje dva tipa poslova: operacije i projekti. Poslovi trajne prirode koji se ponavljaju nazivaju se operacijama. Unikadni poslovi privremenog karaktera, sa određenim početkom i krajem, nazivaju se projektima. Za građevinarstvo je karakteristično da se realizuje kroz projekte.

Za građevinski projekat se može reći da predstavlja:

„Kompleksan tehničko-tehnološki, organizacioni, finansijski i pravni poduhvat čiji je cilj izgradnja i opremanje objekta ili objekata, za koje je u prethodnim investicionim studijama

pokazano i dokazano da su svojom funkcijom neophodni investitoru ili da mu, kao takvi, donose profit.“⁶²

Zbog kompleksnosti i raznorodnosti poslova na građevinskim projektima su angažovani mnogobrojni učesnici koji su međusobno povezani ugovornim odnosima.

Najvažniji učesnici projekta su:

1. Investitor;
- 2.;
3. Projektant;
4. Izvođač radova;
6. Revident;
7. Stručni nadzor obavlja lice koje je naručilac odredio da izvrši niz poslova vezanih za proveru i obezbeđenje radova;
8. Inspekcijski nadzor obavlja državni organ uprave koji vrši inspekcijske poslove i proverava, u ime države, primenu propisanih uslova za projektovanje i građenje objekata.

Posebno su detaljno objašnjene faze u realizaciji projekta sa stanovišta izvođača radova⁶³:

1. Fazu „pre projekta“ koja obuhvata sve aktivnosti koje se obavljaju pre donošenja odluke da se krene u realizaciju projekta, kao što su: definicija projekta i izrada predinvesticionih studija;
2. Fazu „pre izgradnje“ koja obuhvata sve aktivnosti koje se obavljaju pre početka izvođenja radova, kao što su: ugovaranje, izrada projektne dokumentacije i planiranje izgradnje;
3. Fazu „izgradnje“ obuhvata proizvodnju i nabavku materijala i opreme, izvođenje radova, montažu opreme i testiranje. Na kraju ove faze završeni su svi radovi na objektu;
4. Fazu „posle izgradnje“ koja obuhvata primopredaju objekata investitoru, eksploataciju objekta i druge aktivnosti u trajanju garantnog roka.

5.3. Upravljanje rizicima u građevinskim projektima

Procesi u sistemu projekt menadžmenta kada su u pitanju građevinski projekti su:

INICIRANJE - donošenje odluke da se pristupi nekom poslu; izrada studije isplativosti (feasibility study); utvrđivanje koncepta projekta i nacrtu ugovora sa partnerom/naručiljem.

PLANIRANJE - ključna uloga od koje zavisi realizacija projekta i postizanje ciljeva; podrazumeva slijedeće aktivnosti: izrada projektnog zadatka, definisanje obima (scope) kroz razradu etapa/faza, definisanje aktivnosti, redosled aktivnosti, procena trajanja aktivnosti, dinamika realizacije, planiranje sredstava, procena troškova, budžetiranje (konstrukcija finansiranja), razrada projektnog plana na operativni nivo.

IZVOĐENJE - počinje sa implementacijom planiranih aktivnosti (knjiga projekta služi za dokumentovanje svih aktivnosti, s ciljem praćenja i kontrole).

⁶²Ivković, B. Popović, Ž. Upravljanje projektima u građevinarstvu, Jugoimport - SDPR, IP Nauka, str. 92, 1994.

⁶³Ivković, B. Popović, Ž. Upravljanje projektima u građevinarstvu, Jugoimport - SDPR, IP Nauka, str. 34, 1994.

KONTROLISANJE - redovno „merenje“ izvršenja projekta prema parametrima ciljeva: obim, kvalitet, rok, troškovi i poduzimanje korektivnih akcija (re-planiranja).

ZATVARANJE - uključuje administrativne aktivnosti po ugovoru (obračune, plaćanja i sl.), te „*lesson learned*“ i stvaranje baze podataka o različitim projektima.

Specifični zahtevi prema projekt-menadžeru u oblasti građevinarstva su:

- tehničko-stručna znanja o građenju,
- specijalistička znanja iz teorije projekt-menadžmenta,
- interdisciplinarna znanja iz organizacije, prava i ekonomije,
- opšta znanja o ljudskom ponašanju (psihologija, sociologija).

Savremeni (projektni) pristup podrazumeva da se kompletan projekat prati pomoću računara, naročito njegova realizacija (softveri *MS Project*, *Primavera* i sl. omogućuju efikasno planiranje i praćenje parametara: obim, vreme, resursi, troškovi). Softver je nezamjenjiv alat projekt-menadžeru jer mu omogućuje brz pristup različitim informacijama, a brze i kvalitetne informacije su temelj uspešnog rukovođenja.

Mnogobrojni su razlozi zbog kojih realizacija projekata nije na potrebnom nivou. Razlozi se mogu posmatrati na planu proizvoda projekta i na planu upravljanja projektom⁶⁴:

Na planu proizvoda projekta uspešnu realizaciju projekta otežavaju:

- veliki broj učesnika,
- unikatnost objekata,
- planiranje i realizacija u uslovima neizvesnosti,
- dugotrajnost projekata,
- lokalni klimatski, socijalni, politički i ekonomski uticaji.

Na planu upravljanja projektom uspešnu realizaciju projekta otežavaju:

- konflikti između ciljeva projekta u pogledu rokova, troškova i kvaliteta,
- izvedenih radova,
- konflikti između ciljeva projekta i pojedinačnih ciljeva učesnika projekta,
- konflikti između identifikovanih zahteva (potreba) i neidentifikovanih zahteva (očekivanja).

Rizik se definiše kao bilo koji faktor, događaj ili uticaj koji pretili da ugrozi uspešan završetak nekog projekta u smislu vremena, troškova i kvaliteta.

U ovom slučaju ključno je preneti rizik na onoga ko može njime da uspešno rukovodi i upravlja. Efikasno prenošenje rizika ima direktan finansijski uticaj na projekat, jer će za rezultat imati niže opšte troškove projekta, i shodno tome obezbediti veću vrednost u poređenju sa tradicionalnim metodama nabavne, koje u ovom slučaju odudaraju od Zakona o javnim nabavkama, prema regulativi koja je usvojena i koja je u primeni.

⁶⁴Ivković, B. Popović, Ž. Upravljanje projektima u građevinarstvu, Jugoimport - SDPR, IP Nauka, str. 87, 1994.

Direktna veza između rizika i finansijskog uticaja takođe postoji u činjenici da će stepen prenošenja rizika na izvođača iz privatnog sektora uticati na opšte troškove projekta u pogledu javnog sektora.

Ciljevi prenosa rizika uključuju:

1. smanjenje dugoročnog troška projekta prenošenjem rizika na stranu koja može njim na najbolji i najisplativiji način da upravlja;
2. obezbeđenje olakšica izvođačima radova da realizuju projekte na vreme, u skladu sa traženim standardom i u okviru budžeta;
3. povećanje kvaliteta usluge i efikasnije korišćenje smeštajnih kapaciteta;
4. obezbeđenje doslednog i predvidljivijeg profila troškova.

U ovom slučaju brižljivo odabrani isporučioци opreme i materijala koji se ugrađuje, kao i licencirani i provereni izvođači sa njihovih lista, obezbeđuju kvalitetan završetak radova, praćenje garantnog roka i eksploatacije, kao i valjano puštanje u rad i budući preventivni monitoring sistema.

Kada se govori o samom projektu „*A šta može zima meni...?*“ treba istaći da je za predloženo projektno rešenje kao i ponudeni koncept energetske sanacije objekata socijalne namene - predškolskih ustanova u gradu Beogradu, autor ovog rada dobio podršku renomiranih kompanija, čija se sedišta nalaze u zemljama EU, i to:

1. SIEMENS,
2. HENKEL,
3. KNAUF INSULATION,
4. ERAGON.

Obaveze i mogućnosti kompanija, kao i spremnost i želja za učešćem su u Prilogu 2 ovog rada potvrđena, pismom o namerama svake od pomenutih kompanija.

5.4 Predlog izmena nacionalne regulative u oblasti energetske efikasnosti u zgradarstvu

Ukoliko se posmatra važeća regulativa odnosno ¹⁰Pravilnik o načinu i rokovima dostavljanja podataka neophodnih za praćenje sprovođenja akcionog plana za energetske efikasnost u Republici Srbiji (3.APEE) i metodologiji za praćenje, proveru i ocenu efekata njegovog sprovođenja⁶⁵, odnosno unutar pomenutog podzakonskog akta, i:

- čl. 2, st. 1, tč. 4 „Metoda *odozdo-prema-gore* (metoda OPG) je postupak izračunavanja uštede energije nastale realizacijom mere EE, na osnovu matematičkih formula i referentnih vrednosti koje se definišu pojedinačno za svaku meru“, kao i
- čl. 2, st. 1, tč. 5 „Metodologija *odozdo-prema-gore* (metodologija OPG) je skup ovim pravilnikom propisanih metoda OPG kod kojih se za izračunavanje ušteda energije koriste isti bazični principi“,

a zatim i prema priloženoj:

⁶⁵ „Službeni glasnik RS“ br. 37/2015

4
- Metodologiji OPG4⁶⁶ - Rekonstrukcija toplotne izolacije određenih delova građevinskog omotača (npr.: zidovi, krovovi, tavanice, temelji) i/ili zamena prozora u postojećim stambenim, komercijalnim i zgradama javno-uslužnog sektora (bez sistema za grejanje)

i
4
- Metodologiji OPG5⁶⁷ - Rekonstrukcija građevinskog omotača i sistema grejanja u postojećim stambenim, komercijalnim i zgradama javno-uslužnog sektora (sa sistemom za grejanje),

u pomenutoj dokumentaciji, koje je zakonodavac i usvojio, ne primećujemo eventualni obavezan postupak u postupku energetskeg pregleda⁶⁸ i proces termovizijskog snimanja objekata, a pre svih javnih objekata.

Poznajući procenu Svetske banke iz 2012. god. o potrebnim ulaganjima za energetske efikasnost u zgradama javnog sektora, od skoro 2,5mlrd.€, u rasponu od 38,3-70,9€/m² potrebno je da najpre sagledamo razloge zbog kojih bi država, kao dobar domaćin, morala da se odgovorno odnosi prema energetskej sanaciji zgrada kojima gazduje:

1. pitanje prekomerne potrošnje izdvojenih javnih objekata, a uglavnom se radi, o nabavci fosilnih i čvrstih goriva, je imperativno pitanje, obzirom da se radi o visokom udelu u sredstvima budžeta RS ili lokalnih samouprava,
2. površina više od 16.000 javnih zgrada u 169 lokalnih samouprava iznosi oko 27,25mil.m² sa procenjenom godišnjom potrošnjom oko 270mil.€, od kojih se za škole izdvaja oko 90mil.€,
3. usvojeni budžet RS za 2019. god. je precizirao potrošnju od 4mil.€ u energetske sanaciju javnih zgrada (što je četiri puta više u odnosu na prethodne godine),
4. radi se o dugoročnom i planiranom poslu (procena autora: više od 15 godina).

U dosadašnjem radu, prilikom izrade energetske elaborata definisao sam najčešće probleme sa kojima se susreću lokalni energetske menadžeri, odnosno stručna lica koja izrađuju energetske elaborate:

1. obzirom da se najčešće radi o javnim zgradama koje su starije od 25 godina (a mnogo češće 30-35 godina) inženjeri se suočavaju sa nedostajućom projektnom dokumentacijom, ili je ona nekompletna,
2. potrebno je zatim snimanje i premeravanje, zatim i obavezna izrada dela projektno dokumentacije (osnove svih etaža u pogodnoj razmeri), što poskupljuje i usporava postupak izrade elaborata energetske efikasnosti,
3. nedostatak odgovarajućih podataka o potrošnji i zalihama energenta (važi za nezavisna kotlovska postrojenja), obzirom da rukovodioci javnih zgrada poručuju samo potrebne i nedostajuće količine energenta (energent pristiže po zahtevu rukovodioca objekta kao posledica centralizovanih

10
⁶⁶Pravilnik o načinu i rokovima dostavljanja podataka neophodnih za sprovođenje akcionog plana za energetske efikasnost u Republici Srbiji i metodologiji za praćenje, proveru i ocenu efekata njegovoog sprovođenja („Službeni glasnik RS“ br. 37/2019)

⁶⁷Pravilnik o načinu i rokovima dostavljanja podataka neophodnih za sprovođenje akcionog plana za energetske efikasnost u Republici Srbiji i metodologiji za praćenje, proveru i ocenu efekata njegovoog sprovođenja („Službeni glasnik RS“ br. 37/2015)

⁶⁸Čl. 5, st. 1, tč. 10, Zakon o efikasnom korišćenju energije, „Sl. glasnik RS“ br. 25/2013

javnih nabavki za lokalnu zajednicu) bez obaveze i potrebe da je naručiocu energenta bitna potrošnja i kvalitet sagorevanja, odnosno utroška.

Sa druge strane posmatrajući ponudenu i usvojenu (formularsku) dokumentaciju koja je priložena u Metodologiji OPG4 i OPG5, primećujemo da ponudeni obrasci daju opšte informacije koje se odnose na javni objekat (adresa, površina, spratnost, vlasnik...), dok se predložene mere energetske efikasnosti baziraju na vizuelnom pregledu objekta od strane stručnog lica, pregledu projektno-tehničke dokumentacije, ukoliko je dostupna, i urađenom elaboratu energetske efikasnosti, i finalno od traženih podataka zakonodavac očekuje „procene ušteda...” za odgovarajuće konstruktivne elemente (krov, zidovi, tavanice, podovi, prozori i vrata...).

Postavlja se pitanje kako unaprediti način rada i unificirati pristup stručnih lica u odlučivanju i donošenju zaključaka o predloženim energetskim merama?

Uvođenjem, u budućem vremenu, obaveznog termovizijskog snimanja za javne objekte, kao obavezni deo pomenutog Pravilnika, odnosno kroz Metodologije OPG4 i OPG5, pa tim i kroz energetski elaborat, kao prilog.

Do sada zakonodavac nije smatrao da, u postupku izrade dokumentacije za energetske sanaciju, termovizija mora biti i - obaveza. Da li za to postoje i realni preduslovi, odnosno da li postoji i realna potreba za uvođenjem termovizijskog snimanja zgrada?

1. U Srbiji je (prema podacima Inženjerske komore Srbije) licencirano više od 1.700 inženjera sa Licencom br. 381 - odgovorni inženjer za energetske efikasnosti zgrada koji (uz uslov da su završili mašinski, elektrotehnički, građevinski ili arhitektonski fakultet) moraju imati položen i stručni ispit iz oblasti energetske efikasnosti zgrada, pred odgovarajućom komisijom ispitivača;

Posao i delatnost pomenutih inženjera je:

- vršenje energetskih pregleda,
- izrada elaborata,
- učestvovanje u energetskoj sertifikaciji zgrada.

2. U okviru višemesečne teorijske i praktične obuke koja se sprovodi za ovaj vid licenciranja moguće je deo programskog vremena posvetiti i izučavanju termovizijskog snimanja i pravilnog dijagnostikovanja na bazi očitavanja sa termograma, a u ovom trenutku domaća akademska zajednica i insitucije imaju pouzdane kadrove (međunarodno edukovane) koji se više decenija bave energetskom efikasnošću i izučavanjem termovizije kao praktičnog postupka;

3. Vrednost profesionalnih termovizijskih kamera koje se nalaze na tržištu (npr. *Flir* modela) iznosi 6.000-10.000€/kom., što predstavlja pristupačnu cenu za jednu lokalnu zajednicu, a njena isplativost je praktično već ostvarena kroz uštedu jednogodišnje potrošnje energenta za jedan manji javni objekat.

U praktičnom smislu uvođenje obaveznog termovizijskog snimanja, kao jednog od koraka, u postupku izrade energetskog elaborata, a time i predloga mera energetske efikasnosti, znači:

1. Dodatnu i neophodnu pouzdanost, jer vizuelni pregled ne može uvek da pruži pravu sliku o oštećenim ili lošim delovima unutar višeslojnog sklopa (omotača) zgrade;

2. Mali dodatni trošak za finansijera koji je jednokratni (prilikom nabavke), a potreban je za više desetina zgrada u jednom regionu;
3. Dodatna znanja domaćem inženjerskom kadru koja se približavaju visokim standardima;
4. Tačniju informaciju o sklopu (delu omotača), bez eventualnog invanzivnog ispitivanja (bušenja, rušenja ili uklanjanja dela elementa i sl.)

Kroz desetogodišnje bavljenje autora ovom problematikom, potuno je jasno da je u regulatornom smislu potrebno unaprediti određena zakonska, odnosno pomenuta podzakonska akta, koja dopunom uvode - *Uputstvo o proceduri termovizijskog snimanja javnih zgrada u postupku energetskeg pregleda*, koje mora biti urađeno kao odgovarajući proceduralni Priručnik koji bi praktično morao imati svoj - algoritam, koji nam daje unificirani pristup za svakog ispitivača i svaki javni objekat.

Naučni doprinos predstavlja dopunu postojeće metodologije savremenim sistemom dijagnostikovanja, uvođenjem novog obaveznog međukoraka, koji nedvosmisleno daje jasnije mogućnosti za novopredloženo rešenje, rekao bih produženja životnog veka objekta, racionalnim investicionim finansiranjem. U tom slučaju možemo reći da kasnija ugradnja materijala predstavlja i najviši nivo investicionog održavanja javne zgrade.

U ovom trenutku više državnih i lokalnih institucija finansira projekte energetske efikasnosti javnih zgrada: Kancelarija za javna ulaganja RS, Ministarstvo za rudarstvo i energetiku preko namenskog Fonda, grad Beograd i pojedine lokalne samouprave, ali ne postoji jasno definisana i utemeljena procedura koja je potrebna najpre tehničkim licima, a zatim i finansijeru projekata. Takođe, u smislu završnih izveštaja, po obavljenoj sanaciji zgrade, postoji razlika u traženom.

Kada se pominje termin - „javnih zgrada...“ misli se pre svega na predloženi postupak koji dodatno uslovljava odgovorno ponašanje vlasnika zgrada - državu ili lokalnu zajednicu, koje na ovaj način pravdavaju višegodišnju potrošnju budžetskog novca, kako kod nabavke energenata, tako i u neposrednom izvođenju prilikom energetske sanacije.

DISKUSIJA REZULTATA

Primenjeni metod ocene stanja i same energetske efikasnosti fasadnog omotača javne zgrade je testiran na jednom objektu na uzorku od šest karakterističnih fasadnih sklopova koji su odabrani prema kriterijumu termičkog kvaliteta, kompleksnosti sklopa i načinu rešavanja toplotnih mostova. Ispitivanje je obavljeno na više segmenata fasadnog omotača (zidovi, ravan krov, terase, prozori...) koji su predstavljeni kroz karakteristične detalje za svaki od odabranih sklopova.

Ocena performansi na bazi dobijenih rezultata je bazirana na pristupu koji uzima u obzir specifičnosti analiziranih sklopova u realnim uslovima na terenu u smislu režima korišćenja objekta i klimatskih parametara koji važe za mikro lokaciju, odnosno regulatorno zoniranje. Razvijeni metod, koji bi mogao i postati i svojevrsna procedura kod energetske sanacije javnih objekata, baziran je na kombinaciji dva dostupna analitička alata:

- termovizijskog snimanja,

- numeričke simulacije.

Primenjeni alati mogu poslužiti u postupku vršenja poređenja između, u trenutku snimanja, stvarnih karakteristika sklopova sa prethodno projektovanim. Na bazi poređenja analitičkih postupaka je moguće davati odgovarajuće kvantitativne ocene kvaliteta, a koje se odnose na ugrađenu opremu i materijale, posle višedecenijske eksploatacije, odnosno tehnologije ugradnje na određenim delovima zgrada. Takođe, ove ocene postaju korisne informacije i razvojnim centrima koji se bave ispitivanjem i razvojem novih materijala i termičkih sistema, pa je sprega „terensko znanje i naučno-istraživački i razvojni pristup“ u budućem vremenu i svojevrsna obaveza.

Na osnovu sprovedenog istraživanja, zaključak je da princip kombinovanja dva dijagnostička postupka: najpre, termovizijskog i konvencionalnog snimanja, a zatim i numeričke simulacije pružaju adekvatnu podlogu za formiranje validne metodologije koja se može primenjivati u praksi kod javnih zgrada, te svakako može predstavljati osnov za predloženo integrisano projektovanje, a zatim i isti izvođački pristup u postupku sveobuhvatne energetske sanacije zgrade.

Sam metod je predstavljen u vidu smernice ili procedure koja obuhvata nekoliko jasno definisanih nezaobilaznih koraka:

1. Izbor karakterističnih sklopova fasadnog omotača za analizu, na osnovu sagledavanja stanja objekta i postojanja projektne dokumentacije;
2. Merenje temperaturnih vrednosti fasadnog omotača na licu mesta primenom termovizijskog snimanja;
3. Određivanje temperaturnih profila metodom numeričke simulacije prema mikroklimatskim uslovima u momentu snimanja;
4. Poređenje utvrđenih karakteristika simuliranih i izmerenih vrednosti;
5. Kvantifikacija i ocena dobijenih rezultata;
6. Klasifikacija analiziranog sklopa prema dobijenim rezultatima;
7. Integrisano projektovanje, koje se radi na bazi objedinjene slike dobijenih rezultata i simuliranih ponuđenih rešenja i finalno obuhvata i predlog energetske mera koje je potrebno primeniti na javnom objektu.

U postupku kvantifikacije termičkog omotača zgrade neophodno istražiti i pravilno sagledati sve i ostale karakteristične segmente na koje je moguće primeniti razvijeni metod. U cilju tog istraživanja potrebna je projektna dokumentacija, ukoliko je dostupna.

Opis termičkog omotača objekta

Obzirom da originalni projekat nije bio dostupan u trenutku izrade ovog elaborata, izvršena je pretpostavka o strukturi slojeva koje formiraju termički omotač, a koja je bazirana na osnovu projektantske i graditeljske prakse iz perioda projektovanja, odnosno izvođenja, uvidom u dostupno stanje na licu mesta, kao i na osnovu napred izvršenog termovizijskog snimanja. Ovakva metodologija nije sasvim precizna, ali je bila iznuđena, i kao takva je usvojena i sprovedena kroz elaborat građevinske fizike.

Osnovne karakteristike sklopova koje su rezultat opisane procedure su date kao:

Postojeće stanje

1. Fasadni zidovi se javljaju u dve osnovne verzije u smislu spoljašnje obloge: sa fasadnom opekom i sa natur betonom. Analizom konstruktivnog sistema, kao i uvidom u termovizijske snimke, evidentno je prisustvo termoizolacionog sloja, kao središnjeg sloja, između fasadne obloge i enterijerskog sloja (dominantno je u pitanju konstruktivni, armirano betonski sloj). U odnosu na period gradnje, pretpostavka je da je izolacioni sloj skromne debljine, te je za potrebe proračuna ovde usvojen sa debljinom od 3cm;

2. Uočljivo je lokalno prisustvo neizolovanih pozicija od armiranog betona, naročito u delovima primarnih konstruktivnih elemenata (stubovi, grede, rigle ramovi), kao i u pojedinim zonama oko prozorskih otvora (prozorski solbank);

3. Pozicije ravnih krovova (terasa) su masivne konstrukcije, najverovatnije pune armirano-betonske ploče, koje su nesumnjivo termički izolovane, sudeći prema termovizijskim snimcima, i u najvećem delu kvalitetno hidroizolovane, obzirom da se ne uočavaju procurivanja i građevinske štete koje su posledica npravnog funkcionisanja krova. Pretpostavka je da je debljina ugrađene termoizolacije svedenih mera, te je ovde usvojena debljina od 5cm;

4. Fiskulturna sala je premošćena masivnim armirano betonskim ramovima, te je pretpostavka da je izvedena i masivna armirano-betonska kosa ploča. Kos krov je sa unutrašnje strane opšiven lamperijom na podkonstrukciji, a obzirom da se u termovizijskim snimcima registuriju termički mostovi od podkonstrukcije, pretpostavka je da je prisutan sloj termoizolacije između te podkonstrukcije i konstruktivne krovne ploče. Pretpostavljena debljina krovne termoizolacije je 5cm;

5. Za podne konstrukcije na tlu se pretpostavlja da su masivne armirano-betonske ploče, u nasipu, koje su hidroizolovane, i u zonama gde su prisutna deca minimalno termički izolovane (pretpostavlja se da je u pitanju debljina 3cm). U zavisnosti od namene, podne prevlake su drvene (fiskulturna sala) ili PVC (smeštajne jedinice). Pretpostavlja se da podovi u tehničkom delu vrtića nisu termički izolovani;

6. Prozori predstavljaju svakako najslabiju kariku u termičkom omotaču vrtića, što je dokumentovano termovizijskim snimcima. Prozori su aluminijumske konstrukcije, bez termoprekida, zastakljeni standardnim termopan staklo paketom. Nisu opremljeni spoljnim zastorima, kao ni odgovarajućim zaptivnim sistemima. Usvojen nivo zaptivanja je u kategoriji - „loše“.

U odnosu na ovaj način definisano postojeće stanje, izvršen je proračun, čiji su rezultati relevantni za deklarisanje energetskog razreda kojoj pripada vrtić, kao i definisanje intervencija koje je realno preduzeti u cilju poboljšanja termičkih performansi objekta.

U tom smislu, u okviru ovog istraživanja, kao moguća rešenja su predložene dve intervencije koje mogu biti prihvatljive u postupke energetske sanacije:

Intervencija 1:

1. Fasadni zidovi su dopunski termoizolovani sa spoljašnje strane izolacijom debljine 10cm, obrađeni tankoslojnim fasadnim malterom;

2. Ravni krovovi su dopunski termoizolovani sa 15cm izolacije, sa spoljašnje strane;
3. Kos krov je dopunski izolovan sa 20cm termoizolacije između drvene podkonstrukcije;
4. Podovi na tlu nisu bili predmet intervencije;

Za dobijanje pouzdanih ulaznih podataka je neophodno izvršiti sondiranje (bušenje) relevantnih pozicija.

5. Zid u tlu je dopunski izolovan sa unutrašnje strane sa 6cm debelom termoizolacijom;
6. Prozori su promenjeni u aluminijumske sa termoprekidom, sa dvostrukim niskoemisionim zastakljenjem, sa koef. prolaza toplote $U=1.4W/m^2K$. Usvojen nivo zaptivanja je u kategoriji - „dobro“.

Intervencija 2:

1. Fasadni zidovi su dopunski termoizolovani sa spoljašnje strane izolacijom debljine 15cm, obrađeni tankoslojnim fasadnim malterom;
2. Ravni krovovi su dopunski termoizolovani sa 20cm izolacije, sa spoljašnje strane;
3. Kos krov je dopunski izolovan sa 20cm termoizolacije između drvene podkonstrukcije;
4. Podovi na tlu nisu bili predmet intervencije;
5. Zid u tlu je dopunski izolovan sa unutrašnje strane sa 6cm debelom termoizolacijom;
6. Prozori su promenjeni u aluminijumske sa termoprekidom, sa trostrukim niskoemisionim zastakljenjem, sa koef. prolaza toplote $U=1.1W/m^2K$. Usvojen nivo zaptivanja je u kategoriji - „dobro“.

Poređenje rezultata

Poređenje je vršeno u odnosu na energiju potrebnu za grejanje jedinične površine poda, kao i u odnosu na ostvareni energetske razred, što je prikazano u tabeli koja sledi.

Опис стања	Енергија потребна за грејање по јединици површине (пода) Q_h/A [kWh/m ²]	Енергетски разред	%
Постојеће стање	208,13	E	100
Интервенција 1	67,04	C	32,22
Интервенција 2	57,68	B	26,75

Табела 17. Енергија потребна за грејање по јединици површине (пода)
(пре и после интервенција) Q_h/A [kWh/m²]

Postojeće stanje ima izrazito loše termičke karakteristike i neprihvatljivo visoke toplotne gubitke, odnosno izuzetnu potrebu za energijom za grejanje.

Intervencija 1 daje sasvim zadovoljavajuće rezultate. Najveći doprinos poboljšanju daje izmena prozora, naročito u odnosu na infiltraciju, odnosno smanjenje ventilacionih gubitaka. Dodatna termoizolacija u debljinama od 10cm na zidovima, 15cm na ravnim krovovima i 20cm na kosom krovu fiskulturne sale, značajno redukuju potrebnu energiju za grejanje, na približno 1/3 nivoa iz postojećeg stanja, i uvode zgradu vrtića u energetske razred - „S“.

Intervencija 2 daje još bolje rezultate, uvodeći objekat u energetske razred - „V“, kao posledicu izmene prozora i primenu praktično najkvalitetnijih proizvoda na tržištu, kao i aplikaciju dodatne termoizolacije u debljinama od 15cm na zidovima i 20cm na svim krovovima.

Apsolutna razlika između rezultata Intervencije 1 i Intervencije 2 nije u značajnoj meri izražena, kao između Intervencije 1 i postojećeg stanja, pa se može zaključiti da je primena Intervencije 1 potpuno dovoljna da nas izvođenjem, uz primenu savremenih tehnologija i proceduralnog pristupa, „dovede“ do praktično novoizgrađenog objekta energetskog razreda - „S“, za koga će biti dovoljan jedan kotao, odnosno jedan energetske izvor, dok bi jedan od dva postojeća kotla na lož ulje mogao da postane opcija rezervnog snabdevanja, a čiji životni vek može biti produžen u narednih 50 godina.

ZAKLJUČAK

Jedan od razloga da se domaća regulativa harmonizuje sa postojećim zakonodavstvom u Evropskoj uniji, predstavlja činjenica da je međunarodna regulativa u mnogo čemu savremenija i razvijenija.

EU sistemskim merama upućuje članice na stalno povećanje ušteda energije i njenog racionalnog korišćenja. U tom smislu donesene su brojne direktive i postavljeni konkretni ciljevi ostvarenja veće energetske efikasnosti i smanjenja narušavanja postojeće ekološke ravnoteže.

U disertaciji je predstavljeno istraživanje, simboličnog naziva, „A šta može zima meni...?“, koje bi za zajednicu koja brine o socijalnim objektima i objektima dečije zaštite mogla da postane i princip, ukoliko je težnja da se i lokalna zajednica osloni na principe i zacrtane ciljeve EU, a oni su:

- ušteda i racionalno korišćenje energije,
- korišćenje, gde i kada je to moguće i opravdano, tzv. „zelene“ energije.

Ovo istraživanje, pregled i obilazak više od 50 javnih zgrada socijalne namene u Nišu i Beogradu, od strane autora, daje preliminarne preporuke u vezi smanjenja potrošnje energije za 50 beogradskih vrtića koji nisu priključeni na sistem daljinskog grejanja, uz korišćenje peleta kao novog energenta, umesto postojećeg energenta - lož ulja.

Predložene su, kroz dve intervencije, i energetske mere u integrisanoj primeni, odnosno promene na objektu koje su vezane za izradu energetski kvalitetnih kontaktnih fasada i postavljanje odgovarajuće spoljašnje stolarije sa zamenom energenta, iz
лож уља у дрвени пелет.

Na svakom pojedinačnom objektu, predviđene su tri intervencije zamene ili ugradnje opreme, materijala ili primene nove tehnologije (mere uštede i energetske efikasnosti):

- Zamena kotlova ili delova (tamo gde je to tehnički izvodljivo), koji kao energent koriste lož ulje, odgovarajućim kotlovima, koji kao energent koriste drveni pelet;
- Izrada odgovarajuće kontaktne fasade (izolator - kamena vuna);
- Na fasadi se menja kompletna spoljašnja stolarija.

Fasadni termoizolacioni sistem - sistem kontaktne fasade sa kamenom vunom (poznat kao potpuna termička zaštita), odgovara kako za nove, tako i za stare, postojeće građevine i trajno poboljšava njihov energetska učinak, što je proračunom u ovom radu i predstavljeno. Ipak, samo pravilna ugradnja garantuje optimalne rezultate. Već pri planiranju je potrebno uključiti osnovne preporuke i smernice (aktuelne regulative) povezane sa fasadno-termoizolacionim sistemom. To su važne polazne pretpostavke koje omogućuju besprekornu izgradnju zgrade sa aspekta termičke zaštite objekata.

Kada se govori o fasadnom izolacionom sistemu, treba istaći da je istraživanje ocene performansi omotača bazirano je na analizi odnosa elemenata materijalizacije fasadnog sklopa, njihovih energetskih karakteristika i rešavanja detalja (namenskih tačaka) vezanih za linijske toplotne mostove.

U cilju utvrđivanja i kvantifikacije energetskih performansi odabranih sklopova u realnim uslovima eksploatacije javnih objekata, postavljen je metod ocene, koji se bazira na upotrebi (neophodnog) termovizijskog snimanja i numeričke simulacije karakterističnih (odabranih) segmenata omotača i koji predstavlja osnov za integrisani pristup na jednom objektu.

U cilju definisanja metoda koji je relativno jednostavan za primenu u svakodnevnoj praksi i, istovremeno, nezavisan od individualnih tumačenja, istražene su teoretske osnove, ograničenja primene termovizijskog snimanja omotača zgrada, načina kasnijeg proračuna kao i numeričke simulacije energetskih performansi.

Nakon okončanog istraživanja, osnovni zaključci se mogu iskazati u nekoliko tačaka:

1. Princip ispitivanja energetskih karakteristika tipova fasadnih omotača preko analize reprezentativnih sklopova, uz pomoć termovizije, se može adekvatno primeniti u praksi;
2. Primena termovizijskog snimanja u proceni stanja energetske efikasnosti omotača predstavlja jednu od najdirektnijih i najprimenljivijih metoda za nivo kvalitativnog ispitivanja gde, uz osnovno poznavanje materijalno konstruktivnih karakteristika fasadnih omotača i principa snimanja, možemo doći do preliminarne zaključaka o kvalitetu omotača, odnosno dijagnostikovati zone koje se karakterišu neodgovarajućim performansama i kasnije ih ispitivati drugim mogućim metodama;
3. Primena termovizijskog snimanja u domenu kvantitativnih rezultata nije direktna i zahteva detaljno poznavanje više stručnih oblasti, a pre svega:
 - arhitektonskih konstrukcija i odgovarajućih izvodačkih i radioničkih detalja,
 - osnovnih principa nauke o prenosu toplote i građevinske fizike,
 - principa i metoda termovizijskog snimanja (rukovanje uređajem),
 - odgovarajuće procene i numeričke analize uticaja klimatskih parametara,
 - procene i numeričke analize uticaja okruženja i mikro okruženja,
 - statističke procene stepena (moguće i ostvarene) greške, koju koja je pristupna kod svake metode za koju se koristi neki uređaj.

Samo primenom svih ovih znanja se može adekvatno pristupiti procesu snimanja i kasnijoj pravilnoj analizi dobijenih rezultata.

4. Primena postupaka numeričke simulacije performansi fasadnih omotača omogućava generisanje temperaturnih karakteristika analiziranog sklopa za realne uslove važeće u trenutku termovizijskog snimanja.

5. Za dobijanje relevantnih rezultata koji nam govore o karakteru analiziranog omotača i njegovim termičkim karakteristikama primena razvijenog metoda baziranog na principu kombinovanja termovizijskog snimanja i numeričke simulacije predstavlja brzu i adekvatnu dijagnostičku metodu koja nam daje relevantne odgovore na kvalitativna i uz odgovarajuću, stručno definisanu i naučno potvrđenu, klasifikaciju stepena odstupanja, i na kvantitativna pitanja o performansama omotača.

6. Rezultati istraživanja i rezultat izrade dokumenta u vidu kataloga karakterističnih fasadnih sklopova javnih zgrada ilustrovanih pomoću termograma, grafičkog prikaza simuliranog preseka i skice sklopa, se mogu koristiti kao polazna osnova prilikom ispitivanja fasadnih omotača nepoznatog sastava, uz odgovarajuće stručne pretpostavke ukoliko je projektna dokumentacija projektantu nedostupna. Ovo se odnosi na objekte za je poznato vreme izgradnje i ugrađeni sistemi i materijali, a to su svakako objekti na kojima će se u budućem vremenu najviše intervenirati u smislu „termičke popravke“ i unapređenja.

Zakonodavac nije predvideo kroz Metodologiju OPG4 prilikom posmatranja, utvrđivanja i istraživanja fasadnih omotača mogućnost i veliki podrazumevani broj pojava oblika. Datim tabelarnim modelom ispunjavanja podataka je pojednostavio primenu u smislu komparacije i oslonio se na date i tražene termičke uslove smanjenja količine topline po jedinici površine, odnosno isključivo izradu Elaborata energetske efikasnosti za predmetnu zgradu.

Utvrdjivanje sklopova javnih zgrada, kataloga termograma i kasnije poređenje „terenskog“ termograma sa referentnim termogramima, daje se približniji model i kvalitetniji predlog termičkog omotača za svaki pojedini objekat. Potpuno je jasno da bi „javni vlasnik“ morao da inicira izradu Tipologije javnih zgrada koja će sadržati i obiman katalog simuliranih sklopova praćen odgovarajućim termogramima, kao i eventualni alat za korekciju prema uticajima okruženja i utvrđenim standardima. Tipologija stambenih zgrada je urađena i ona postoji, međutim Tipologija javnih zgrada nije urađena i u smislu izrade se još uvek nije otišlo dalje od - stručnih razgovora.

Na osnovu stečenih iskustava, javlja se potreba za razvojem softverske platforme koja će, po izvršenom snimanju odnosno modeliranju, jednostavnije vršiti normalizaciju podataka i procenu uticaja prema definisanim granicama.

Kako su autoru dostupna odgovarajuća višegodišnja saznanja, na našim prostorima, ova istraživanja su pionirska i potpuno je jasno da ona traseraju jednu novu (ili dopunjenu) proceduru uređenja ove problematike u tehničkom i u zakonodavnom smislu.

Sprovođenje politika kod nas, pa i energetske politike u ovom slučaju je često rezultat pritiska ili sa je obrazloženjem „evropskih“ potreba. Ta politika, pre svega jeste na samom početku vidljiva ušteda i korišćenje čistog energenta, ali na kraju predstavlja, što jeste važnije, zdravije i čistije životno okruženje.

Za ovakav pristup doneseni zakoni, ostala postojeća regulativa i EU direktive jesu potrebni, međutim za dugoročne rezultate je potrebna svest i dosledno sproveden plan bez političkih pritiska koji, zbog građana, predstavlja najbolji i najpravičniji izbor.

SLIKE (spisak)

1. Slika [II-1] Realizovani demonstracioni projekti.....	17
2. Slika [IV-2.1] Pogled sa istoka (širi kadar)	36
5. Slika [IV-2.2] Pogled sa istoka (uži kadar)	36
6. Slika [IV-2.3] Pogled sa juga (širi kadar)	37
7. Slika [IV-2.4] Pogled sa juga (uži kadar)	37
8. Slika [IV-2.5] Pogled sa zapada (širi kadar)	38
9. Slika [IV-2.6] Pogled sa zapada (uži kadar)	38
10. Slika [IV-2.7] Pogled sa severa (širi kadar)	39
11. Slika [IV-2.8] Pogled sa severa (uži kadar).....	39
12. Slika [IV-3.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.decembra, pogled sa istoka.....	41
13. Slika [IV-4.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.decembra, pogled sa juga.....	42
14. Slika [IV-5.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.decembra, pogled sa zapada.....	43
15. Slika [IV-6.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.decembra, pogled sa severa.....	44
16. Slika [IV-7.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.marta, pogled sa istoka.....	45
17. Slika [IV-8.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.marta, pogled sa juga.....	46
18. Slika [IV-9.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.marta, pogled sa zapada.....	47
19. Slika [IV-10.1-9] Osenčenje objekta na dan 21.marta, pogled sa severa.....	48
20. Slika [IV-11.1] Termovizijski snimak segmenta krovne terase	50
21. Slika [IV-11.2] Fotografija segmenta krovne terase.....	50
22. Slika [IV-12.1] Termovizijski snimak segmenta fasade.....	52
23. Slika [IV-12.2] Fotografija segmenta fasade.....	52
24. Slika [IV-13.1] Termovizijski snimak prepusta iznad terase sa horizontalnim olukom	54
25. Slika [IV-13.2] Fotografija segmenta prepusta iznad terase sa horizontalnim olukom	54
26. Slika [IV-14.1] Termovizijski snimak završnog zida jedinice - ograda terase.....	56
27. Slika [IV-14.2] Fotografija završnog zida jedinice - ograda terase	56
28. Slika [IV-15.1] Termovizijski snimak segmenta fasadnog zida.....	58
29. Slika [IV-15.2] Fotografija segmenta fasadnog zida.....	58
30. Slika [IV-16.1] Termovizijski snimak segmenta enterijera fiskulturne sale.....	60
31. Slika [IV-16.2] Fotografija segmenta enterijera fiskulturne sale	60
32. Slika [IV-17] Fotografija objekta koji je predmet istraživanja.....	132

TABELE (spisak)

1. Tabela [II-16] Prosečna procena ušteda prema tipu zgrade u RS.....	11
2. Tabela [II-2] Procenjena vrednost energetske potrošnje i troškovi u zgradama javnog sektora	11
3. Tabela [II-3] Potrebna ulaganja u sektoru i ukupno ulaganje	12
4. Tabela [II-4] Način zagrevanja zgrada u RS.....	15
5. Tabela [IV-5] Zainteresovane strane za istraživanje.....	28
6. Tabela [IV-6] Karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač.....	83
7. Tabela [IV-7] Prikaz solarnih dobitaka spoljašnjih elemenata zgrade	84
8. Tabela [IV-8] Karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač - 1	106
9. Tabela [IV-9] Prikaz solarnih dobitaka spoljašnjih elemenata zgrade - 1	107
10. Tabela [IV-10] Karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač - 2	129
11. Tabela [IV-11] Karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač - 2	130
12. Tabela [IV-12] Identifikacioni podaci o objektu i potrošnji energenta	132
13. Tabela [IV-13] Komparativna analiza izdataka za grejanje na lož ulje i pelet za posmatrani objekat ukoliko se izvrši samo zamena energenta (grejna sezona 2010-2011).....	133
14. Tabela [IV-14] Komparativna analiza izdataka za grejanje na lož ulje i pelet za	

posmatrani objekat ukoliko se izvrši samo zamena energenta (grejna sezona 2017).....	133
15. Tabela [IV-15] Predračun troškova građevinskih radova, zamene (delova) kotlovskog postrojenja sa konverzijom energenta	134
16. Tabela [IV-16] Ulazni parametri ekonomsko-finansijske analize (za lož ulje).....	134
17. Tabela [Disk.-17] Energija potrebna za grejanje po jedinici površine (poda) (pre i posle intervencija) Q_h/A [kWh/m ²].....	147

GRAFIKONI (spisak)

1. Grafikon [IV-1.1] Distribucija vrednosti u označenom regionu	51
2. Grafikon [IV-1.2] Distribucija vrednosti duž označenog linijskog pravca.....	51
3. Grafikon [IV-2.1] Distribucija vrednosti u označenom regionu	53
4. Grafikon [IV-2.2] Distribucija vrednosti duž označenog linijskog pravca.....	53
5. Grafikon [IV-3.1] Distribucija vrednosti u označenom regionu	55
6. Grafikon [IV-3.2] Distribucija vrednosti duž označenog linijskog pravca.....	55
7. Grafikon [IV-4.1] Distribucija vrednosti u označenom regionu	57
8. Grafikon [IV-4.2] Distribucija vrednosti duž označenog linijskog pravca.....	57
9. Grafikon [IV-5.1] Distribucija vrednosti u označenom regionu	59
10. Grafikon [IV-5.2] Distribucija vrednosti duž označenog linijskog pravca.....	59
11. Grafikon [IV-6.1] Distribucija vrednosti u označenom regionu	61
12. Grafikon [IV-6.2] Distribucija vrednosti duž označenog linijskog pravca.....	61
13. Grafikon [IV-10.1] Grafikon temperatura - 1.....	67
14. Grafikon [IV-10.1] Grafikon difuzije - 1.....	67
15. Grafikon [IV-10.2] Grafikon temperatura - 2.....	70
16. Grafikon [IV-10.2] Grafikon difuzije - 2.....	70
17. Grafikon [IV-10.3] Grafikon temperatura - 3.....	71
18. Grafikon [IV-10.3] Grafikon difuzije - 3.....	71
19. Grafikon [IV-10.4] Grafikon temperatura - 4.....	72
20. Grafikon [IV-10.4] Grafikon difuzije - 4.....	72
21. Grafikon [IV-10.5] Grafikon temperatura - 5.....	73
22. Grafikon [IV-10.5] Grafikon difuzije - 5.....	73
23. Grafikon [IV-10.6] Grafikon temperatura - 6.....	74
24. Grafikon [IV-10.6] Grafikon difuzije - 6.....	74
25. Grafikon [IV-10.7] Grafikon temperatura -7.....	75
26. Grafikon [IV-10.7] Grafikon difuzije -7.....	75
27. Grafikon [IV-10.8] Grafikon temperatura - 8.....	77
28. Grafikon [IV-10.9] Grafikon temperatura - 9.....	78
29. Grafikon [IV-10.10] Grafikon temperatura - 10.....	79
30. Grafikon [IV-10.11] Grafikon temperatura - 11.....	82
31. Grafikon [IV-10.11] Grafikon difuzije - 11.....	82
32. Grafikon [IV-10.12] Grafikon temperatura - 12.....	90
33. Grafikon [IV-10.12] Grafikon difuzije - 12.....	90
34. Grafikon [IV-10.13] Grafikon temperatura - 13.....	92
35. Grafikon [IV-10.13] Grafikon difuzije - 13.....	92
36. Grafikon [IV-10.14] Grafikon temperatura - 14.....	93
37. Grafikon [IV-10.14] Grafikon difuzije - 14.....	93
38. Grafikon [IV-10.15] Grafikon temperatura - 15.....	95
39. Grafikon [IV-10.15] Grafikon difuzije - 15.....	95
40. Grafikon [IV-10.16] Grafikon temperatura - 16.....	96
41. Grafikon [IV-10.16] Grafikon difuzije - 16.....	96
42. Grafikon [IV-10.17] Grafikon temperatura - 17.....	97
43. Grafikon [IV-10.17] Grafikon difuzije - 17.....	97
44. Grafikon [IV-10.18] Grafikon temperatura - 18.....	98
45. Grafikon [IV-10.18] Grafikon difuzije - 18.....	98
46. Grafikon [IV-10.19] Grafikon temperatura - 19.....	100
47. Grafikon [IV-10.20] Grafikon temperatura - 20.....	101

48. Grafikon [IV-10.21] Grafikon temperatura - 21	102
49. Grafikon [IV-10.22] Grafikon temperatura - 22	105
50. Grafikon [IV-10.22] Grafikon difuzije - 22	105
51. Grafikon [IV-10.23] Grafikon temperatura - 23	113
52. Grafikon [IV-10.23] Grafikon difuzije - 23	113
53. Grafikon [IV-10.24] Grafikon temperatura - 24	115
54. Grafikon [IV-10.24] Grafikon difuzije - 24	115
55. Grafikon [IV-10.25] Grafikon temperatura - 25	116
56. Grafikon [IV-10.25] Grafikon difuzije - 25	116
57. Grafikon [IV-10.26] Grafikon temperatura - 26	118
58. Grafikon [IV-10.26] Grafikon difuzije - 26	118
59. Grafikon [IV-10.27] Grafikon temperatura - 27	119
60. Grafikon [IV-10.27] Grafikon difuzije - 27	119
61. Grafikon [IV-10.28] Grafikon temperatura - 28	120
62. Grafikon [IV-10.29] Grafikon temperatura - 29	122
63. Grafikon [IV-10.30] Grafikon temperatura - 30	123
64. Grafikon [IV-10.31] Grafikon temperatura - 31	124
65. Grafikon [IV-10.31] Grafikon difuzije - 31	124
66. Grafikon [IV-10.32] Grafikon temperatura - 32	125
67. Grafikon [IV-10.32] Grafikon difuzije - 32	125
68. Grafikon [IV-10.33] Grafikon temperatura - 33	128
69. Grafikon [IV-10.33] Grafikon difuzije - 33	128

LITERATURA

1. Adelsberger, D. Adelsberger, Z. & Injac, N. Upravljanje rizicima na projektu Kvalitet 17.1-2, 2007.
2. Albatucci, R. Tonelli, A. Chiogna, M. A comprehensive experimental approach for the validation of quantitative infrared thermography in the evaluation of building thermal transmittance, *Applied Energy* no. 141, pp. 218-228, 2015.
3. Assessing thermal bridging and insulation continuity (UK example) - Technical note, UK Thermography Association, Northampton: British Institute of Nondestructive Testing - BINDT
4. Balaras, C. Argitiou, A. Infrared thermography for building diagnostics *Energy and Buildings*, no 34, pp. 171-183, 2002.
5. Burke, R. Projekt Management Planning and Control Techniques Wiley, 2000.
6. Directive of the European Parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources, Brussels, 2008.
7. Energy Information Administration - EIA - Agencija za energetske statistiku i podatke administracije SAD
8. Evropska komisija, Radni dokument osoblja komisije, Izveštaj o napretku Srbije za 2010. godinu koji prati saopštenje Komisije upućen evropskom parlamentu i savetu, Strategija proširenja i ključni izazovi za 2010-2011. godinu, Brisel, SEC, 2010.
9. Evropski pokret Srbija, Vodič kroz EU - politike - Energetika, Beograd (2010)
10. FLIR, Flir ThermoCAM B20 operators manual, Publication No. 1 557 948 Rev. a 62, Danderyd: FLIR Sustems AB, 2004.
11. Ferrarini, G. Cadelano, G. and Bortolin. A, Automatic thermographic scanning with the creation of 3D panoramic views of buildings, *Thermosense Infrared Applications XXXVIII*, 2016.
12. FLIR, Flir Buildng module, user manual, Publication No. 1560205 Danderyd: FLIR Sustems AB 220, 2006.
13. FLIR, Flir Quick Reporter ver. 1.2, user manual, Publication No. 1558629 Rev. A 362, Danderyd: FLIR Sustems AB, 2009.
14. FLIR, Flir Reporter Buildng, user manual, Publication No. T559081 Rev. A 348, Danderyd: FLIR Sustems AB, 2009.
15. FLIR, Flir Reporter pro Ver 9, user manual, Publ. No. 1558567, rev. 3020, Danderyd: FLIR Sustems AB, 2012.
16. FLIR and ITC, Thermal imaging guidebook for building and renewable energy applications, Stockholm: FLIR systems AB, 2011.
17. Fouad, N. Richter, T. Leitfaden Thermografie im Bauwesen, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2012.
18. GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) „Energetska efikasnost u zgradarstvu“, 2016.
19. International Energy Agency (IEA) - Međunarodna energetska organizacija
20. International Renewable Energy Agency - IRENA (Međunarodna organizacija za obnovljivu energiju), 2009.
21. Jovanović Popović, M. Ignjatović, D. Videti energiju, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, GTZ, Beograd, 2011.
22. Lehmann, B. Ghazi Wakili, K. Frank, Th. Vera Collado, B. et al., Effects of individual climatic parameters on the infrared thermography of buildings, no. 110, pp. 29-42, 2013.
23. Maldague, X. Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing, Wiley-Interscience, London, 2001.
24. Novicki, A. Infrared thermography volume two - Applications, Northampton: Bindt - British institute of Non-Destructive Testing, 2004.

25. Petela, R. Engineering thermodynamics of thermal radiation for solar power utilization, New York: McGraw-Hill, 2010.
26. Schütt, W. & Drpić, M. Novi propisi za sektor zgradarstva saradnja između ministarstva životne sredine i prostornog planiranja, domaćih stručnjaka, domaćih stručnih udruženja i institucija iz EU zemalja. Tehnika - Kvalitet, standardizacija i metrologija, 2010.
27. Tanner, C. Lehmann, B. Frank, T. Wakili, K.G. A proposal for standardized thermal images, 2013.
28. Tilmans, A. Van Orshoven, D. Software and atlases for evaluating thermal bridges, ASIEPI project papers, Paper no. 198, internet izdanje <http://www.buildup.eu/publications/5657>, 2010.
29. Van De Vijver, S. Steeman, M. Van Den Bossche, N. Carbonez, K. Janssens, A. The influence of environmental parameters on the thermographic analysis of the building envelope, paper presented at 12th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography (QIRT 2014), downloaded from: <https://biblio.ugent.be/publication/5672069/file/5672070>, 2014.
30. Vavilov, P. V. A Pessimistic View of the Energy Auditing of Building Structures with the Use of Infrared Thermography, Russian Journal of Nondestructive Testing, Vol. 46, No. 12, 2010.
31. Vavilov, P. V. How accurate is the IR thermographic evaluation of heat losses from buildings? In Quantitative InfraRed Thermography Journal, vol. 7, issue 2 (2010)
32. Vollmer, M. Moellmann, KP. Infrared Thermal Imaging - Fundamentals, Research and Application, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 2010.
33. Wagner, H. Thermographie, Koln: Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2011.
34. Walker, N. Infrared Thermography Handbook - Volume 1. Principles and Practice, Northampton: Bindt - British institute of Non-Destructive Testing, 2004.
35. Ward, T. Assessing the Effects of Thermal Bridging at Junctions and Around Openings, The BRE information Paper IP17/01, Building Research Establishment - BRE, 2006.
36. World Economic Forum (Svetski ekonomski forum)
37. Akcioni plan za sprovođenje Nacionalne strategije održivog razvoja Republike Srbije za period 2011-2017, „Sl. glasnik RS“ br. 62/2011.
38. Bobera, D. Strategijski menadžment, vol. 11, 2006.
39. Brkić, M. Janić, T. Mogućnosti korišćenja biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa II savetovanja: Briketiranje i peletiranje biomase u poljoprivredi i šumarstvu, Regionalna privredna komora iz Sombora i Dacom iz Apatina, Sombor, 1998.
40. Brkić, M. Janić, T. Prikupljanje, skladištenje i briketiranje biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa i savetovanja: Značaj i perspektive briketiranja biomase, Ekološki pokret Vojvodine, Šumarski fakultet Beograd, Savezno ministarstvo za nauku, razvoj i životnu sredinu, Vrnjačka Banja, 1996.
41. Damjanović, D. Gligorijević, Ž. Ur Prikaz stambenih politika Srbije i odabranih zemalja Evrope, Beograd: PALGO centar, 2010.
42. Damjanović, Z. Štrbac, N. Mihajlović, I & Stojanović, G. Primena termovizije pri merenju energetske efikasnosti u zgradarstvu. Energetske tehnologije (2010)
43. Đuričin, D. Janošević, S. Kalićanin, Đ. Menadžment i strategija, četvrto, prerađeno i dopunjeno izdanje, Ekonomski fakultet Beograd, Beograd, 2009.
44. Živković, Z. Zelović, M. & Mitschke, T. Manual for Implementation of Bio-energy heating System in Public Buildings within a Private Public Partnership Model, GIZ-DKTI (German Climate Technology Initiative), 2014.
45. Živković, Z. Ilić, M. Upravljanje programima i projektima u javnom sektoru - Program „Krovovi Beograda“, VIII Naučni skup Sinergija, Bijeljina (2011)
46. Živković, Z. Predlog mera za finansiranje energetske efikasnosti u Srbiji, Građevinska knjiga, 2011.

47. Ilić, M. Oka, S. Grubor, B. Dakić, D. Tešić, M. Martinov, M. Brkić, M. Novaković, D. Đević, M. Kosi, F. Radivojević, D. Radovanović, M. Danon, G. Bajić, V. Isajev, V. Skakić, D. Bajić, S. Rončević, S. Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu primenu i energetska iskorišćenje u Srbiji, Studija radena za Ministarstvo nauke i zaštitu životne sredine, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, 2003.
48. Jovanović, B. Parović, M. Stanje i razvoj biomase u Srbiji, Jefferson Institute, Beograd, novembar, 2009.
49. Jovanović, O. Energetska efikasnost građevinskih objekata. Energetske tehnologije, 2010.
50. Jovanović-Popović, M. (ur), Energetska optimizacija zgrada u kontekstu održive arhitekture - deo I, Beograd: Arhitektonski fakultet, 2003.
51. Kuzmanović, A. Ivanović, R. Sistem kontaktne fasade, Građevinska knjiga, Beograd, 2008.
52. Program ekonomskih reformi RS za period od 2018. do 2020. god.
53. Rajčić, A. Metode projektovanja i simulacije termičkih mostova u arhitektonskim objektima, Doktorska disertacija, Odbranjena na Arhitektonskom fakultetu univerziteta u Beogradu, 2011.
54. Stojiljković, M. & Todorović, M. Osnove energetskog bilansiranja zgrade, Obuka za polaganje stručnog ispita za oblast energetske efikasnosti zgrada Inženjerska komora Srbije, 2013
55. Studija energetske efikasnosti zgrada u Srbiji, konačni izveštaj, Svetska banka, 2012.
56. Todorović, M. First NEEAP/BS - National Energy Efficiency Action Plan/Building Sector 2009-2018, Study Report and NEEAP-BS for the Republic of Serbia Ministry of Mining and Energy, IRG, Washington, June 2010.
57. Todorović, M. Ećim, O. & Martinović, I. Izbor prilaza unapređenju energetske efikasnosti i održivosti zidanih zgrada. Materijali i konstrukcije, 2010.
58. Čaušević, A. Rustempašić, N. Rekonstrukcije zidanih objekata visokogradnje, Sarajevo: Arhitektonski fakultet, 2014.
59. Šumarac, D. Energetska efikasnost zgrada u Srbiji - stanje i perspektive Termotehnika, 36(1), 2010.

Internet (elektronski) izvori:

- Grad Beograd, Gradska uprava <http://www.beograd.rs/>
- GTZ <http://www.gtz.de/en/>
- Knauf Insulation <http://www.knaufinsulation.rs/>
- <http://www.energyobserver.com>
- <http://www.thinkinsulation.com>
- <http://www.mem.gov.rs/>
- <http://www.scea.gov.rs/>
- <http://www.aers.org.rs/>
- <http://popis2011.stat.rs/>
- <http://www.cb-mn.org>
- <http://www.kom-beg.org.yu>
- <http://www.nardus.mpn.go.rs>
- <http://www.aler.rs>

PRILOZI

SPISAK SKRAĆENICA, OZNAKA I SIMBOLA

FOV - vidno polje (eng. *Field of View*)

IFOV - trenutno vidno polje kamere (eng. *Instantaneous Field of View*)

FPA - matrični ravanski sklop detektora (eng. *Focal Plane Array*)

ROIC - štampano kolo koje očitava nastale promene (eng. *Readout Integrated Circuit*)

VFOV - vertikalni pravac vidnog polja (eng. *Vertical Field of View*)

NFOV - horizontalni pravac vidnog polja (eng. *Horizontal Field of View*)

AEE - Agencija za energetska efikasnost Republike Srbije

GIZ GmbH (nem. *Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*) - Nemačka organizacija za tehničku saradnju

EBRD - *European Bank for Reconstruction and Development* (Evropska banka za obnovu i razvoj)

IDA - *International Development Association* (Međunarodna organizacija za razvoj)

UN - Organizacija Ujedinjenih nacija (OUN) ili kraće Ujedinjene nacije (UN)

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development* Organizacija (Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj)

3.APPE - Treći akcioni plan za energetska efikasnost Republike Srbije

c - brzina svetlosti [3×10^8 m/s]

W - energija zračenja [J]

λ - talasna dužina [m]

ν - frekvencija [Hz = s⁻¹]

h - Plankova konstanta [6.626×10^{-34} Js]

E - iradijacija (ozračenost) [W/m²]

M - egzitancija [W/m²]

N - toplotni sjaj (nekada izlazno zračenje, eng. *exitant radiation*) [W/m²]

A - površina [m²]

f - protok energije zračenja [W]

f_λ - spektralna gustina [W/s]

f_{ir} - količina zračenja koja dolazi do sočiva termovizijske kamere

Q - energija zračenja [J]

t - vreme [s]

λ_{max} - talasna dužina na kojoj se javlja maksimum izračene energije [μm]

T - apsolutna temperatura [K]

ε - emisivnost

$d\Omega$ - element prostornog ugla (eng. *Solid angle element*)

ρ - refleksivnost, $0 \leq \rho \leq 1$

α - apsorptivnost, $0 \leq \alpha \leq 1$

τ - propustljivost, $0 \leq \tau \leq 1$

QH_{nd} - energija potrebna za grejanje [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$]

HT - koeficijent transmissionog gubitka toplote [W/K]

HV - koeficijent ventilacionog gubitka toplote [W/K]

qV - ukupni zapreminski gubici toplote [W/m^3]

C - efektivna toplotna akumulativnost zgrade [Wh/K]

n - broj izmena vazduha zgrade, ili dela zgrade [$1/\text{h}$]

U - koeficijent prolaza toplote [$\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$]

R - otpor prolazu toplote [$(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$]

R_{si} - unutrašnji otpor prelazu toplote [$(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$]

R_{se} - spoljašnji otpor prelazu toplote [$(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$]

λ - toplotna provodljivost [$\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$]

h - koeficijent prelaza toplote [$\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$]

h_r - koeficijent prelaza toplote zračenjem [$\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$]

h_c - koeficijent prelaza konvekcije [$\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$]

h_{ro} - koeficijent prelaza toplote zračenjem za crno telo [$\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$]

PRILOG 2. PISMA O NAMERAMA - Učešće u projektu „A šta može zima meni?“

PRILOG 2.1. Pismo o namerama - SIEMENS

SIEMENS

Siemens d.o.o. Beograd, Omladinskih brigada 21, 11070 Beograd
Srbija

Javno preduzeće Gradsko stambeno
Svim zainteresovanim licima

Ime
Odeljenje

telefon
fax
mobilni
e-mail
Internet

Vaše pismo od
Veza sa
Datum

Ime Prezime
Odeljenje

+381 (0)11 2096 XXX
+381 (0)11 2096 XXX
+381 (0)64 8170 XXX
ime.prezime@siemens.com
www.siemens.rs

yyyy-mm-dd
Beograd 02.12.2010.g.

Pismo o namerama

Poštovani,

Deo vizije Siemens-a u Srbiji je da kao lokalna kompanija neposrednim prisustvom i kvalitetnim nastupom na tržištu doprinesemo bržem oporavku i razvoju privrede i infrastrukturnih sistema u našoj zemlji. Zahvaljujući razvoju novih tehnologija u mogućnosti smo da ponudimo ekološki prihvatljive proizvode koji će obezbediti održiv razvoj našeg društva.

Sa željom da promovišemo koncept energetske efikasnosti i zaštite životne sredine pokrenuli smo promotivnu kampanju koja će se nastaviti i u 2011. godini, u okviru koje ćemo obići sve veće gradove Srbije i predstaviti prednosti koje gradovima, lokalnim samoupravama i privredi mogu doneti projekti unapređenja energetske efikasnosti.

Siemens d.o.o. Beograd je u cilju realizacije projekta "A ŠTA MOŽE ZIMA MENI" koji ima za cilj energetske sanacije obdaništa u Beogradu spreman da učestvuje u sledećim aktivnostima:

- Izrada Projektno-tehničke dokumentacije (NIVO IDEJNOG PROJEKTA)
- Isporuca solarnih kolektora, automatike za vođenje termotehničkih instalacija na objektu i centralnog sistema za nadzor i upravljanje obdaništima obuhvaćenim projektom u skladu sa najvišim standardima EE objekta
- Izvođenje, monitoring i praćenje garantnog roka i održavanje ugrađenih sistema
- Tehnološki nadzor i praćenje dinamike izvođenja radova na objektu.

Nadamo se da ćemo ostvariti saradnju na navedenom projektu.

Za Siemens d.o.o. Beograd

Tihomir Rajlić
Generalni direktor



Napomena:

Dati dokument sadrži poverljive informacije i namenjen je isključivo osobi kojoj je upućen. Ukoliko ste greškom primili ovaj dokument, molimo da nas obavestite o tome. Svako umnožavanje, prosleđivanje i korišćenje sadržaja ovog dokumenta strogo je zabranjeno. Hvala.

Siemens d.o.o. Beograd
(Odeljenje)
Rukovodilac:

sekretarijat:
+381 (0)11 2096 005; 2096 006
fax:
+381 (0)11 2096 061
www.siemens.rs

UniCredit Bank Srbija a.d. 170-300123512-65
Raiffeisenbank a.d. Beograd 265-1100310000363-27

Siemens, društvo za promet i održavanje u elektrotehnici i elektronici; skraćeno poslovno ime: Siemens d.o.o. Beograd
Omladinskih brigada 21, 11070 Beograd, Srbija
Jednolično društvo sa ograničenom odgovornošću, registrovano kod Agencije za privredne registre, Republika Srbija
Broj registracije: 19638; Matični broj: 17134965; PIB: 100060532
Ukupan upisani i uplaćeni kapital: 4.065.940,45 €
Poslovođstvo: Generalni direktor T. Rajlić; Komercijalni direktor I. Knežević

GEN-F-5-02

strana 1 od 2

PRILOG 2.2. Pismo o namerama – HENKEL



POTVRDA O UČEŠĆU

Poštovani ,

Kao jedan od lidera u oblasti toplotne izolacije, Henkel je široko prepoznat kao društveno odgovorna kompanija koja u svim segmentima poslovanja deluje u skladu sa konceptom energetske efikasnosti. Vezano za projekat „**A ŠTA MOŽE ZIMA MENI**“, najinteresantniji je Henkelov **Ceresit Ceretherm termoizolacioni sistem**. **Ceresit Ceretherm** obuhvata kompletnu ponudu materijala za izolaciju stambenih i drugih objekata koji omogućuju uštedu toplotne energije i do 40%. Na taj način ćemo napraviti značajne uštede kako budžetima gradskih Vrtića tako i budžetu Grada Beograda.

Brend **Ceresit** je od preko **78%** ukupne populacije Srbije **prepoznat kao lider** među brendovima iz oblasti Termoizolacije . Najbolji pokazatelj za to je da i u godinama ekonomske krize kada tržište građevine gotovo stagnira, zahvaljujući već izgrađenoj lojalnosti naših kupaca ostvarujemo rast. Svi materijali koji sačinjavaju **Ceresit Ceretherm Sistem** su proizvedeni u Srbiji u našoj novoj fabrici u Indiji, po poslednjim evropskim standardima i poseduju ETA sertifikate.

Kompanija Henkel je i do sada uzimala učešće u sličnim projektima. U 2009. godini obnovljena je Fasada konaka pri manastiru Sveta Petka u selu Izvor kod Paraćina u kojem su smeštena ženska deca ometena u razvoju kao i Fasada Doma za nezbrinutu decu „Drinka Pavlović“ u Beogradu.

Što se tiče našeg direktnog učešća u projektu možemo Vam ponuditi:

- Isporuku materijala u skladu sa najvišim standardima Energetske efikasnosti
- Monitoring i praćenje u garantnom roku i garanciju od 15 godina na kvalitet ugrađenih materijala
- Tehnološki nadzor i praćenje dinamike izvođenja radova na objektu
- Odabir i predlaganje sertifikovanih , licenciranih i obučanih izvođača radova

Ovim putem potvrđujemo našu spremnost da u oblasti svog delovanja uzmemo učešće u ovom projektu.

Srdačan Pozdrav,

U Beogradu, 1.12.2010.god

Jovan Šarenac,
Direktor Divizije Adhezivi Tehnologije



Henkel d.o.o., 11040 Beograd, Bulevar oslobođenja 383, tel: +381 (0) 11 2072 200, fax: +381 (0) 11 2072 290

Društvo sa ograničenom odgovornošću upisano kod Agencije za privredne registre, br. registracije 58228 od 29.11.2005.
Broj računa: 170-300657594-65, Matični broj: 17146521, Šifra delatnosti : 51550

PRILOG 2.3. Pismo o namerama - KNAUF INSULATION



1.12.2010., Beograd

Javno preduzeće Gradsko stambeno
Svim zainteresovanim licima

PISMO O NAMERAMA

Poštovani,

Jedan od ciljeva poslovanja firme Knauf Insulation jeste promocija energetski efikasne gradnje odnosno unapređenja energetske efikasnosti u zgradarstvu čiji je krajnji cilj smanjenje potrošnje energije. U tom svetlu, Knauf Insulation preduzima brojne aktivnosti kao što su:

- učestvovanje u realizaciji konkretnih projekata poboljšanja energetske efikasnosti
- širenje svesti o značaju energetske efikasnosti
- prenošenje znanja i iskustava iz zemalja Evropske Unije na polju donošenja i implementacije zakonske regulative i projekata energetske efikasnosti
- povezivanje svih relevantnih učesnika na polju energetske efikasnosti u Srbiji i šire.

Sa svim svojim saradnicima koji učestvuju u procesu građenja, podstičemo razvoj novih tendencija u građevinarstvu i dajemo doprinos razvoju socijalne odgovornosti u očuvanju energije, zaštiti životne sredine i zdravom načinu življenja.

Zahvaljujući karakteristikama naših proizvoda, objekti u kojima se oni primenjuju obezbeđuju više od „krova nad glavom“ jer prostor u kome borave ljudi pruža najviši toplotni i akustički komfor kao i sigurnost od požara u isto vreme.

Dokaz tome jesu i mnogobrojni javni i stambeni objekti u kojima su Knauf Insulation proizvodi ugrađeni.

Ovu priliku koristimo da izrazimo našu nameru o učestvovanju na projektu „A šta može zima meni ...?“ koji ima za cilj energetska sanaciju obdaništa u Beogradu.

Doprinos kompanije Knauf Insulation u cilju realizaciji gore pomenutog projekta bi bio u vidu aktivnog učestvovanja u sledećim aktivnostima:

- izrada proračuna građevinske fizike (proračun termičke zaštite)
- isporuka termoizolacionog materijala u skladu sa najvišim evropskim standardima
- tehnološki nadzor nad izvođenjem pozicija ugradnje termoizolacionog materijala
- predlaganje i odabir izvođača radova na pozicijama ugradnje termoizolacionih materijala.

U nadi da će odgovorna lica na projektu „A šta može zima meni ...?“ prepoznati u Knauf Insulation-u ozbiljnog partnera u realizaciji i promovisanju projekta,

Srdačno Vas pozdravljamo,

Generalni Direktor za južni Balkan
Tihomir Civkaroski



Knauf Insulation d.o.o. Beograd
Privredna zona Gornji Zemun, Zona 4
Beograd – 11080 Zemun
Prodaja, marketing i finansije,

Tel: +381(0) 11 311 4052, Fax: +381 (0) 313 9912; e-mail: office.belgrade@knaufinsulation.com
Industrijsko naselje Belo Polje bb, 17530 Surdulica, Srbija
Tel: +381(0)17 401 910, Fax: +381(0)17 815 774, e-mail: office.surdulica@knaufinsulation.com
www.knaufinsulation.rs



PRILOG 2.4. Pismo o namerama – ERAGON

SISTEMI ERAGON d.o.o.
SLOVENSKA C. 039
5281 SP. IDRIJA
TEL. (05) 372 80 16 , (041) 624 182
FAX. (05) 372 80 17
E – POŠTA: info@eragon.si
Spletna stran: www.eragon.si
Davčna številka: SI86616595
TRR: 04752-0001546424



GRAD BEOGRAD
GRADSKA UPRAVA
Sekretariat za dečiju zaštitu
ul. Masarikova 5/VII
11000 BEOGRAD
SRBIJA

PISMO O NAMERAMA

za učešće u Projektu „A ŠTA MOŽE ZIMA MENI...?“

1. OSNOVNI PODACI O KOMPANIJI:

SISTEMI ERAGON d.o.o.
SLOVENSKA C. 039
5281 SP. IDRIJA
E – POŠTA: info@eragon.si
Spletna stran: www.eragon.si
Davčna številka: SI86616595

2. UČEŠĆE U PROJEKTIMA POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI:

Firma Eragon group, koju je ustanovio Andrej Peternelj, koji je i jedini vlasnik, počela je raditi na razvoju sistema za paljenje biomase i ostalih materijala 1989 god. Osnovni proizvodi firme su kotlarnice sa dozirnim sistemima i avtomatikom, male i industrijske, koje za gorivo koriste pelet i svu ostalu biomasu, različite vlage i granulacije, troplotne snage 15 – 2500 kw. Kao partnere na području institucija ima: Kimijski inštitut Ljubljana, Univerza v Mariboru Fakultet za mašinstvo, Univerza v Ljubljani Fakultet za mašinstvo, Ministarstvo za znanost Slovenije, Ministarstvo za okolinu i prostor Slovenije.

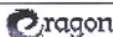
3. NAŠE UČEŠĆE BI OBUHVATALO PROJEKAT TERMO-ENERGETIKE, ODNOSNO REKONSTRUKCIJU KOTLARNICA ZA ZAMENU SAGOREVANJA DIZEL GORIVA ILI UGLJA, NA SAGOREVANJE DRVNOG PELETA KAO EKOLOŠKOG I OBNOVLJIVOG IZVORA ENERGIJE.

Sadržaj projekta:

- izrada projektno tehničke dokumentacije, potrebnog nivoa.
- isporuka opreme u skladu sa najvišim standardima.
- odabir i predlaganje izvođača radova, sa liste licenciranih
- tehnički nadzor i praćenje dinamike izvođenja radova
- monitoring i praćenje garantnog roka
- održavanje ugrađenih sistema i opreme

02.12.2010. god.

Direktor
Andrej Peternelj



SISTEMI ERAGON d.o.o.

GRUP – PROJEKTIRANJE – INŽENIRING – IN PROIZVODNJA KOTLOVNICA NA LESNO BIOMASU.

- 1 -

ENERGETSKA EFIKASNOST NA OBJEKTIMA U JAVNOM SEKTORU

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.tehnikinvest.com Internet	4042 words — 10%
2	kgh-kongres.rs Internet	615 words — 1%
3	www.gradjevinarstvo.co.rs Internet	372 words — 1%
4	demo.paragraf.rs Internet	203 words — < 1%
5	www.cis.org.rs Internet	172 words — < 1%
6	www.hemograf.rs Internet	102 words — < 1%
7	www.kombeg.org.rs Internet	67 words — < 1%
8	www.psemr.vojvodina.gov.rs Internet	63 words — < 1%
9	www.famns.edu.rs Internet	58 words — < 1%
10	www.mre.gov.rs Internet	56 words — < 1%

11	Internet	42 words — < 1%
12	fedorabg.bg.ac.rs Internet	41 words — < 1%
13	www.ingkomora.org.rs Internet	34 words — < 1%
14	www.scribd.com Internet	33 words — < 1%
15	issuu.com Internet	33 words — < 1%
16	www.slideshare.net Internet	33 words — < 1%
17	www.rehva.eu Internet	30 words — < 1%
18	pt.scribd.com Internet	28 words — < 1%
19	www.wb-drinaproject.com Internet	25 words — < 1%
20	senerges.rs Internet	25 words — < 1%
21	docslide.us Internet	24 words — < 1%
22	8%a9%20%d8%a7%d9%84%d9%82%d8%af%d8%b1%d8%a9%20%d8%t Internet	24 words — < 1%
23	www.zakon.co.rs Internet	22 words — < 1%

24	Žaklina Spalević, Kosana Vićentijević, Milutin Ateljević. "Legal and economic analyzing the development of the digital economy", Trendovi u poslovanju, 2018 Crossref	21 words — < 1%
25	empa.ch Internet	20 words — < 1%
26	scindeks.ceon.rs Internet	20 words — < 1%
27	www.iss.rs Internet	18 words — < 1%
28	nardus.mpn.gov.rs Internet	18 words — < 1%
29	ttem.ba Internet	18 words — < 1%
30	civitas.fpps.edu.rs Internet	17 words — < 1%
31	saznajlako.com Internet	16 words — < 1%
32	www.weber.rs Internet	15 words — < 1%
33	aler.rs Internet	14 words — < 1%
34	www.kupujemprodajemnekretnine.com Internet	13 words — < 1%
35	fedorani.ni.ac.rs Internet	11 words — < 1%
36	termotehnika.vinca.rs Internet	11 words — < 1%

37 Ferrarini, G., G. Cadelano, and A. Bortolin. "Automatic thermographic scanning with the creation of 3D panoramic views of buildings", Thermosense Thermal Infrared Applications XXXVIII, 2016. 10 words — < 1%
Crossref

38 infoteh.etf.ues.rs.ba 10 words — < 1%
Internet

39 www.greenpoint.rs 10 words — < 1%
Internet

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 15 WORDS